

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

SUCO DE MARACUJÁ CONCENTRADO

José Luciano Ferreira da Fonseca
Engenheiro-Químico

**Tese apresentada à Faculdade de Tecnologia de Alimentos
da Universidade Estadual de Campinas,
para obtenção do título de mestre em
Engenharia de Alimentos.**

**Orientador: Dr. Otílio Guernelli
Professor de F.T.A. - UNICAMP**

1971

UNICAMP

Dedico com profunda
gratidão a meus pais, Maria
Rocilda e Manoel Rodrigues,
a minha esposa, Maria Fran-
cicalba, e aos meus irmãos.

C O N T E Ú D O

	página
1. RESUMO e SUMMARY	
2. INTRODUÇÃO e REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	1
3. MATERIAIS e MÉTODOS	3
3.1. Matéria-prima	3
3.2. Extração do suco	3
3.3. Análises físico-químicas do suco	4
3.4. Estudo microfotográfico do amido de maracujá	5
3.5. Hidrólise do amido	6
3.6. Cromatografia dos açúcares	10
3.7. Concentração do suco	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1. Extração do suco	15
4.2. Estudo microfotográfico	15
4.3. Hidrólise do amido	16
4.4. Cromatografia dos açúcares	17
4.5. Concentração do suco	18
5. CONCLUSÕES e RECOMENDAÇÕES	20
6. FIGURAS e TABELAS	23
7. BIBLIOGRAFIA	43
8. AGRADECIMENTOS	45

~~.....~~ DATILOGRAFADO E IMPRESSO
na Seção de Divulgação
do
INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

1. RESUMO

O presente trabalho visa a pesquisa da possibilidade da produção industrial do suco de maracujá concentrado, utilizando-se maracujá-peroba (*Passiflora edulis* forma *flavicarpa* Deneger), existente no Estado de São Paulo. A planta *P. edulis* f. *flavicarpa* é uma variedade botânica da espécie *P. edulis* Sims, pertencente à família *Passifloraceae*.

Trabalhos realizados anteriormente, utilizando-se a espécie *P. edulis* Sims, indicam que o amido presente no suco aumenta muito sua viscosidade, provocando a acumulação de depósitos gelatinosos nos intercambiadores de calor, do que resulta uma queda na eficiência de troca de calor e, em consequência, alteração na cor e no aroma do suco concentrado.

Utilizou-se o processamento convencional para a obtenção do suco não concentrado, sendo o mesmo armazenado em câmara frigorífica. A esse suco convencionou-se chamar suco "processado". Ao suco obtido no início do processamento, o qual não se submeteu à passagem pelo "finisher", pela centrífuga e pelo pasteurizador, convencionou-se chamar suco "natural".

Por meio de observações microscópicas, verificou-se a presença de grânulos de amido no suco natural. Aquecendo-se esse suco, a diferentes temperaturas e intervalos de tempo, determinou-se a temperatura de intumescimento dos grânulos de amido.

Fêz-se tratamento enzimico do suco natural e do suco processado, utilizando-se amiloglicosídase fúngica e diástase fúngica, até obter-se o máximo aumento em açúcares redutores, provenientes da hidrólise do amido.

Por meio de cromatografias de açúcares, feitas em papel e em camada delgada, utilizando-se suco processado sem adição de enzimo, tratado com diástase ou tratado com amiloglicosídase, confirmou-se a formação dos produtos da reação de hidrólise enzimica do amido.

A concentração do suco processado, realizada num evaporador "Centri-Therm" Alfa-Laval, foi feita sem tratamento enzimico, a fim de ser verificado o efeito do amido no processo de evaporação. O suco foi alimenta

do no aparelho à temperatura ambiente e aquecido, obtendo-se, respectivamente, suco concentrado de teor menor e maior em sólidos solúveis.

Por meio do exame das paredes internas do evaporador, após os experimentos, constatou-se que, nesse tipo de concentrador, o teor de amido encontrado no suco não concentrado, não produziu os efeitos anteriormente citados, os quais são prejudiciais ao suco concentrado.

1. SUMMARY

This paper deals with the possibility of the industrial production of a concentrated passion fruit juice from a variety (peroba passion fruit variety - *Passiflora edulis* forma *flavicarpa* Degner) grown in the State of São Paulo, Brazil. The plant *P. edulis* f. *flavicarpa* is a botanical variety of the species *P. edulis* Sims, which belongs to the genus *Passiflora*, of the family *Passifloraceae*.

Previous projects using the species *P. edulis* Sims indicated that the starch present in the juice greatly increased the viscosity, causing an accumulation of gelatinous deposits on the heating surfaces of heat exchangers. This resulted in a decrease in the efficiency of heat transfer, leading to changes in the colour and aroma of the concentrated juice.

The unconcentrated juice was produced by the conventional method, and stored in a refrigerated chamber. This juice is conventionally referred to as "processed" juice. The juice which had not been submitted through the "finisher" and which was not centrifuged and pasteurized is conventionally referred to as "natural" juice.

By means of microscopical observations, the presence of starch granules in the natural juice was verified. By heating the natural juice for varying time/temperature combinations, the swelling temperature of the starch granules was determined.

Both the natural and processed juices were subjected to enzymic treatment using fungal amyloglucosidase and fungal diastase, until the maximum increase in reducing sugars resulting from starch hydrolysis was obtained.

Thin-layer and paper chromatography for the detection of sugars, were used to confirm the formation of the products of enzymic starch hydrolysis in the processed juice. Both untreated processed juice, and juices subjected to treatment by diastase and amyloglucosidase were examined in this way.

The concentration of processed juice was effected in the "Centri-Therm" Alfa-Laval evaporator. Concentration was performed without prior enzyme treatment to verify the implications of the starch present in the

juice on the evaporation procedure. The juice was fed to the equipment at both room and high temperatures, obtaining juices of respectively lesser and greater soluble solids content.

By examination of the internal walls of the evaporator after the experiments, it was evident that with equipment of this nature, the amount of starch in the unconcentrated juice, does not produced the effects previously cited as having a harmful effect on the concentrated juice.

2. INTRODUÇÃO E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A indústria de sucos concentrados de frutas tem alcançado uma posição importante entre as indústrias de alimentos, porque os concentrados reduzem os custos de embalagem, transporte e armazenamento, além de possibilitarem utilização econômica de frutos, durante os períodos de safra, contribuindo, assim, para a estabilização da produção e dos preços de consumo (14, 20).

Contudo, em relação à concentração do suco de maracujá, somente alguns poucos pesquisadores investigaram o assunto. Poor (14) tentou concentrar o suco em recipiente de cobre, a vácuo de 28 polegadas. Para uma redução em volume maior que 2,9:1, os concentrados eram muito densos para fluir satisfatoriamente. A maior parte dos aromas passaram para o destilado, mas a adição do destilado concentrado de volta ao suco concentrado melhorou seu aroma. Entretanto, seu armazenamento não foi satisfatório. Morris (14) preparou um concentrado quádruplo, empregando o processo de concentração por congelamento. Knock (14) relatou que a degradação enzimática da amilopectina, naturalmente presente no suco, antes da concentração, resulta num concentrado quádruplo com relativa fluidez. Contudo, posteriormente, ele sugeriu que a separação centrífuga da amilopectina pode ser mais adequada para a produção de concentrado em escala comercial. Seagrave e Smith (14) mostraram, em escala de laboratório, a praticabilidade da concentração a vácuo de uma mistura 50:50 de sucos de maracujá e abacaxi, adicionando-se açúcar para elevar o conteúdo de sólidos solúveis para 38,4%. No concentrado (76,5° Brix) foi feita uma operação de "cut-back" até 70° Brix, com mistura de polpa, ou com mistura de polpa junto com os 10% iniciais do destilado, e o concentrado final foi então congelado. Pruthi e Lal (14) apresentaram dados de variações das propriedades físico-químicas, durante a concentração a vácuo do suco. Para restituir a perda das substâncias voláteis, responsáveis pelo sabor e aroma, os autores antes citados concentraram os primeiros 10-15% do destilado e adicionaram-nos de volta ao suco con

centrado. Seale e Shermann (14) apresentaram resultados similares de uma tríplice concentração do suco feita a vácuo, num evaporador "Monjonnier", em escala-pilôto.

No presente trabalho, apresenta-se uma pesquisa sôbre a possibilidade da produção industrial de suco de maracujã concentrado, utilizando-se uma das variedades mais cultivadas no Brasil, que é *Passiflora edulis* forma *flavicarpa* Deneger, sendo seu fruto vulgarmente conhecido por maracujã-amarelo ou maracujã-peroba.

Através da bibliografia consultada, tudo indica que este trabalho é pioneiro no Brasil.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Matéria-prima

Utilizou-se *Passiflora edulis* forma *flavicarpa* Deneger, conhecido vulgarmente por maracujá-amarelo, maracujá-peroba, maracujá-mirim e maracujá-do-norte, no Brasil; "parchê", na Venezuela; e "yellow passion fruit", pelos povos da língua inglesa (13). Essa planta é uma variedade botânica da espécie *P. edulis* Sims, da família *Passifloraceae* (2, 13).

O maracujazeiro começa a produzir bem cedo, aos dez-doze meses após o plantio, dando duas ou mais produções por ano, dependendo das condições ecológicas. Nos trópicos, a produção é quase ininterrupta, e nas regiões subtropicais, cessa durante os meses mais frios. No Estado de São Paulo, a produção geralmente ocorre nos meses de janeiro a junho ou julho (2).

A variedade amarela é muito vigorosa e adapta-se muito bem aos vários tipos de solos, inclusive os mais baixos. Os frutos, maiores que os da variedade roxa (*P. edulis* Sims), são redondos ou ovalados, de casca amarelo-canário, suco bem ácido, pH 2,5 a 3,0, e sabor agradável. A tonalidade da cor do suco varia de amarelo-claro a amarelo-abóbora. Cada fruto contém, em média, 250 sementes que pesam cerca de 5 gramas (2).

A matéria-prima utilizada no presente estudo foi colhida de uma cultura localizada a 16 km de Campinas, a qual foi planejada e instalada, de acordo com as instruções de um boletim do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo (2). A colheita foi feita durante os meses de maio a julho, encontrando-se, nos lotes colhidos, frutos parcialmente maduros, com coloração amarelo-esverdeado, e frutos totalmente maduros, com coloração amarelo-canário.

3.2. Extração do suco

Para obtenção do suco a ser concentrado, seguiu-se a seguinte linha de processamento (14, 19):

1. Pesagem do fruto.
2. Lavagem por imersão em água clorada (1.000 p.p.m.) e agitação manual, nu ma banheira de aço inoxidável, com capacidade de 300 litros.
3. Extração dos pedúnculos, utilizando-se facas de aço inoxidável.
4. Seleção (eliminação dos frutos deteriorados).
5. Corte do fruto em quatro partes, utilizando-se facas de aço inoxidável.
6. Passagem da mistura de cascas, sementes, polpa e suco, num despoldador de escôvas "Bertuzzi", com peneira de orifícios de 2mm, obtendo-se um produto que se convencionou chamar de suco natural.
7. Passagem do suco em um "finisher" F.M.C., modelo 35, usando-se peneira com orifícios de 0,020 de polegada.
8. Passagem numa centrífuga separadora, modelo BPB 1477 A, da "Alfa-Laval", a uma velocidade de 1.420-1.500 r.p.m.
9. Bombeamento do suco para um tanque LEE (construído de aço inoxidável e provido de agitador e serpentina para aquecimento ou resfriamento) e medição do volume.
10. Pasteurização num intercambiador de calor tipo "votator", série HP-1-260 -M, da "Creamery Package MFG Company", à temperatura de 92,5°C, durante 30-45 segundos.
11. Resfriamento num intercambiador de frio, série HP-1-262-M, da "Creamery Package MFG Company", com temperatura de saída a 0°C.
12. Acondicionamento em sacos de polietileno, prèviamente colocados no interior de tambores de fibra de madeira.
13. Armazenamento em câmara frigorífica a -35°C. Ao suco congelado, armazenado na câmara, convencionou-se chamar de suco processado.

Fêz-se o armazenamento do suco de maracujã não concentrado em câmara frigorífica, como garantia para realização do presente trabalho, visto que êste foi efetuado durante o período final da safra dos frutos.

Na linha de processamento normalmente utilizada para obtenção de sucos concentrados, a concentração do suco é realizada logo após sua pasteurização.

3.3. Análises físico-químicas do suco

Nos tipos de suco de maracujã obtidos, foram efetuadas análises

de sólidos solúveis (graus Brix), acidez total, pH, pectina, açúcares redutores, açúcares totais, amido e vitamina C (ácido ascórbico).

Os métodos utilizados nas análises foram os seguintes:

1. Acidez total. Método oficial da A.O.A.C., utilizando-se um potenciômetro (Metrohm) (1), e expressando-se o resultado em % de ácido cítrico.
2. Sólidos solúveis. Pelo emprêgo de um refractômetro de laboratório (Bauch & Lomb Opt. Co.), fazendo-se as devidas correções das leituras observadas, em relação à temperatura de referência do aparelho e à interferência do conteúdo de ácido cítrico (5).
3. pH. Pelo emprêgo de um potenciômetro (Metrohm), fazendo-se as calibrações necessárias no aparelho.
4. Pectina. Método de Carré e Haynes (9), expressando-se o resultado em % de pectato de cálcio.
5. Açúcares redutores e totais. Método gravimétrico, por redução do cobre, de Munson e Walker (8).
6. Amido. Foi determinado após o estudo de sua hidrólise enzimica. Fêz-se o tratamento enzimico do suco, até obter-se o máximo aumento em açúcares redutores, provenientes da hidrólise do amido. Os açúcares foram determinados pelo método alcalino de redução do cobre, expressando-se os resultados em % de dextrose (11). Esse método baseia-se no princípio de redução do cobre de cúprico (CuO) para cuproso (Cu_2O), mediante emprêgo da solução de Fehling. O cobre reduzido é determinado indiretamente, por titulação iodométrica do sal de cobre não reduzido, remanescente, após a oxidação dos açúcares, utilizando-se solução-padrão 0,1 N de tiosulfato de sódio (11). O teor de amido foi determinado multiplicando-se por 0,9 a diferença entre as quantidades de açúcares redutores encontradas no suco, antes e após a hidrólise enzimica (4).
7. Vitamina C. Método de Tillmans (4), expressando-se os resultados em mg de ácido ascórbico por 100 g de suco.

3.4. Estudo microfotográfico do amido de maracujã

Nêste estudo, utilizou-se suco de maracujã natural, prèviamente deixado em repouso, durante 24 horas. Em seguida, fêz-se a separação da ca-

mada inferior, correspondente, aproximadamente, a quinta parte do suco deixado em decantação. Essa camada foi submetida a três centrifugações (centrífuga: Universal Model UV, International Equipment Co.) a 3.000 r.p.m. e lavagens sucessivas com água destilada, adicionada ao material decantado no fundo dos tubos da centrífuga, até completar o peso do suco usado na primeira centrifugação (3).

No suco decantado, centrifugado e lavado, foram feitas várias observações, utilizando-se um microscópio (Baush & Lomb Opt. Co.), com a finalidade de investigar a presença de amido. Tomou-se como amostra uma gota do suco, tratado com uma gota de solução de iodo, a qual foi examinada no microscópio, utilizando-se um aumento de 970 x e 430 x (Figuras 2 e 3). Com o auxílio de uma lâmina de Howard (Hemacytometer, Arthur H. Thomas Company), determinou-se o tamanho aproximado dos grânulos de amido observados.

Após a verificação da presença de grânulos de amido e medição de seus tamanhos, determinou-se sua temperatura de intumescimento, aquecendo-se o suco em banho de água, às temperaturas de 60, 65, 70 e 75°C, durante cinco minutos. Logo em seguida a esses intervalos de tempo de aquecimento, uma gota do suco foi retirada e rapidamente examinada no microscópio, empregando-se um aumento de 430 x (Figuras 4, 6, 8 e 10). Outra gota de suco, tratado com uma gota de solução de iodo, foi também submetida a exame microscópico (Figuras 5, 7, 9 e 11).

Fêz-se, também, o exame microscópico no suco de maracujá processado, à temperatura ambiente, utilizando-se o mesmo procedimento empregado para o suco natural.

Observação: O aquecimento do suco, às temperaturas indicadas acima, foi feito, inicialmente, durante intervalos de tempo de 10 minutos.

3.5. Hidrólise do amido

3.5.1. Enzimos utilizados

Em laboratório, fêz-se o tratamento enzimico do suco natural e do suco processado, com a finalidade de hidrolisar o amido (7, 12, 15).

Foram utilizadas diástase (Rhozyme S) e amiloglicosídase (Okazime TG-R), as quais têm as seguintes características, segundo os prospectos dos fabricantes:

Rhozyme S. (*) É uma diástase fúngica derivada de *Aspergillus oryzae*. Exibe alta ação sacarificante e liqüidificante no amido, sendo, conseqüentemente, muito efetiva na conversão de pastas de amido gelatinizado para misturas de dextrina, maltose e dextrose. Apresenta as seguintes condições, para sua melhor utilidade:

- a. Atividade: 1,85 S.U./g.
- b. Ótimo pH: 4,7-5,2, a temperaturas de 55-60°C.
- c. Ótima temperatura: varia de 55-60°C, dependendo a temperatura ótima exata do pH e da concentração do substrato.
- d. Concentração: em aplicações comerciais, usa-se 0,03-0,10%, tomando-se como base o pêsso do amido.

Okazime TG-R (**) É uma amiloglicosídase ("glucoamilase") fúngica derivada de *Aspergillus Awamori*. É indicada para a produção de dextrose cristalizada, dextrosa xaroposa e álcool de cereais, na indústria farmacêutica e de fermentações. Converte completamente amido em dextrose. Apresenta as seguintes condições para sua melhor utilidade:

- a. Solubilidade: solúvel em água e insolúvel em etanol.
- b. Atividade: 80 AU/g (método Okasa).
- c. Ótimo pH: 4,2. Comporta-se perfeitamente bem entre pH 3,5 a 5,5.
- d. Ótima temperatura: varia de 50-55°C. Acima de 60°C, diminui sua atividade, tornando-se totalmente inativa a 85°C.
- e. Concentração: em geral, para processos industriais, empregam-se 14 AU para cada 100 g de amido.

(*) Rohm and Haas Company (Philadelphia, Pennsylvania, USA), com representação em São Paulo, pela Filibra Produtos Químicos Ltda.

(**) OKASA Indústria e Comércio de Diástase Ltda., São Paulo.

Durante o trabalho, fêz-se a determinação da atividade de Rhozyme S e Okazime TG-R. Para Rhozyme S, encontrou-se o valor 200.000 M.W.U./g, referente à sua atividade liqüidificante, empregando-se o Método de Wohlgemuth Modificado (M.W.U.) (11). Para Okazime TG-R, encontrou-se o valor de 59 AU/g, pelo método baseado na conversão do amido em dextrose, por meio enzimico, sendo a dextrose determinada quantitativamente pelo método alcalino de redução do cobre (11).

3.5.2. Método

No tratamento enzimico do suco de maracujá, utilizou-se o seguinte procedimento:

Agitou-se bem o suco a ser tratado, pesando-se amostras de 10 g, em balões volumétricos de 100 ml. Os balões foram colocados em banho-maria à temperatura desejada, permanecendo durante 10 minutos, no mínimo, antes de adicionar o enzimo, para o perfeito equilíbrio da temperatura. Nesse mesmo banho, colocou-se outro balão volumétrico de 100 ml, contendo a solução enzimica. Com uma pipeta, retiraram-se as quantidades de solução enzimica necessárias, adicionando-se aos balões volumétricos que continham o suco, procedendo-se, em seguida, uma forte agitação.

Anotou-se, por meio de um cronômetro, o tempo exato em que o enzimo entrou em contacto com o suco. Após o intervalo de tempo de hidrólise desejado, retiraram-se as amostras do banho, adicionou-se NaOH a 33%, até atingir pH próximo de 7,0, a fim de deter toda a ação enzimica, e procedeu-se, rapidamente, seu resfriamento em água corrente.

O suco tratado e neutralizado foi clarificado pelo método de C. Carrez (17), empregando-se quantidades de ferrocianeto de potássio 0,25 M e acetato de zinco 1,0 M, na proporção de 6:7. Completou-se o volume para 100 ml, com água destilada, fêz-se a homogeneização da mistura, por agitação, e filtrou-se em papel de filtro. Dos filtrados, retiraram-se amostras de 10 ml para fazer as determinações dos açúcares redutores, empregando-se o método alcalino de redução do cobre (11) (o princípio desse método foi citado anteriormente, no item referente às análises da matéria-prima).

Os resultados obtidos nas titulações foram expressos em % de dextrose. Para encontrar-se o pêsô equivalente em dextrose, correspondente ao volume de 1 ml de tiossulfato de sódio 0,1 N, utilizado na titulação do método alcalino, prepara-se uma solução de dextrose 0,5%, toma-se uma amostra de 10 ml dessa solução e seguem-se tôdas as operações do método antes citado.

Observação: Fazendo-se o teste em branco (suco sem adição de ênzimo), verificou-se que não havia aumento dos açúcares redutores.

3.5.3. Experimentos

Os experimentos de tratamento enzimico do suco de maracujã que deram resultados foram os seguintes:

1. Tratamento do suco de maracujã natural, durante uma hora, à temperatura de 53°C, utilizando-se 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0, 3,5 e 4,0% (pêsô de ênzimo/pêsô de suco) de amiloglicosídase (Okazime TG-R).
2. Tratamento do suco de maracujã natural, durante 15, 30, 45 e 60 minutos, à temperatura de 53°C, utilizando-se 5,0, 6,0 e 7,0% (p/p) de amiloglicosídase (Okazime TG-R).
3. Tratamento do suco de maracujã natural, durante uma hora, à temperatura de 58°C, utilizando-se 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0 e 3,5% (p/p) de diástase (Rhozyme S).
4. Tratamento do suco de maracujã natural, durante 15, 30, 45 e 60 minutos, à temperatura de 58°C, utilizando-se 4,0% (p/p) de diástase (Rhozyme S).
5. Tratamento do suco de maracujã processado, durante 15, 30, 45 e 60 minutos, à temperatura de 53°C, utilizando-se 7,0% (p/p) de amiloglicosídase (Okazime TG-R).
6. Tratamento do suco de maracujã processado, durante 15, 30, 45 e 60 minutos, à temperatura de 58°C, utilizando-se 4,0% (p/p) de diástase (Rhozyme S).

3.6. Cromatografia de açúcares

Fêz-se o estudo cromatográfico dos açúcares presentes no suco de maracujá processado, antes e após seu tratamento enzimico, com Rhozyme S e Okazime TG-R, a fim de se determinar qualitativamente, os açúcares resultantes da hidrólise do amido de maracujá. Visou, também, a comparação destes açúcares com os produtos resultantes da ação dos ênzimos sôbre o amido, referidos anteriormente, nos prospectos de seus fabricantes.

A cromatografia dos açúcares foi feita em camada delgada de sílica gel G, com espessura de 0,25 mm (18), e em papel (chromatography paper Whatman nº 1) (16).

Na cromatografia em papel, fêz-se a fase móvel (solvente) utilizada correr numa única direção do papel, no sentido descendente, e na cromatografia em camada delgada, numa única direção da camada, no sentido ascendente.

Nas aplicações das amostras, utilizaram-se tubos capilares de vidro, com volume interno de 10 microlitros, empregando-se um fluxo de ar quente, gerado por um secador de cabelo, para secagem rápida das amostras, à medida que estas iam sendo aplicadas.

Em ambas as técnicas cromatográficas empregadas, foram utilizados sete pontos para as aplicações das amostras, segundo a seguinte seqüência:

1. Aplicação de 20 microlitros de solução-padrão de sacarose, de concentração de 2% (p/v).
2. Aplicação de 20 microlitros de solução-padrão de frutose, de concentração de 2% (p/v).
3. Aplicação de 20 microlitros de solução-padrão de dextrose, de concentração de 2% (p/v).
4. Aplicação de 20 microlitros de solução-padrão de maltose, de concentração de 2% (p/v).

5. Aplicação de 60 microlitros do filtrado proveniente de uma amostra original de 10 g de suco sem enzimo, a qual foi clarificada, empregando-se o método de C. Carrez (17). Foi depois diluída com água destilada até completar o volume de 100 ml, homogeneizada com forte agitação manual e filtrada em papel de filtro comum, obtendo-se, assim, o filtrado a ser usado nas aplicações.
6. Aplicação de 60 microlitros do filtrado proveniente de uma amostra original de 10 g de suco sem enzimo. Esta amostra foi tratada com 4% (p/p) de Rhozyme S, à temperatura de 58°C, durante uma hora, clarificada, diluída, homogeneizada e filtrada, utilizando-se o mesmo procedimento da aplicação do suco sem enzimo, obtendo-se o filtrado a ser usado nas aplicações.
7. Aplicação de 60 microlitros do filtrado proveniente de uma amostra original de 10 g de suco sem enzimo. Esta amostra foi tratada com 7% (p/p) de Okazime TG-R, à temperatura de 53°C, durante uma hora, clarificada, diluída, homogeneizada e filtrada, utilizando-se o mesmo procedimento da aplicação do suco sem enzimo, obtendo-se o filtrado a ser usado nas aplicações.

3.7. Concentração do suco

3.7.1. Concentrador

Na operação de concentração, empregou-se suco de maracujá processado, sem tratamento enzimico, a fim de verificar o efeito do seu conteúdo de amido nessa operação. Fêz-se a concentração em aparelho Centri-Therm tipo CT-1B, evaporador de filme fino, centrífugo, fabricado pela Alfa-Laval (Figura 21), no qual se emprega o princípio de evaporação à baixa temperatura e a vácuo elevado.

A superfície de evaporação é formada de um cone girante (A), em cuja parte interna o líquido a ser evaporado é alimentado no ponto (B). Devido à força centrífuga e gravitacional, o líquido flui ao longo da superfície do cone numa camada fina e é, em parte, evaporado durante o fluxo. O con-

centrado é coletado no tubo (C), enquanto o vapor é conduzido para um condensador (E, na Figura 22), onde o destilado-condensado é também resfriado.

O cone de evaporação é construído de aço inoxidável de 1,0 mm de espessura. A superfície de evaporação é de 0,1007 m²; a velocidade de rotação é 1.380 r.p.m. O aquecimento é efetuado por meio do vapor em tórno do cone (10).

O líquido a ser concentrado é colocado em um recipiente de aço inoxidável (B, na Figura 22).

O destilado e o concentrado são coletados em recipientes de vidro (F, H), para pesagem e retirada de amostras.

A temperatura de evaporação é controlada por regulagem de pressão por uma válvula de ar, colocada depois do condensador, sendo a temperatura do vapor regulada automaticamente por meio de duas válvulas de membranas (I, J).

Os catálogos da Alfa-Laval apresentam as seguintes informações sobre o concentrado Centri-Therm CT-1B:

- a. Capacidade máxima. É de 50 kg de água evaporada por hora, à temperatura de 50°C.
- b. Tempo de contacto. O líquido a ser tratado atravessa a superfície de aquecimento em um segundo, o que garante um tratamento suave e um concentrado de alta qualidade.
- c. Fôrça centrífuga. Aproximadamente de 200 G.
- d. Condições de transferência de calor. A fôrça centrífuga espalha o líquido a ser tratado em camada turbulenta, excepcionalmente fina, ao mesmo tempo que expulsa imediatamente o condensado que se forma na superfície externa do cone centrífugo, que é aquecido a vapor, conservando-a sêca e uniformemente aquecida. Desta maneira, são criadas perfeitas condições de transferência de calor.

3.7.2. Experimentos

As amostras de suco processado, empregadas nos dois testes de concentração realizados, foram retiradas da câmara frigorífica e descongelada-

das em um tacho de aço inoxidável (MAINCAL - Máquinas Industriais e Caldeira-ria Ltda.), provido de agitador mecânico e camisa para injeção de vapor.

A amostra de 25 litros de suco empregada no primeiro teste foi descongelada, utilizando-se apenas o agitador do tacho, e deixando-a atingir a temperatura ambiente (18°C), antes de ser alimentada no evaporador. Durante esse teste, a temperatura de evaporação variou entre $41-48^{\circ}\text{C}$.

Os dados bibliográficos sobre a viscosidade do suco de maracujá da espécie *P. edulis* Sims indicam que a mesma decresce com o aumento de temperatura, até a temperatura de $60-65^{\circ}\text{C}$ (Figura 20) (14). Por falta de aparelho (amilógrafo) adequado para efetuar a determinação de viscosidade, variando-se o tempo e a temperatura, não se procedeu esse estudo no suco de maracujá da variedade *P. edulis* f. *flavicarpa*. Sabe-se que qualquer fluido com alta viscosidade é difícil de ser concentrado, devido ao filme espesso que forma na superfície de aquecimento do concentrador, evaporando-se, assim, pequena quantidade de água ou substâncias voláteis presentes, em relação à quantidade de fluido que passa através desses aparelhos.

Executou-se, por isso, um segundo teste, com pré-aquecimento da amostra de suco a ser alimentada no Centri-Therm, a fim de verificar sua influência na viscosidade do suco e, portanto, na sua concentração.

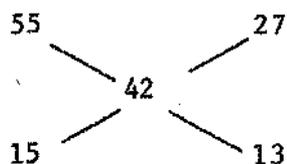
A amostra de 25 litros de suco empregada no segundo teste foi parcialmente descongelada por agitação, utilizando-se o agitador do tacho, e, em seguida, aquecida durante 10 minutos até atingir a temperatura de 80°C , continuando-se a agitação do suco e injetando-se vapor na camisa do tacho. A amostra aquecida foi retirada do tacho e alimentada no concentrador à temperatura de 68°C . Durante esse teste, a temperatura de evaporação variou de $41-55^{\circ}\text{C}$.

Nos dois testes de concentração realizados, o suco processado utilizado passou uma única vez através do Centri-Therm.

As amostras dos concentrados obtidos nos dois testes foram colocadas em latas com verniz epoxi e capacidade para 1 kg. Em seguida, as latas foram fechadas numa recravadeira mecânica (John Heine, Sydney model 71D, Séries 2), a vácuo de 25 polegadas de mercúrio, e armazenadas em congelador à temperatura de -25°C (Figura 1).

Preparou-se uma amostra de suco concentrado, por meio da operação de "cut-back", utilizando-se suco concentrado, obtido no segundo teste, e suco natural. Esta operação consiste na adição de suco natural ao suco concentrado, com a finalidade de se restituir ao suco concentrado o sabor e o aroma característicos do suco natural, que são perdidos, em parte, durante a pasteurização e a concentração. A proporção da mistura de suco natural e suco concentrado é determinada conforme está indicado no exemplo dado a seguir.

Exemplo numérico. Se o concentrado obtido no evaporador apresenta 55° Brix e o suco natural 15° Brix, desejando-se um concentrado de 42° Brix, constrói-se a seguinte "cruz de mistura":



$$55 - 42 = 13$$

$$42 - 15 = 27$$

$$\underline{46}$$

Conclusão: Deve-se misturar 27 partes do suco de 55° Brix com 13 partes do suco de 15° Brix, para obter-se um suco com 42° Brix.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Extração do suco

Na extração do suco obteve-se um rendimento de 28,8%, calculado a partir do volume de suco obtido em relação ao peso da quantidade de fruto integral empregada.

Nas análises físico-químicas do suco natural e do suco processado, obtiveram-se os seguintes resultados:

1. Suco natural: Sólidos solúveis = 15,00%; acidez = 4,26%; relação °Brix/acidez = 3,52; pH = 2,90; pectato de cálcio = 0,03%; açúcares redutores = 6,27%; açúcares totais = 7,84%; amido = 2,76%; ácido ascórbico = 29,1 mg/100 g.

As análises do suco natural foram realizadas logo após sua extração (Tabela 1).

2. Suco processado: Sólidos solúveis = 13,55%; acidez = 3,52%; relação °Brix/acidez = 3,84; pH = 2,95; açúcares redutores = 4,54%; açúcares totais = 7,06%; ácido ascórbico = 16,7 mg/100 g.

As análises do suco processado foram feitas após um período de 43 dias de armazenamento, à temperatura de -35°C, quando se realizaram os testes de sua concentração (Tabela 1).

4.2. Estudo microfotográfico do amido

Mediante este estudo, verificou-se que o amido de maracujá da variedade *P. edulis f. flavicarpa* possui grânulos da mesma forma esférica, mas de tamanhos diferentes, tendo os grânulos pequenos um diâmetro próximo de 5 microns e os grânulos maiores um diâmetro próximo de 15 μ (Figs. 2 e 3).

Na determinação da temperatura de intumescimento dos grânulos, fizeram-se as seguintes observações:

1. Com o aquecimento do suco à temperatura de 60°C, observou-se que não havia quase nenhuma alteração no tamanho dos dois tipos de grânulos (Fig. 4 e 5).
2. Aquecendo-se o suco à temperatura de 65°C, iniciou-se o intumescimento dos grânulos maiores (Figuras 6 e 7).
3. Com o aquecimento do suco à temperatura de 70°C, iniciou-se o intumescimento dos grânulos menores (Figuras 8 e 9).
4. Com o aquecimento do suco à temperatura de 75°C, os dois tipos de grânulos apresentaram-se quase totalmente gelatinizados (Figuras 10 e 11).
5. Com aquecimento à temperatura de 80°C, verificou-se a completa gelatinização dos grânulos de amido.
6. No exame do suco de maracujá processado, verificou-se que os grânulos de amido estavam completamente gelatinizados.

4.3. Hidrólise do amido

Nas experiências da hidrólise enzimica do amido do suco de maracujá, obtiveram-se os seguintes resultados:

1. No tratamento do suco natural com várias concentrações de Okazime TC-R, até a concentração de 4,0% (p/p), obteve-se o máximo aumento de 1,61% de dextrose. Representando-se os resultados em um gráfico (Figura 12), verificou-se que a curva obtida era ascendente, mas não atingia o plano horizontal, o que indicaria uma produção máxima de dextrose e, conseqüentemente, a hidrólise completa do amido.
2. No tratamento do suco natural com 5,0, 6,0 e 7,0% (p/p) de Okazime TC-R, variando-se o tempo de hidrólise, obtiveram-se, respectivamente, os aumentos máximos de 1,89, 2,20 e 2,26% de dextrose. Expressando-se os resultados em um gráfico (Figura 13), verificou-se que a curva ascendente, correspondente à concentração de 7,0% de enzimo, atingia o plano horizontal.
3. No tratamento do suco natural, variando-se a concentração de Rhozyme S até 3,50% (p/p), obteve-se o aumento máximo de 2,76% de dextrose. Os resultados expressos em um gráfico (Figura 14) resultaram em uma curva ascendente que também não chegava atingir o plano horizontal.

4. No tratamento do suco natural com 4,0% (p/p) de Rhozyme S, variando-se o tempo de hidrólise, obteve-se o aumento máximo de 3,07% de dextrose. Os resultados locados em gráfico (Figuras 15), deram uma curva ascendente que atingia o plano horizontal.
5. No tratamento do suco processado com 7,0% (p/p) de Okazime TG-R, variando-se o tempo de hidrólise, obteve-se o aumento máximo de 2,30% de dextrose. A curva dos resultados foi ascendente e atingia o plano horizontal (Figura 16).
6. No tratamento do suco processado com 4,0% (p/p) de Rhozyme S, variando-se o tempo de hidrólise, obteve-se o aumento máximo de 3,07% de dextrose. A curva dos resultados também foi ascendente e atingia o plano horizontal (Figura 17).

4.4. Cromatografia de açúcares

Após a revelação das cromatografias feitas em camada delgada e em papel, verificou-se o seguinte:

4.4.1. Cromatograma em camada delgada

1. Nas direções dos pontos de aplicação das amostras, apresentaram-se nove manchas, que correspondiam: uma a cada um dos padrões de açúcar, em número de quatro; uma ao suco sem enzimo; uma ao suco tratado com Rhozyme S; e três ao suco tratado com Okazime TG-R (Figura 18).
2. Nas manchas dos açúcares de suco sem enzimo e do suco tratado com Rhozyme S, verificou-se a junção das cores das manchas correspondentes aos padrões sacarose, frutose e dextrose.
3. Somente a mancha superior dos açúcares do suco tratado com Okazime TG-R apresentou a junção das cores dos padrões sacarose, frutose e dextrose.
4. Nenhuma das manchas correspondentes às aplicações do suco apresentou vestígios da coloração do padrão maltose.

5. As duas manchas inferiores, correspondentes ao suco tratado com Okazime TG-R, apresentaram cores de fraca intensidade, diferentes das cores dos padrões empregados.
6. Na mancha dos açúcares do suco tratado com Rhozyme S, verificou-se que a coloração correspondente à dextrose foi bem mais intensa que nas manchas dos açúcares do suco sem enzimo e do suco tratado com Okazime TG-R.

4.4.2. Cromatograma em papel

1. Nas direções dos pontos de aplicação das amostras, apresentaram-se sete manchas, que correspondiam: uma a cada um dos padrões de açúcar, em número de quatro; uma ao suco sem enzimo; uma ao suco tratado com Rhozyme S; e uma ao suco tratado com Okazime TG-R (Figura 19).
2. Nas manchas dos açúcares do suco sem enzimo, do suco tratado com Rhozyme S e do suco tratado com Okazime TG-R, verificou-se a junção das cores das manchas correspondentes aos padrões sacarose, frutose e dextrose.
3. Na mancha dos açúcares do suco tratado com Rhozyme S, verificou-se que a coloração correspondente à dextrose foi bem mais intensa que nas manchas dos açúcares do suco sem enzimo e do suco tratado com Okazime TG-R.
4. Nenhuma das manchas correspondentes às aplicações do suco apresentou vestígios da coloração do padrão maltose.

4.5. Concentração do suco

Os resultados da concentração do suco de maracujá processado no Centri-Therm foram os seguintes:

1. Alimentando-se o suco à temperatura ambiente, obteve-se um concentrado de 44,05° Brix. Nas demais análises físico-químicas desse concentrado, encontraram-se os seguintes resultados: acidez = 11,51%; relação °Brix/

acidez = 3,83; pH = 2,85; açúcares redutores = 15,00%; açúcares totais = 23,76%; ácido ascórbico = 40,05 mg/100 g (Tabela 1).

2. Alimentando-se o suco à temperatura inicial de 68°C, obteve-se um concentrado de 55,87° Brix. Nas demais análises desse concentrado, encontraram-se os seguintes resultados: acidez = 13,63%; relação °Brix/ acidez = 4,10; pH = 2,85; açúcares redutores = 27,41%; açúcares totais = 32,20%; ácido ascórbico = 66,70 mg/100 g (Tabela 1).

3. Nas análises do suco concentrado obtido por meio da operação de "cut-back", obtiveram-se os seguintes valores: sólidos solúveis = 43,88%; acidez = 10,62%; relação °Brix/acidez = 4,13; pH = 2,75; açúcares redutores = 20,91%; açúcares totais = 24,98%; ácido ascórbico = 50,00 mg/100 g (Tabela 1).

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- 5.1. A completa gelatinização dos grânulos do amido de maracujá verifica-se à temperatura de 80°C, com aquecimento durante um intervalo de cinco minutos.
- 5.2. O baixo teor de pectina encontrado (0,03% de pectato de cálcio), leva-nos a concluir que a sua influência no aumento da viscosidade do suco é muito pequena, ao se comparar a influência desse teor com aquela apresentada por Pruthi (14), com a da adição de 0,5% de pectina ao suco de maracujá sem amido, da espécie *P. echulis* Sims (Figura 21).
- 5.3. Pelos resultados quantitativos da hidrólise do amido de maracujá e pela comprovação desses resultados, verificada qualitativamente, mediante as cromatografias dos açúcares resultantes dessa hidrólise, conclui-se que o enzimo Rhozyme S é mais efetivo na conversão desse amido em dextrose.
- 5.4. Comparando-se os resultados das hidrólises do suco natural e do suco processado, para o mesmo tipo de enzimo, verifica-se que o aumento em açúcares, expresso em % de dextrose, é, praticamente, o mesmo em ambos os casos. Isso leva-nos a concluir que a passagem do suco pela centrífuga separadora utilizada não foi suficiente para separar o amido, apesar de alguns autores indicarem essa operação para a eliminação do amido, durante o processamento (6, 14).
- 5.5. Os bons resultados obtidos na concentração podem, em parte, ser atribuídos às excelentes condições oferecidas pelo Centri-Therm, quais sejam:
 - a. Baixa temperatura de evaporação.
 - b. Curto intervalo de tempo de contacto do suco com a superfície de aquecimento.
 - c. Boas condições de troca de calor.
 - d. A força centrífuga que evita a deposição de possíveis formações de suco caramelizado ou amido gelatinizado.

5.6. O alto teor de enzimo usado leva-nos a eliminar a possibilidade de seu emprêgo na hidrólise do amido contido no suco de maracujá, devido aos altos custos que êsse tratamento acarretaria ao processamento. Além disso, o teor de amido existente no suco de maracujá-peroça não justifica seu tratamento enzimico, antes da operação de concentração, utilizando-se um evaporador que tenha as características do Centri-Therm.

5.7. As características químicas dos sucos de maracujá, analisados quanto os teores de amido, levam-nos à conclusão de que os aparelhos trocadores de calor, para a finalidade de concentração, devem obedecer às especificações do aparelho utilizado, quanto aos itens:

- a. Temperatura de evaporação.
- b. Tempo de contacto.
- c. Condições de troca de calor.
- d. Fôrça centrífuga.

5.8. Recomenda-se a instalação de um tanque que tenha um sistema de aquecimento com contrôle de temperatura, a fim de aquecer o suco de maracujá a ser alimentado no Centri-Therm até a temperatura de evaporação neste aparelho, ou manter o suco com essa temperatura, nos casos em que já estiver aquecido, em consequência de sua pasteurização. As vantagens do pré-aquecimento do suco a ser alimentado no Centri-Therm são as seguintes:

1. O suco terá sua viscosidade diminuída, o que contribuirá para se obter um concentrado com maior teor em sólidos solúveis, como já foi explicado durante o trabalho.
2. A evaporação da água ou substâncias voláteis do suco será realizada, durante todo o intervalo de tempo de contacto do suco com a superfície de aquecimento do aparelho, e o calor cedido por essa superfície será totalmente utilizado nesta operação, contribuindo, também, para se obter um concentrado com maior teor em sólidos solúveis.

No caso em que o suco é alimentado à temperatura ambiente, parte do tempo de contacto é utilizada para elevar a temperatura do suco até

a temperatura de evaporação da água, e parte do calor cedido pela superfície de aquecimento é empregada para aquecer o suco até a temperatura de evaporação da água, sob o vácuo existente no evaporador.

5.9. Quando o aparelho concentrador não possuir a unidade recuperadora de aroma, recomenda-se:

1. Fazer a concentração dos 10-15% iniciais do destilado e adicioná-lo ao suco concentrado (14).
2. Fazer a operação de "cut-back".

6. FIGURAS E TABELAS

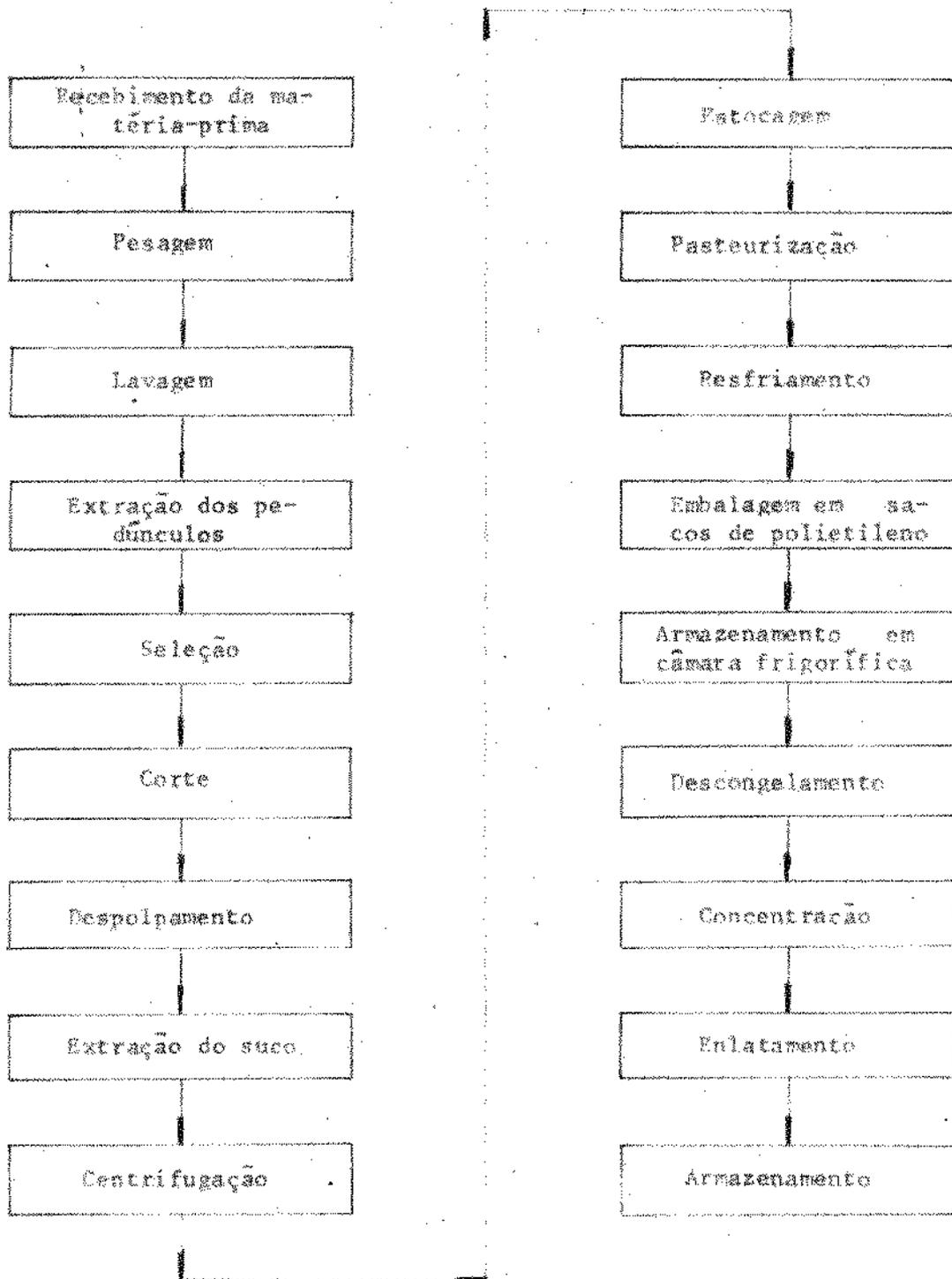


Figura 1. Fluxograma geral da linha de processamento utilizada para a obtenção do suco de maracujá concentrado.



Figura 2. Microfotografia dos grânulos de amido, tingidos com iôdo, de suco de maracujá, à temperatura ambiente (970 x).



Figura 3. Microfotografia dos grânulos de amido, tingidos com iôdo, de suco de maracujá, à temperatura ambiente (430 x).

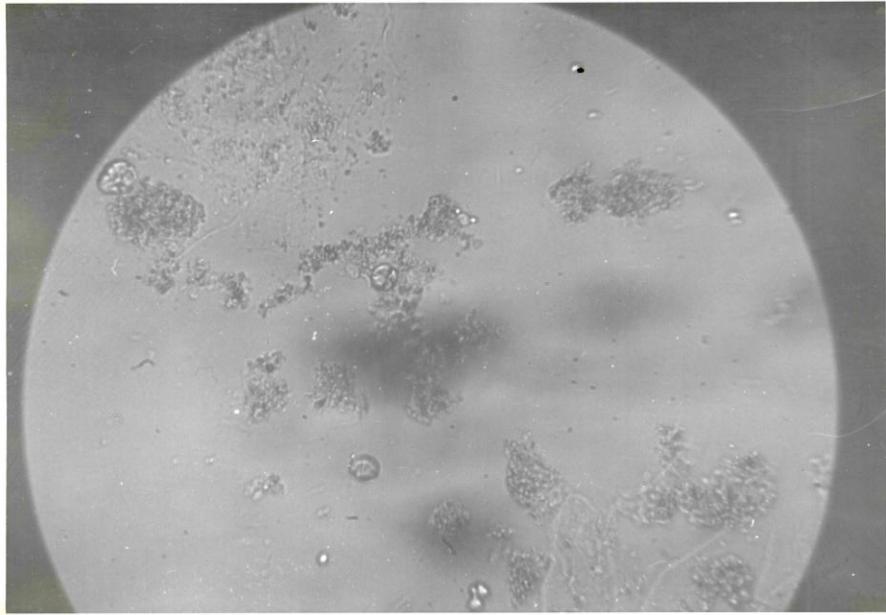


Figura 4. Microfotografia dos grânulos de amido de maracujá, sem iôdo, após aquecimento do suco a 60°C, durante 5 minutos (430 x).

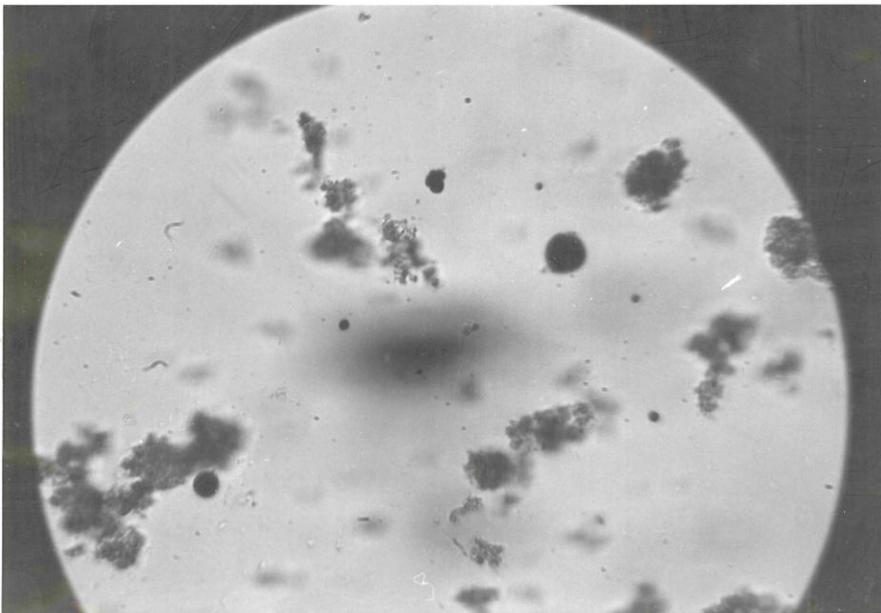


Figura 5. Microfotografia dos grânulos de amido de maracujá, tingidos com iôdo, após aquecimento do suco a 60°C, durante 5 minutos (430 x).

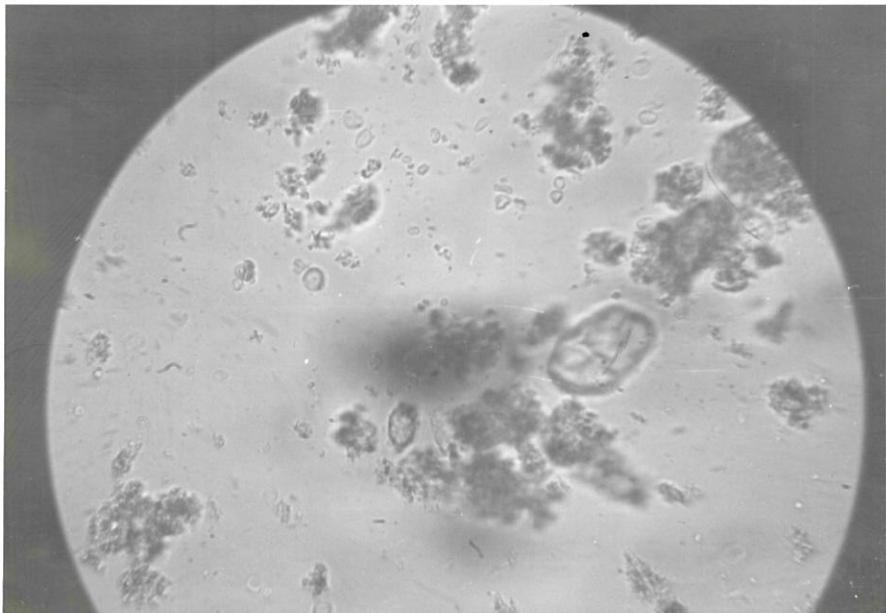


Figura 6. Microfotografia dos grânulos de amido de maracujá, sem iôdo, após aquecimento do suco a 65°C, durante 5 minutos (430 x).

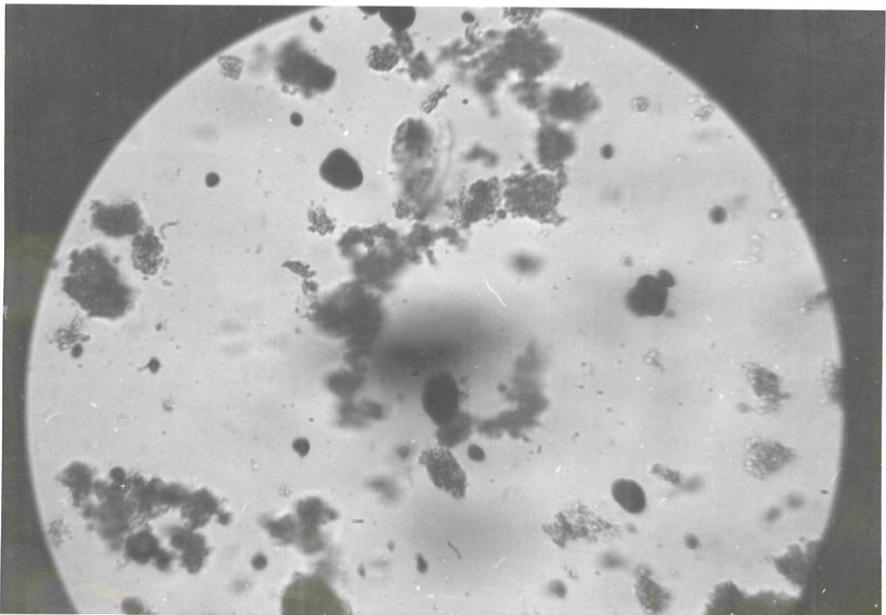


Figura 7. Microfotografia dos grânulos de amido de maracujá, tingidos com iôdo, após aquecimento do suco a 65°C, durante 5 minutos (430 x).

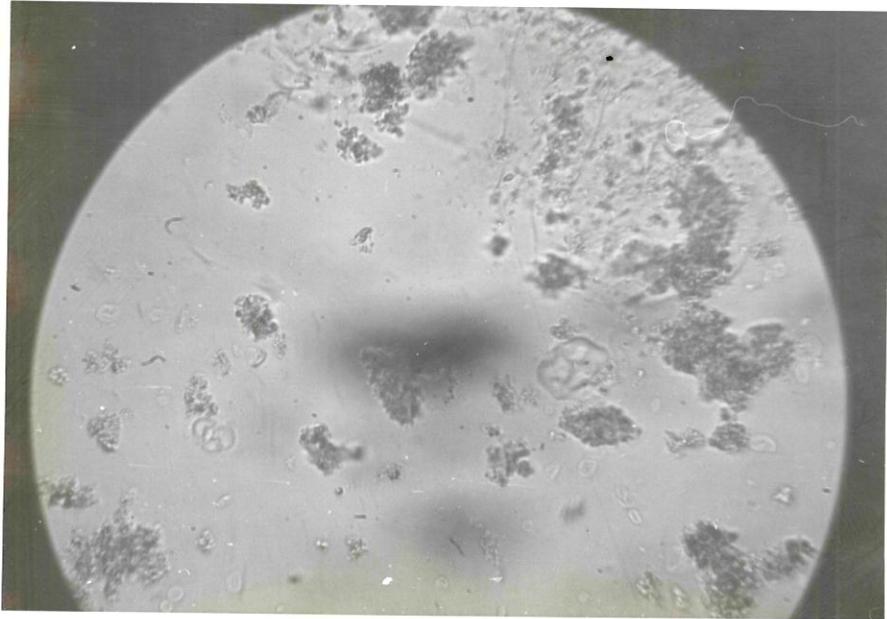


Figura 8. Microfotografia dos grânulos de amido de maracujá, sem iôdo, após aquecimento do suco a 70°C, durante 5 minutos (430 x).

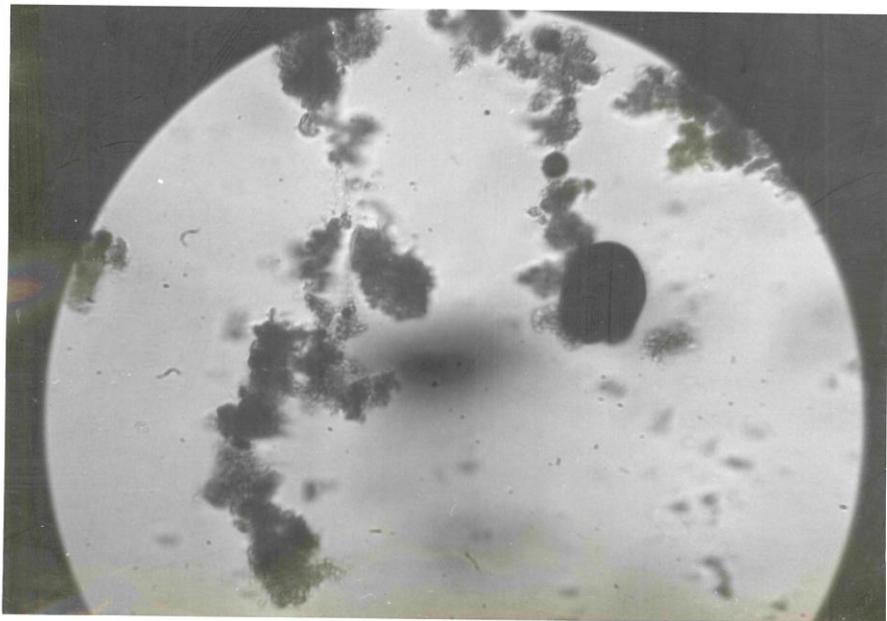


Figura 9. Microfotografia dos grânulos de amido de maracujá, tingidos com iôdo, após aquecimento do suco a 70°C, durante 5 minutos (430 x).

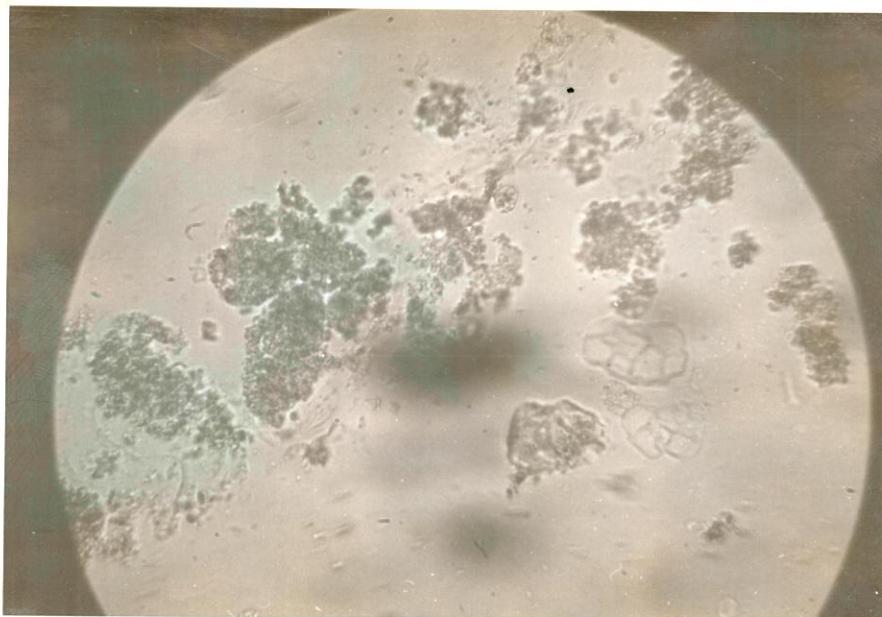
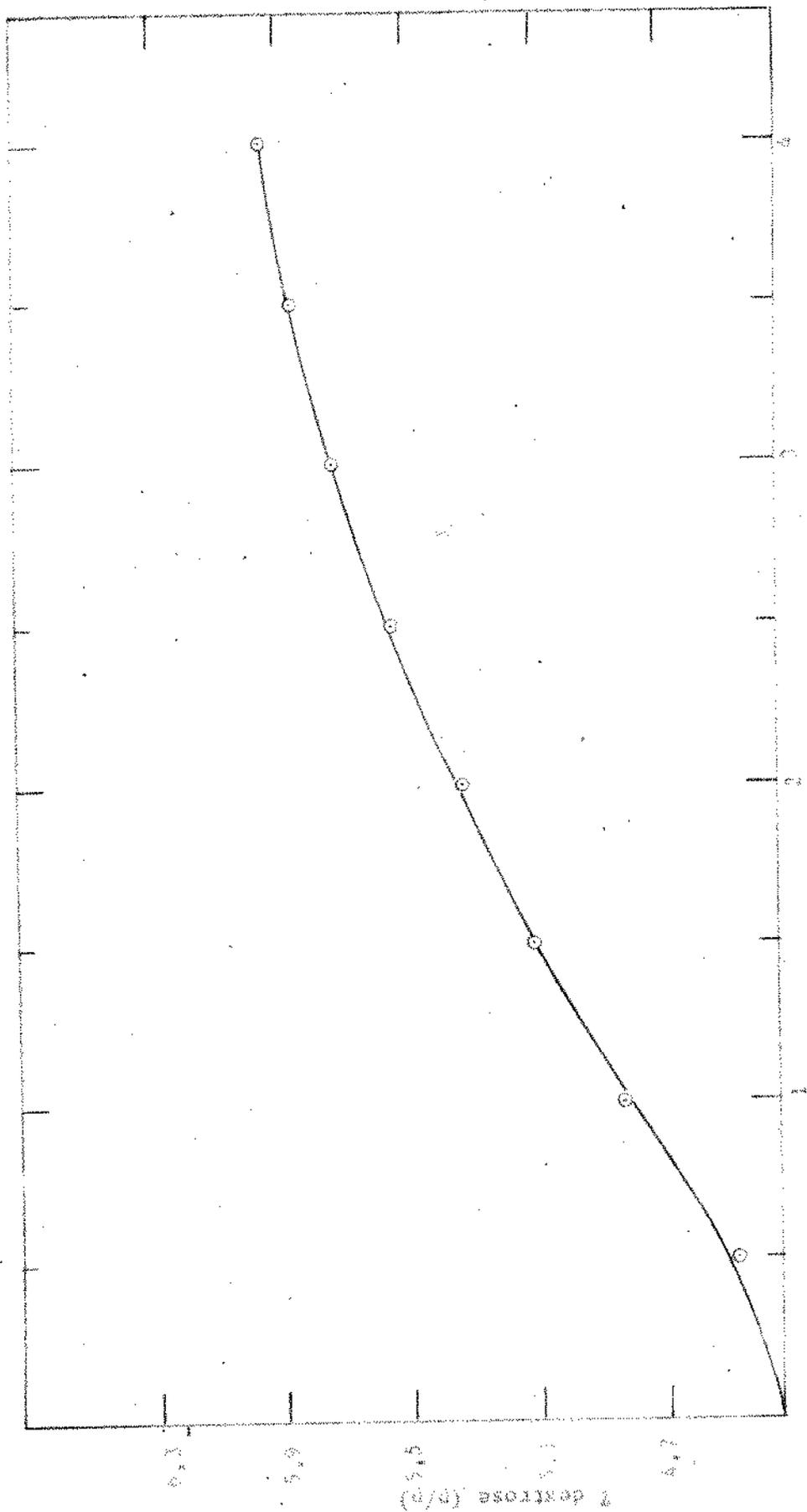


Figura 10. Microfotografia dos grânulos de amido de maracujã, sem iôdo, após aquecimento do suco a 75°C, durante 5 minutos (430 x).



Figura 11. Microfotografia dos grânulos de amido de maracujã, tingidos com iôdo, após aquecimento do suco a 75°C, durante 5 minutos (430 x).



concentração enzimica (U/p)

Figura 10. (continua) de curvas de reação de amilólise, durante uma hora, à 37°C, pH = 7,0, utilizando-se diferentes concentrações de amilólise natural, durante uma hora, à 37°C, pH = 7,0, utilizando-se diferentes concentrações de amilólise natural (M. de 10-100).

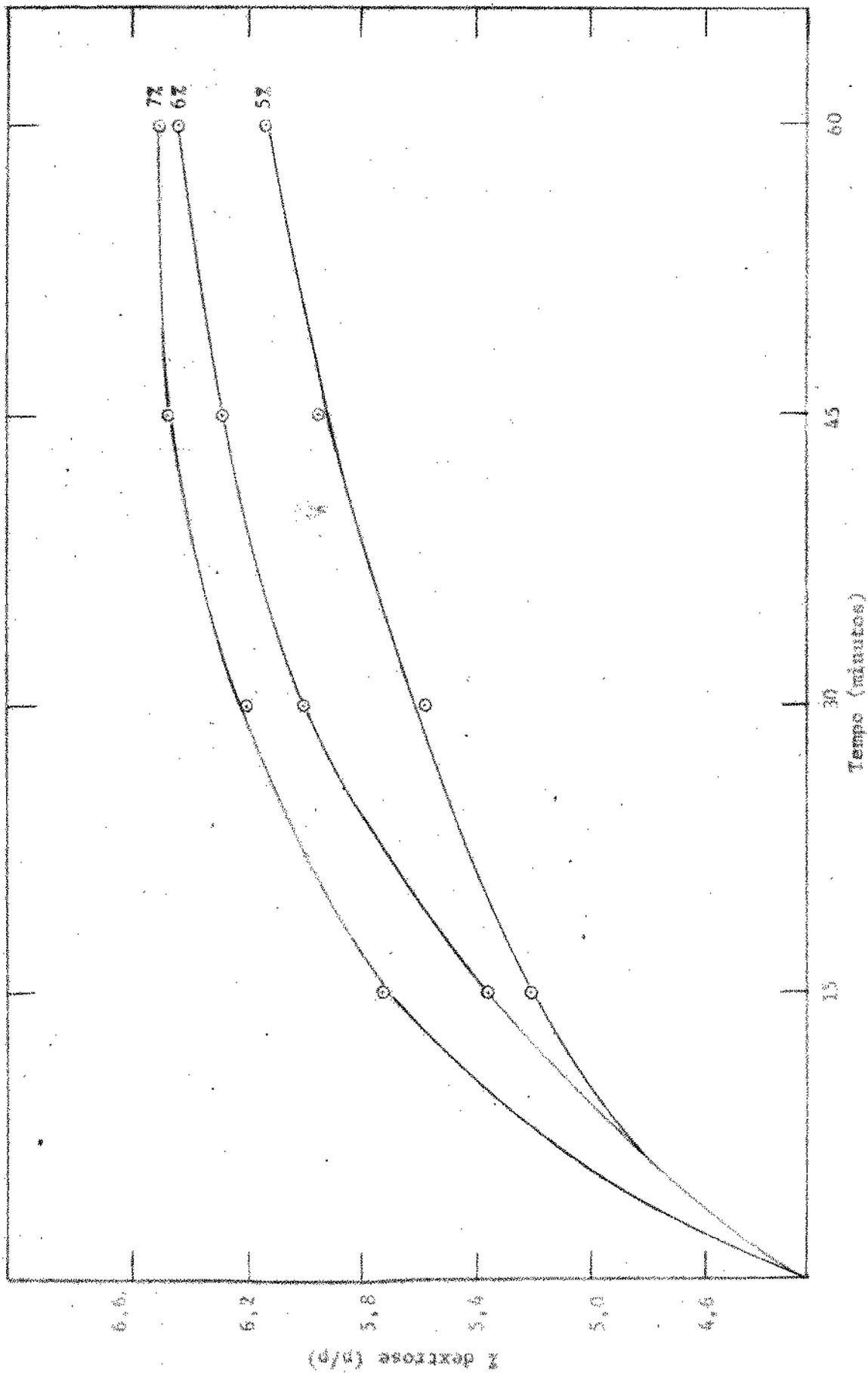


Figura 12. Tratamento do soro de maracujá natural, a 33°C, durante diferentes intervalos de tempo, pH = 2,90, utilizando-se diferentes concentrações de amilglucosidase (7%, 6% e 5%).

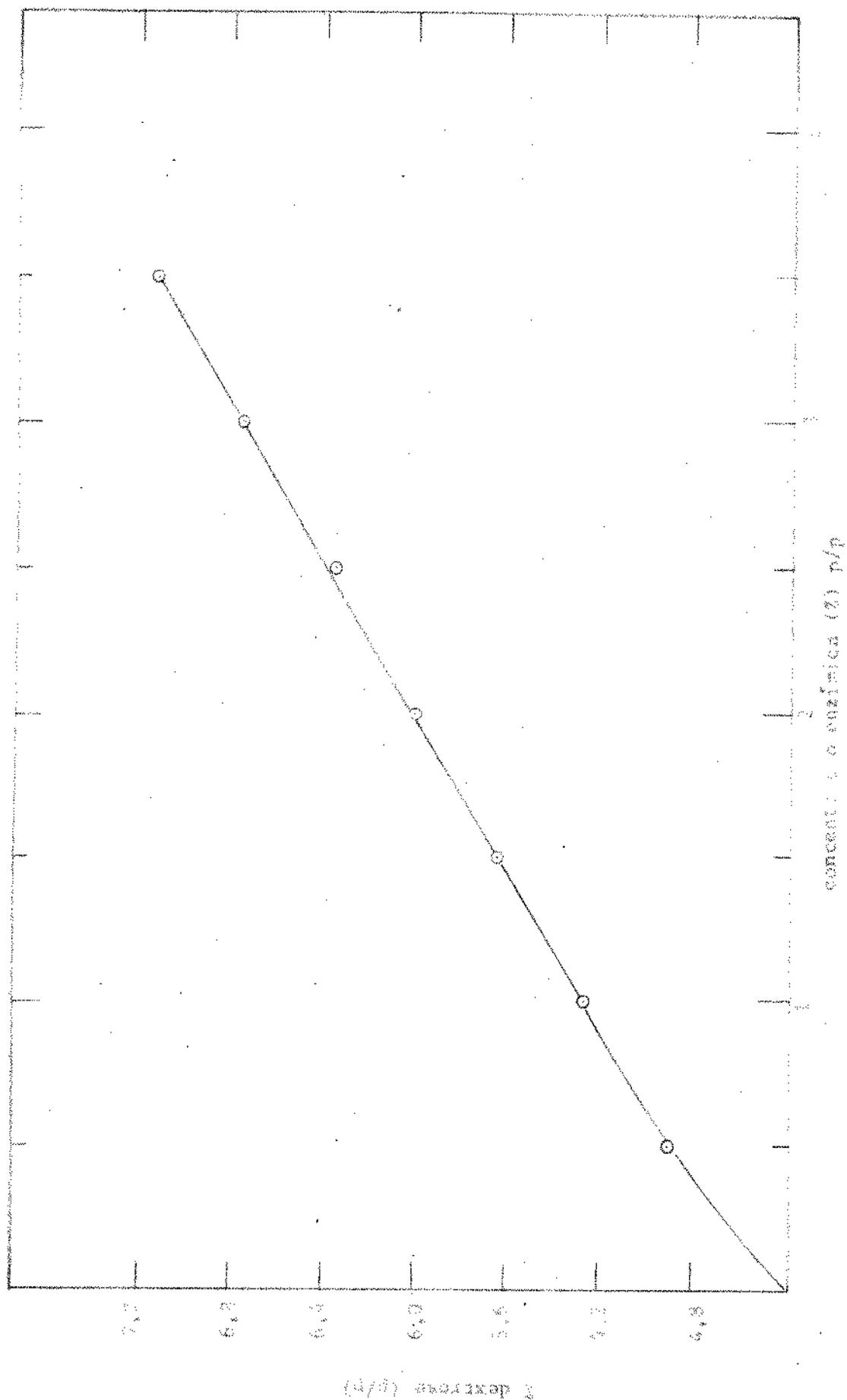


Figura 14. Tratamento do suco de maracujá natural, durante uma hora, a 54°C, pH = 3,90, utilizando-se diferentes concentrações de dextrase (Rhozyme S).

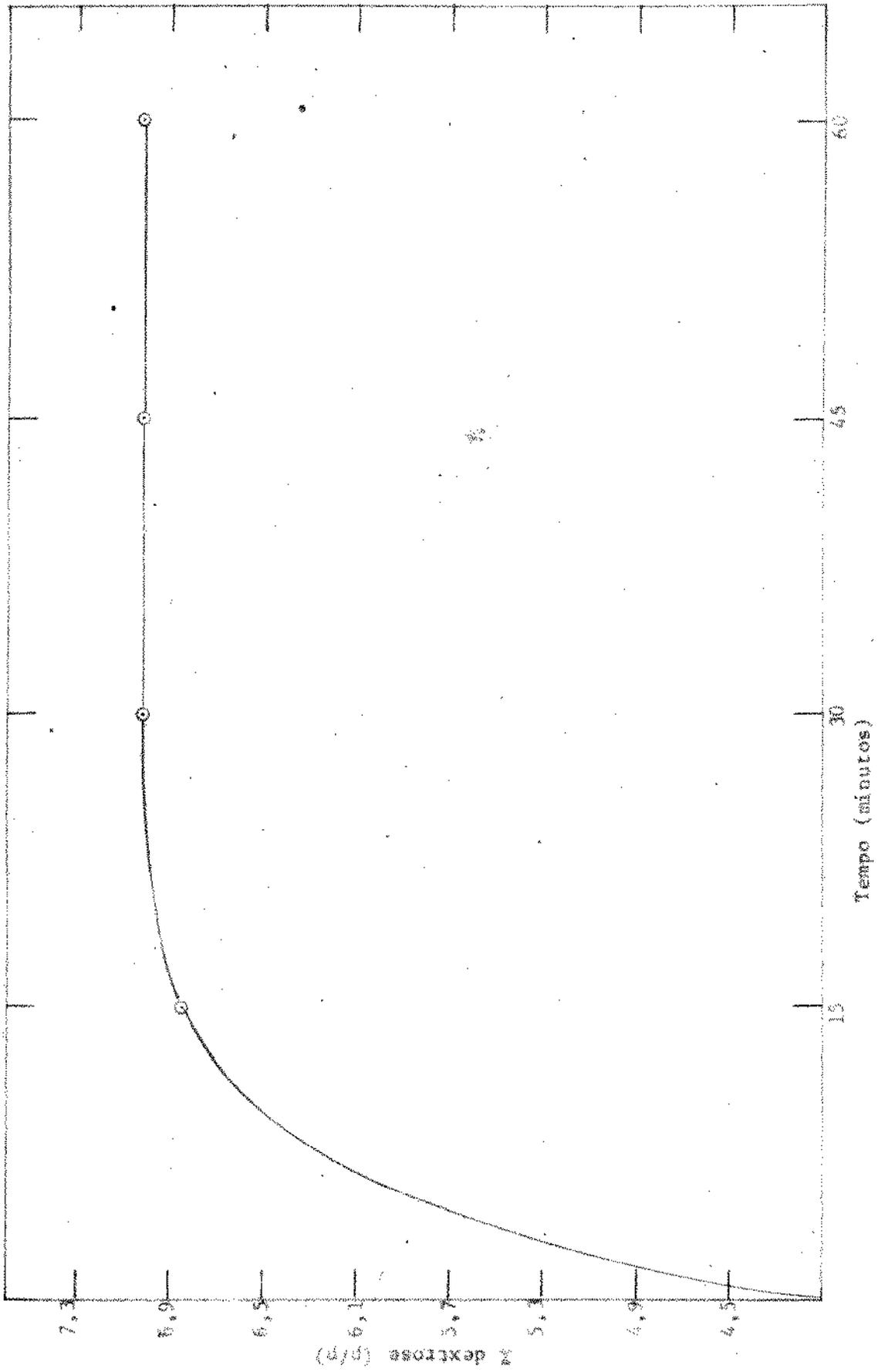


Figura 15. Tratamento do suco de maracujá natural, a 58°C, durante diferentes intervalos de tempo, pH = 2,90, utilizando-se 4% (p/p) de diástase (Rhozyme S).

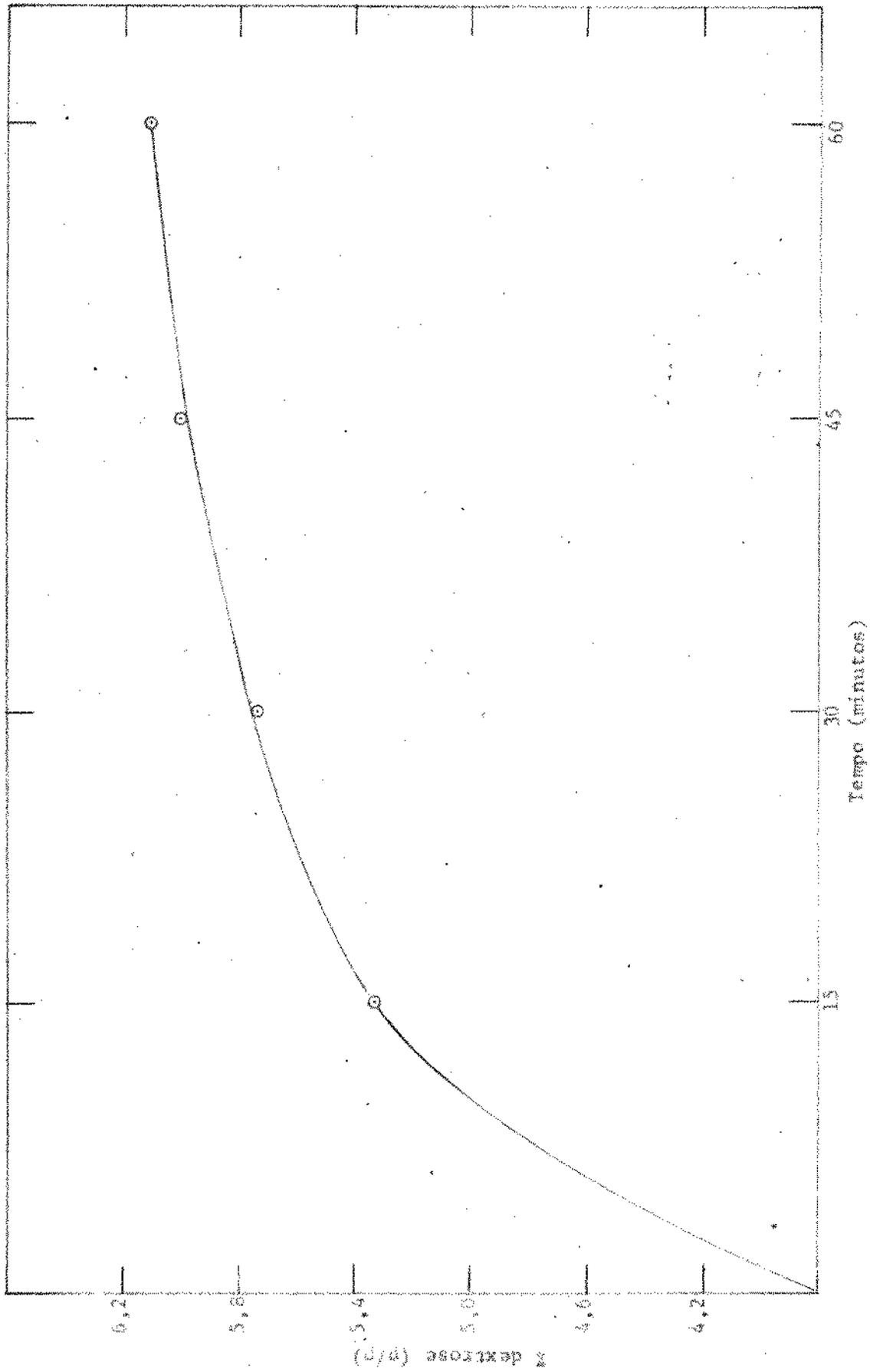


Figura 16. Tratamento do suco de maracujá processado, a 53°C, durante diferentes intervalos de tempo, pH = 2,95, utilizando-se 7% (p/p) de amiloglucosidase (Mazins, T.O-N).

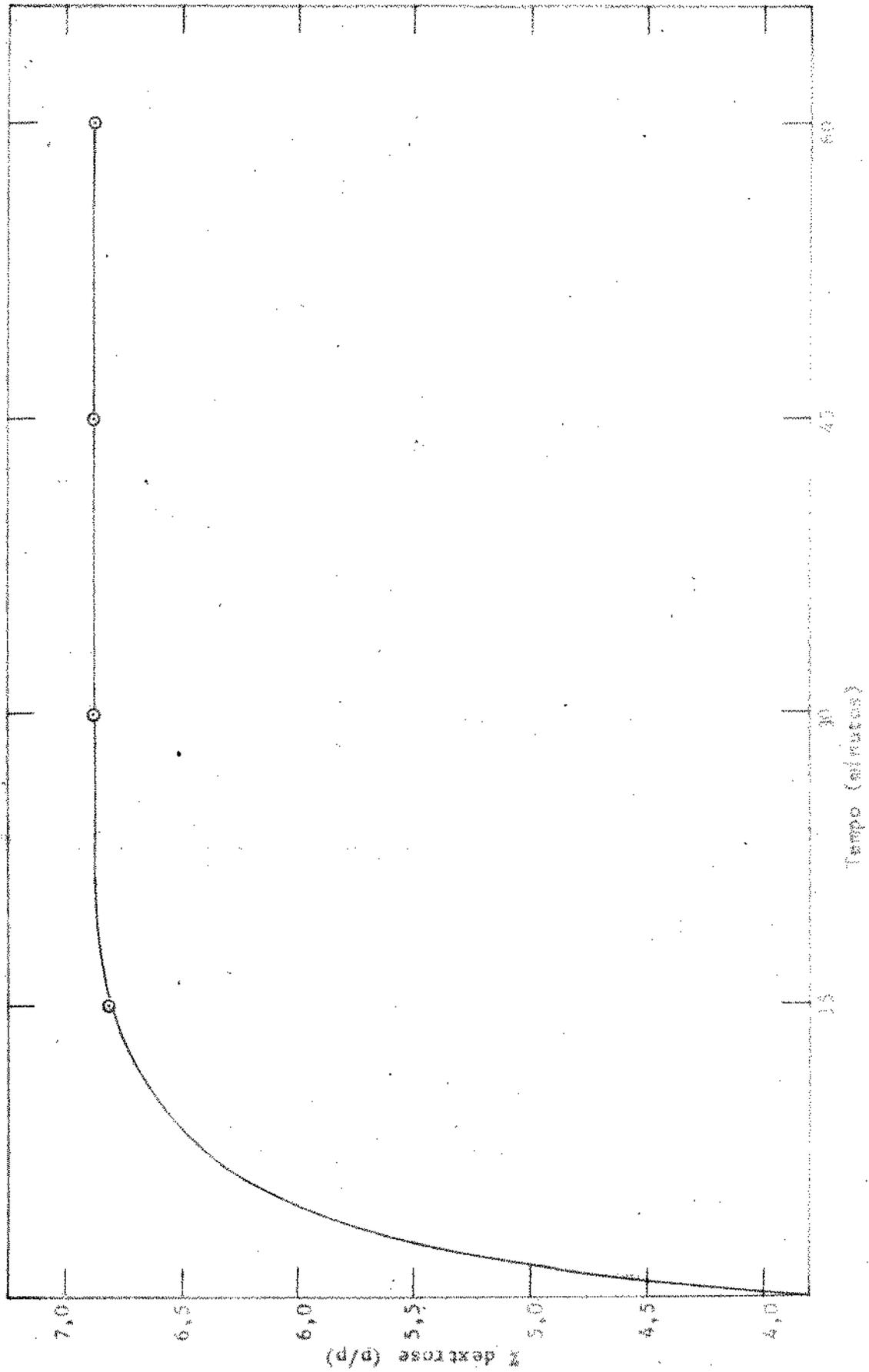


Figura 17. Tratamento do suco de maracujá processado, a 56°C, durante diferentes intervalos de tempo, pH = 2,95, utilizando-se 4% (p/p) de diástase (Rhozyme S).

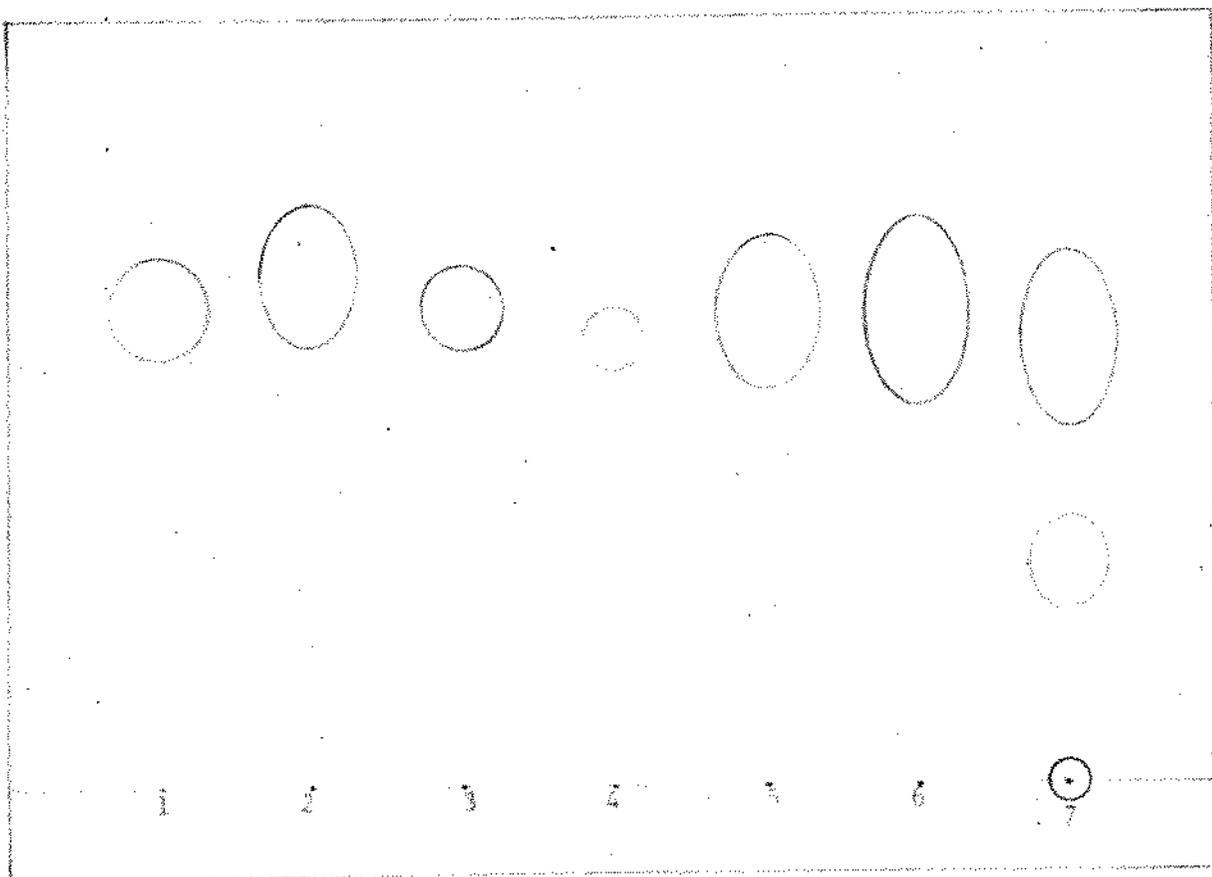


Figura 18. Representação da cromatografia de açúcares em camada delgada de sílica gel, utilizando-se suco de maracujá processado. Amostras aplicadas nos pontos:

- 1- Aplicação de 20 microlitros de sacarose 2% (p/v).
- 2- " " " " " frutose " "
- 3- " " " " " dextrose " "
- 4- " " " " " maltose " "
- 5- Aplicação de 60 microlitros de filtrado, proveniente de 10 g de suco sem enzimo, clarificado, diluído com água para 100 ml, homogeneizado e filtrado.
- 6- Aplicação de 60 microlitros de filtrado, proveniente de 10 g de suco, tratado com 4% (p/p) de Rhozyme S a 58°C, durante uma hora, clarificado, diluído a 100 ml e filtrado.
- 7- Aplicação de 60 microlitros de filtrado, proveniente de 10 g de suco, tratado com 7% (p/p) de Okazime TC-R a 53°C, durante uma hora, clarificado, diluído a 100 ml e filtrado.

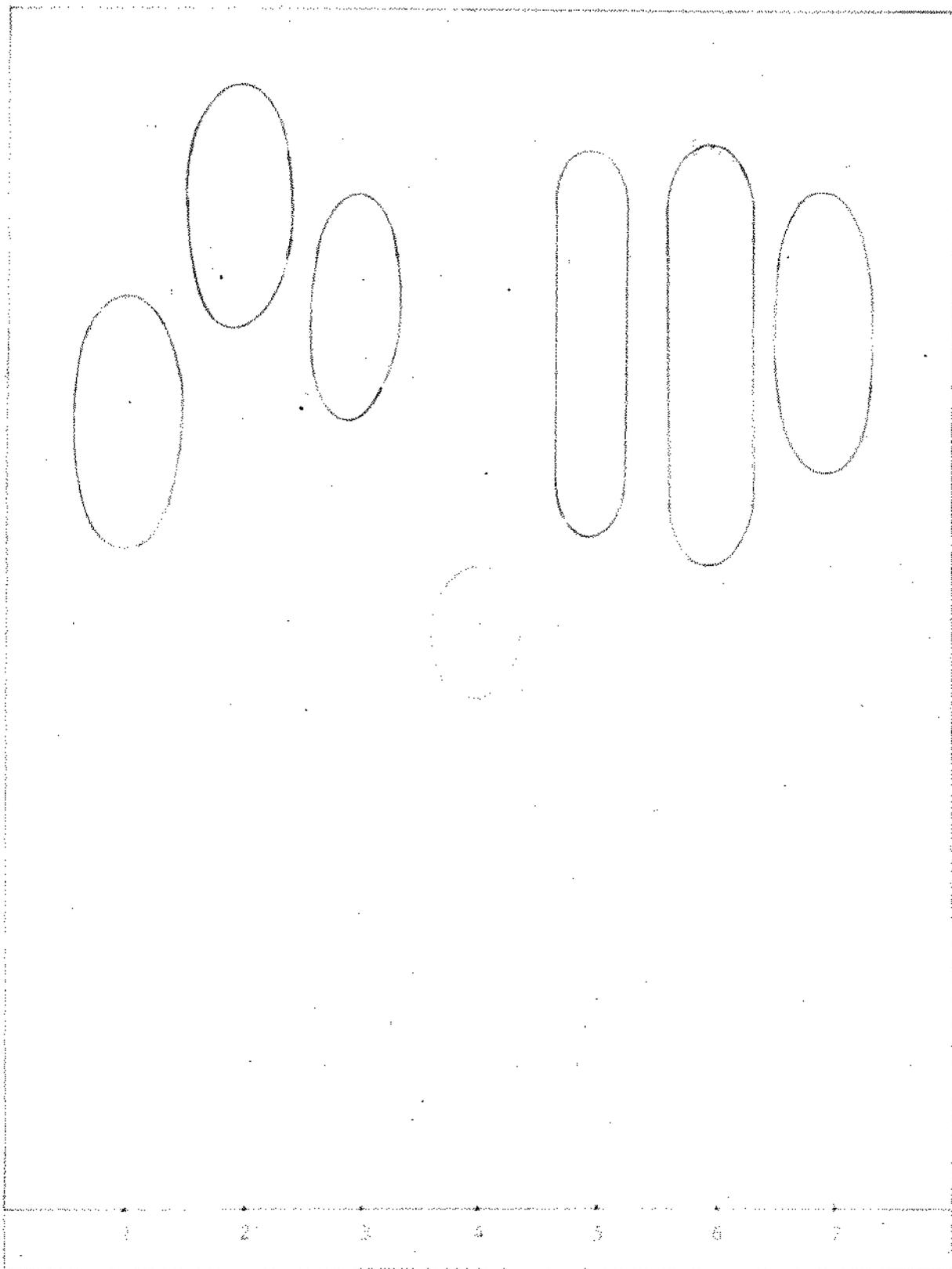


Figura 19. Representação da cromatografia de açúcares em papel, utilizando-se suco de maracujá processado.

Amostras aplicadas nos pontos:

- 1- Aplicação de 20 microlitros de sacarose 2% (p/v).
- 2- " " " " " frutose " "
- 3- " " " " " dextrose " "
- 4- " " " " " maltose " "
- 5- Aplicação de 60 microlitros de filtrado, proveniente de 10 g de suco sem enzimo, clarificado, diluído com água para 100 ml, homogeneizado e filtrado.
- 6- Aplicação de 60 microlitros de filtrado, proveniente de 10 g de suco, tratado com 4% (p/p) de Rhozyme S a 58°C, durante uma hora, clarificado, diluído a 100 ml e filtrado.
- 7- Aplicação de 60 microlitros de filtrado, proveniente de 10 g de suco, tratado com 7% (p/p) de Okazime TG-R a 53°C, durante uma hora, clarificado, diluído a 100 ml e filtrado.

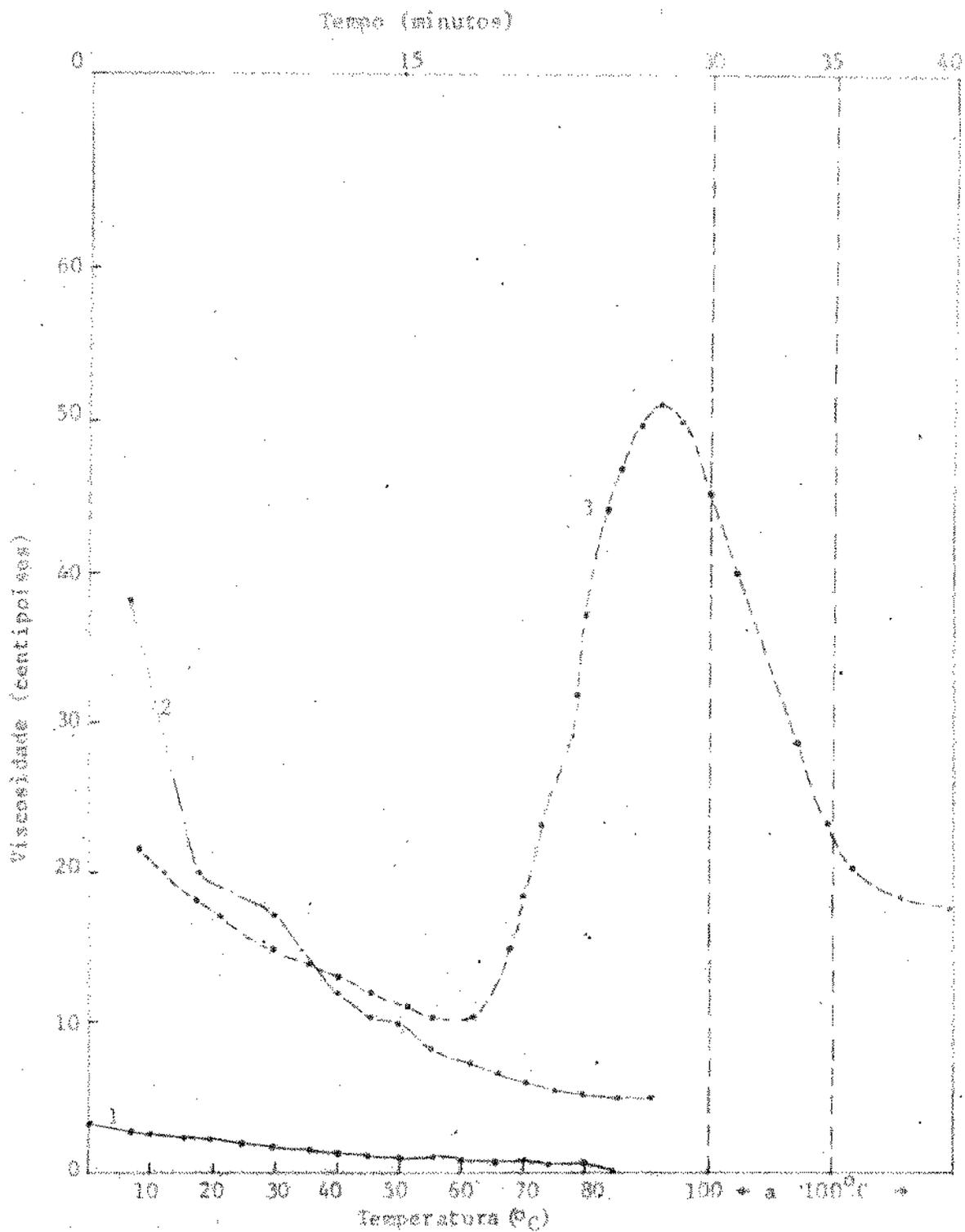


Figura 20. Afinidade entre temperatura e viscosidade no suco de maracujá (*Passiflora edulis* Sims): 1) suco de maracujá sem amido; 2) suco de maracujá sem amido com adição de 0,5% de pectina; e 3) suco de maracujá natural contendo 3,0% de amido (14).

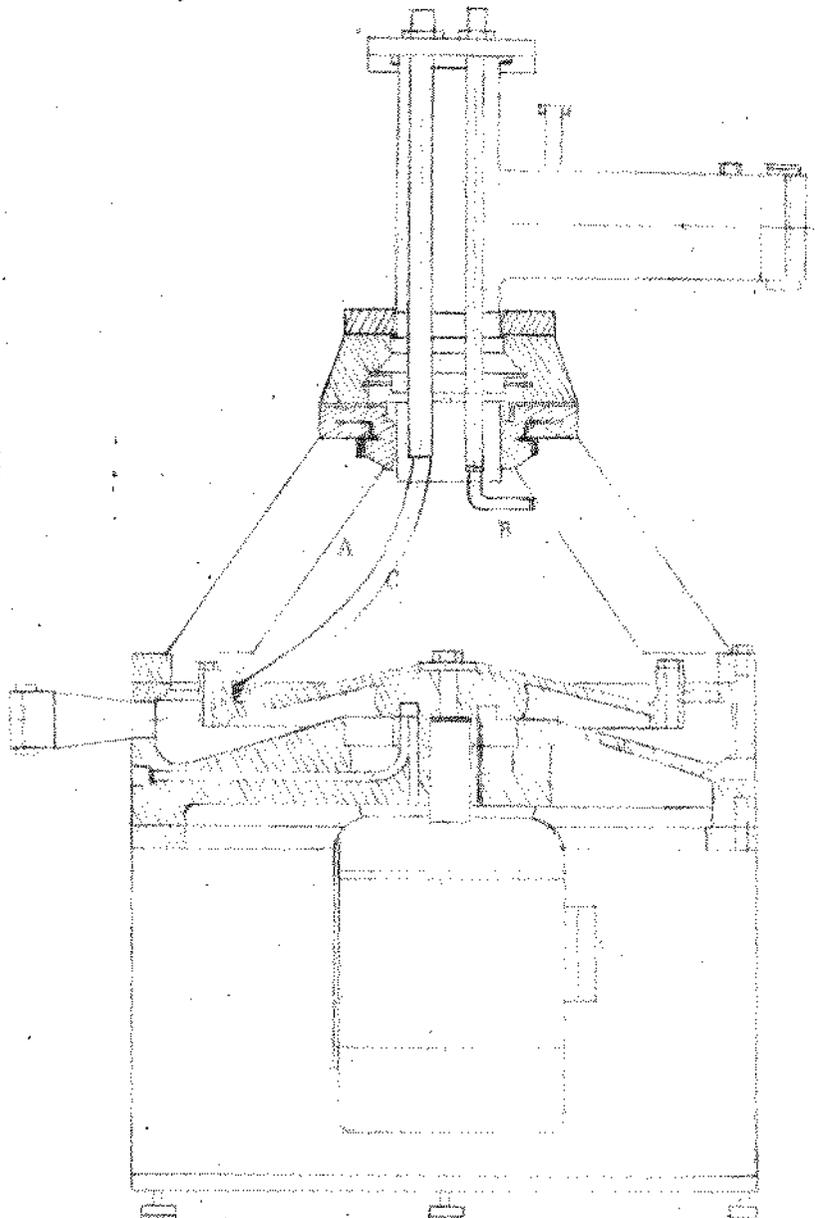


Figura 21. Evaporador de filmes Centri-Therm tipo CT-18.
A = cone girante; B = entrada de alimentação; C = tubo de saída de concentrado.

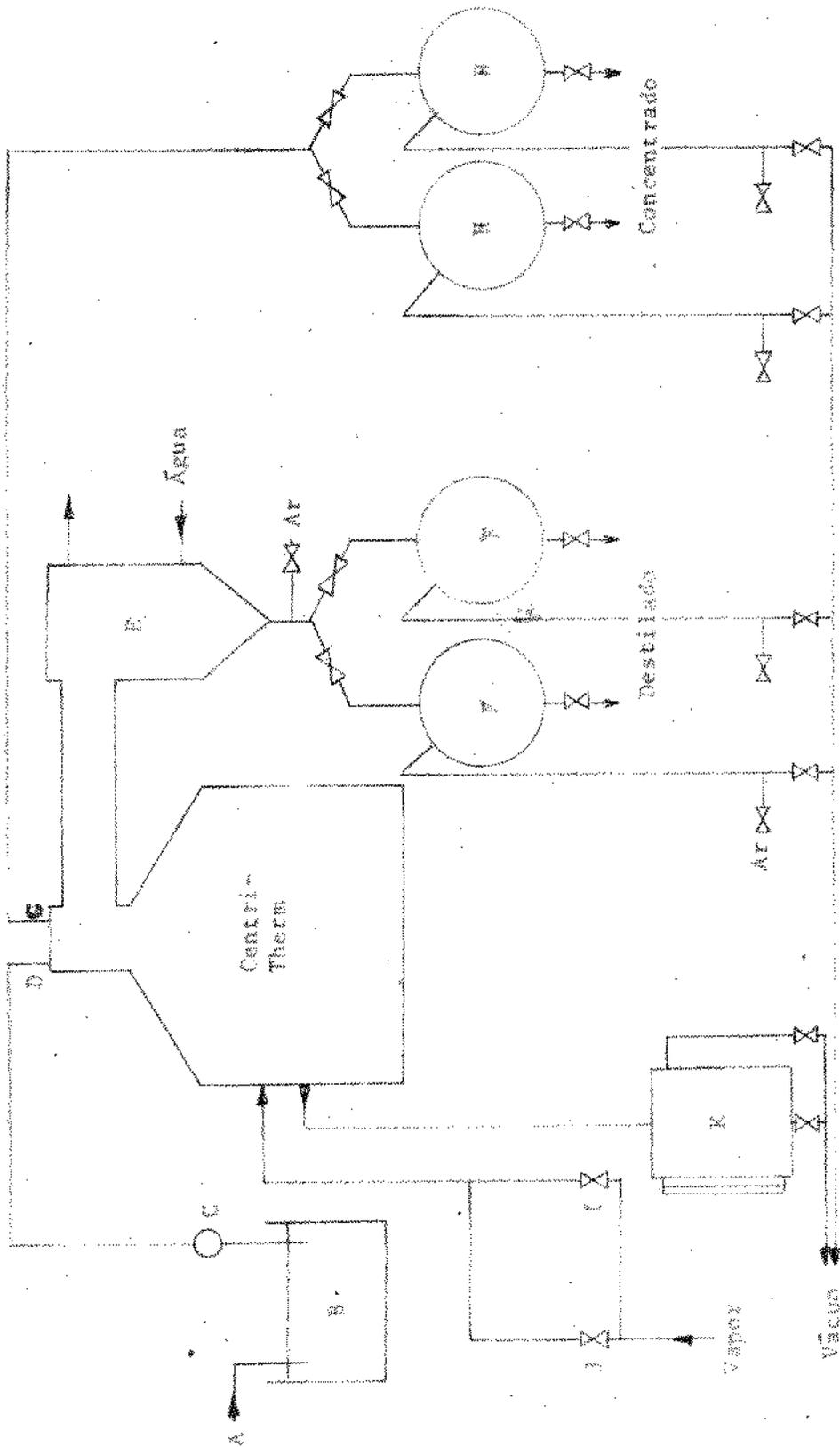


Figura 22. Fluxograma do evaporador Centri-Therm tipo CT-19.

A = alimentação; B = recipiente para estoque da alimentação; C = bomba; D = entrada da alimentação; E = condensador de vapor; F = coleta do destilado; G = saída do concentrado; H = coleta do concentrado; I = válvula de membrana; J = válvula de membrana; K = coleta do condensado do vapor.

Tabela 1. Características físico-químicas do suco de maracujá nas diferentes etapas do processamento utilizado

Características físico-químicas	SMN*	SMP	SMC-1	SMC-2	SMC-3
Sólidos solúveis (%)..	15,00	13,55	44,05	55,87	43,88
Acidez (%) p/p	4,26	3,52	11,51	13,63	10,62
°Brix/acidez	3,52	3,84	3,83	4,10	4,13
pH	2,90	2,95	2,85	2,85	2,75
Pectato de cálcio (%)..	0,03	-	-	-	-
Açúcares redutores (%)	6,27	4,54	15,00	27,41	20,91
Açúcares totais (%) ..	7,84	7,06	23,76	32,20	24,98
Amido (%)	-	-	-	-	-
Ácido ascórbico (mg%).	29,1	16,7	40,05	66,70	50,00

* Significado:

SMN = Suco de maracujá natural.

SMP = Suco de maracujá processado.

SMC-1 = Suco de maracujá concentrado, obtido a partir do suco processado des congelado, à temperatura ambiente.

SMC-2 = Suco de maracujá concentrado, obtido a partir do suco processado des congelado e aquecido até a temperatura de 80°C.

SMC-3 = Suco de maracujá concentrado, resultante da operação de "cut-back", misturando-se SMC-2 com o suco de maracujá natural.

7. BIBLIOGRAFIA

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. In Official and Tentative Methods of Analysis. Washington, D.C., 10th ed., p. 316, 1965.
2. CARVALHO, A.M. Noções Básicas para a Produção do Maracujá. Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo, Campinas, 9 p., 1969 (mimeografado).
3. CILLIE, C.G. & JOUBERT, F.J. Occurrence of an amylopectin in fruit of the grenadilla (*Passiflora edulis*). *J. Sci. Food Agr.* 1:355-357, 1950.
4. COX, H.E. & PEARSON, D. In The Chemical Analysis of Foods. Chemical Publishing Co., Inc. New York, N.Y., 1st ed., p. 162, 211, 1962.
5. GRAY, L.E. Procedures for Analysis of Citrus Juices. FMC Corporation, Lakeland, Florida, Revision Nº 4, 1964.
6. HAENDLER, L. La passiflore. *Fruits* 20(5): 235-245, 1965.
7. HEID, J.S. & JOSLYN, M.A. In Fundamentals of Food Processing Operations. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Conn., 3rd ed., p. 239-257, 1967.
8. JACOBS, M.B. In Chemical Analysis of Foods and Food Products, 3rd ed., p. 235, 927, 1958.
9. KERTESZ, Z.I. In The Pectic Substances. Interscience Publishers, Inc., 1st ed., p. 255, 1951.
10. MALKKI, Y. & VELDSTRA, J. Flavor retention & heat transfer during concentration of liquids in a centrifugal film evaporator. *Food Technology* 21(9): 15-20, 1967.
11. PARK, Y.K. Normalização dos Métodos para a Determinação da Atividade de Algumas Enzimas Industriais. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, Instruções Técnicas nº 2, p. 15, 1969.
12. PARK, Y.K. & PAPINI, R.S. Produção de enzimas industriais e sua aplicação no processamento de alimentos. *Boletim do Centro Tropical de Pesquisas e Tecnologia de Alimentos, Campinas*, Nº 16, p. 55-80, 1968.
13. PISA Jr., C.T. Cultura do Maracujá - Uma revisão bibliográfica. Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, Campinas, Série Boletim Técnico Nº 5, p. 102, 1966.
14. PRUTHI, J.S. Physiology, chemistry and technology of passion fruit. In Advances in Food Research, vol. 12, p. 203-282, 1963.

15. REED, G. In Enzymes in Food Processing. Academic Press, New York. p. 403-408, 1966.
16. ROBERTS, H.R. Analyst 79, 1443, 1957.
17. SCHORMÜLLER, J. In Handbuch der Lebensmittelchemie. Band II/2, p. 331, 1967.
18. STAHL, E. In Thin-Layer Chromatography. Academic Press Inc., Publishers, New York, London, 1st ed., p. 465, 1965.
19. TRESSLER, D.K. & JOSLYN, M.A. In Fruit and Vegetable Juice Processing Technology. AVI Publishing Company, Inc., Westport, Conn., 2nd ed., p. 303-310, 1971.
20. ZANGELMI, A.C.B. Evaporadores e suas aplicações nas indústrias de alimentos. Boletim do Centro Tropical de Pesquisas e Tecnologia de Alimentos, Campinas, Nº 4, p. 99-113, 1965.

8. AGRADECIMENTOS

Somos profundamente gratos ao Prof. Dr. Ottílio Guernelli, por sua orientação durante o desenrolar da tese.

Agradecemos à Organização dos Estados Americanos, à Universidade Estadual de Campinas e ao Instituto de Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade oferecida para que este trabalho fôsse realizado.

Agradecemos também o auxílio financeiro da Secretaria da Ciência e Tecnologia da Bahia e do Conselho Nacional de Pesquisas.

Agradecemos especiais ao Prof. Dr. Yong Kun Park, por sua valiosa colaboração nas experiências de laboratório, realizadas durante este trabalho.

E, finalmente, nossa gratidão a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução deste trabalho.