

# ESTUDO DO RENDIMENTO DO SUCO DE GOIABA EXTRAÍDO POR TRATAMENTO ENZIMÁTICO

\*Isabella Montenegro Brasil

\*\*Geraldo Arraes Maia

\*\*\*Raimundo Wilane de Figueiredo

## RESUMO

No presente trabalho foram empregados como matéria-prima frutos de goiaba da variedade vermelha (*Psidium guajava* L. var. *pomifera*) provenientes de cultivares da serra da Ibiapaba (Serra Grande), localizada em Ubajara, Ceará. Tratamento da polpa com enzimas pectinolíticas com o objetivo de aumentar o rendimento e reduzir a viscosidade do suco foi estudado. Condições ótimas com respeito a concentração de tempo de atuação enzimática foram investigadas. Rendimento de suco de 84,7% (baseado no peso da polpa) foi obtido com a polpa tratada com 600 ppm de enzima pectinolítica durante 120 minutos em 45°C, enquanto o rendimento da polpa não tratada foi de apenas 36,90% nas mesmas condições. O método de extração conjugada (mecânico/enzimático) mostrou ser mais efetivo com relação ao convencional (mecânico) uma vez que se obteve um incremento de 27,84% de suco (com base no peso das goiabas "in natura") por ação das enzimas, o que é muito significativo para a indústria.

## ABSTRACT

Pink guavas from Ibiapaba plateau (Serra Grande) in Ubajara country, Ceará, Brazil, was used in this work. Pulp treatment with pectinolytic enzymes to increase yield and reduce viscosity were studied. Optimal conditions regarding enzyme concentration and enzyme actuation time were examined. Juice yield of 84,70% (based on pulp weight) was obtained from pulp incubated at 45°C for 120 minutes with 600ppm of enzyme, while untreated control pulp yield was only 36,90% of juice in the same conditions. The conjugation extracted method (mechanical/enzymatic) showed to be more effective than conventional (mechanical) once obtained an increase of 27,84% of juice (based on guava weight) by enzymatic action, that is very significant for the industry.

\* Professora de Biologia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade de Fortaleza

\*\* Professor da Universidade Federal do Ceará - UFC PhD em Bioquímica de Alimentos

\*\*\*Professor da Universidade Federal do Ceará - Mestre em Tecnologia de Alimentos.

## 1- INTRODUÇÃO

Embora a goiaba (*Psidium guajava* L.) seja uma das frutas mais comuns nos países tropicais, seus produtos de industrialização se enquadram no grupo dos denominados exóticos, dentro do atual comércio internacional de produtos manufaturados de frutos, juntamente com alguns produtos de manga, maracujá e tamarindo. Por isto, apresenta um mercado ainda restrito, em relação ao de certos produtos de frutos tradicionalmente comercializados no mercado internacional, tais como abacaxi, o pêsego e a laranja (15).

Sob o ponto de vista nutricional, a goiaba é muito rica em ácido ascórbico, onde certas variedades silvestres apresentam cerca de 600 a 700mg de ácido ascórbico por 100g de fruta, isto é, dez vezes mais do que qualquer variedade de laranja conhecida, além de possuir considerável quantidade de vitaminas A, niacina, cálcio, fósforo e ferro (17).

De acordo com CASTRO (2), a goiaba é uma das frutas mais fáceis de ser processada, apresentando ótimas características para o aproveitamento industrial notadamente pela presença de vitamina A e C. O autor ainda acrescenta que a técnica de processamento não apresenta problemas de natureza física com relação a textura, forma, etc., nem problemas de natureza bioquímica referente a atuação de enzimas que possam provocar o escurecimento da polpa por ocasião do processamento.

A pectina, que é um polissacarídeo natural componente das frutas, e responsável por uma série de problemas durante o processamento de sucos de frutas tropicais, pois quando a fruta é macerada, a pectina e outros polissacarídeos insolúveis como celulose e hemicelulose, são dispersados em solução, promovendo um aumento da viscosidade do suco, implicando numa queda no rendimento, podendo provocar entupimentos de filtros e redução da velocidade do processo de filtração. Além disto, a pectina torna a concentração de sucos extremamente difícil, até impossível, devido a inconveniência de sua presença dificultando a retirada da água constante no suco (11, 14).

A aplicação de enzimas pectinolíticas visa basicamente reduzir a viscosidade do suco que inicialmente aumenta por ação da protopectina solubilizada, devolvendo assim a viscosidade inicial; na capa intermediária dos frutos, destruir a estrutura gelatinosa por quebra da pectina não

dissolvida, liberando assim o suco, e conseqüentemente aumentando o rendimento, com a saída mais fácil do suco da fruta macerada, reduzindo o tempo de extração; nos materiais sólidos dos frutos, liberação da estrutura das células, por maceração, as substâncias que influem na qualidade (cor, aroma, etc.) sem alterar a consistência da fruta pronta para a extração(6).

Conforme BOYLE(1), a aplicação de pectinases na moderna tecnologia de frutos é de vital importância para a melhoria do processo de extração de suco, resultando em altos rendimentos, resultando em altos rendimentos, causando uma redução na viscosidade e conseqüentemente aumento da taxa de filtração.

De acordo com PETER(12), os preparados comerciais de enzimas pectolíticas contém um complexo enzimático com diversos tipos de atividades, sendo geralmente misturas de enzimas pectinolíticas como pectinesterase, poligalacturonase, pectina liases e outras enzimas tais como: proteases, celulasas, hemicelulasas, amilases, etc.

Segundo ROMBOUTS & PILNIK(13), a maceração enzimática tem vantagens potenciais sobre a desintegração mecânica no que concerne a um maior rendimento na extração do suco de 90 a 98%. Os mesmos autores acrescentam, que as enzimas agem no sentido de eliminar ao máximo o líquido inteiramente retido nas fibras de celulose e outros polissacarídeos insolúveis que fazem parte do tecido vegetal, e que é praticamente impossível a extração apenas por meios mecânicos. Além de melhorar a filtração, as qualidades nutritivas (vitaminas, sólidos solúveis e pigmentos) e organolépticas do suco, tal processo poderá ser conveniente para produtos em que não exista equipamentos adequados de extração de sucos, como no caso dos frutos tropicais, com amplas variedades de tamanhos e formas.

A quantidade de enzimas pecticas requeridas para melhorar o processamento de frutas maceradas depende das condições de processamento empregado e do conteúdo e estrutura da pectina da fruta depende de variedade, do grau de maturação do fruto, do nível de enzimas pecticas naturais do fruto e finalmente, das condições de estocagem da pós-colheita ao processamento(5).

FODA et alii (4) estudaram a extração do suco da goiaba, utilizando enzimas pectolíticas produzidas em laboratório, e o rendimento foi de 85%

de suco, nas seguintes condições: concentração de enzima 0,5%, tempo de tratamento 18h, e temperatura de 40°C, resultado considerado satisfatório comparando-se a dados relativos a extração com enzimas pectolíticas comerciais.

IMUNGI et alii (7) obtiveram um rendimento de suco integral de goiaba da ordem de 25,1 % (baseado no peso da polpa) utilizando 400ppm de enzimas pectolíticas comerciais em temperatura de 45°C por 90 minutos.

FLORIBETH et alii (3), usaram pectinases para aumentar o rendimento do suco, reduzir a viscosidade e clarificar suco de banana. Os autores acrescentaram que as condições ótimas para o processamento foram 0.01 % de enzima, temperatura de 45°C e subsequente centrifugação com força centrífuga relativa máxima de 2.900rpm por 20 minutos, cujo rendimento de suco clarificado foi de 55 a 60%, baseado no peso da polpa, enquanto o rendimento de suco na polpa não tratada foi de apenas 5% de suco nas mesmas condições.

LIPITOA & ROBERTSON (10) estudaram a recuperação do suco das sementes de maracujá, tratando-as com enzimas pectinolíticas Rohament-P e Pectinol 41-p a 40°C, onde conseguiram obter um rendimento de extração de 10% do peso total do fruto após duas horas de tratamento, o que representa um aumento na produção total de suco de 32% sobre o suco obtido sem tratamento enzimático. GUIMARÃES (6) obteve um incremento de 15% de suco adicional de maracujá através de extração conjugada (mecânico/enzimático) usando uma concentração enzimática de 600 ppm em pH natural e uma faixa de temperatura 45-53°C.

O presente trabalho teve como objetivo adequar o uso de enzimas ectolíticas através do método de extração conjugada (mecânico/enzimático) no processamento de suco integral de goiaba, para maior liberação de suco.

## 2 - MATERIAL E MÉTODOS

A matéria-prima utilizada neste trabalho consistiu de frutos de goiaba da variedade vermelha (*Psidium guajava* L. var. pomífera) proveniente de cultivares da Serra da Ibiapaba (Serra Grande) no município de Ubajara localizado na região Norte do Estado do Ceará, onde foram colhidos em estágio de plena maturação.

As goiabas recebidas na Fábrica-Escola do Departamento de Tecnologia de Alimentos da

Universidade Federal do Ceará foram pesadas, lavadas e selecionadas.

Após a seleção dos frutos, realizou-se a operação de despolpa, sendo esta efetuada em uma despoldadeira horizontal de marca Bertuzzi com teta de 0.5mm.

A polpa em seguida foi pesada para a realização da etapa de liquefação (despectinização) sendo em seguida dividida em lotes de 1 kg, onde em cada um deles foram adicionadas concentrações enzimáticas variando de 500 a 700ppm de enzimas pectinolíticas (complexo enzimático Clarex-L, do Laboratorio Miles do Brasil Ind. Ltda). Vale ressaltar, que a enzima adicionada foi diluída com 200 ml de água destilada e que o lote sem adição da solução enzimática foi designado lote-controle.

Referidos lotes foram transferidos para um sistema de banho-maria com agitação (Etica Equipamentos Científicos S.A.) modelo 304,3rpm e mantidos a uma temperatura de 45°C, conservando o pH natural da polpa (em torno de 4.0).

Para efeito de cálculo de rendimento de suco com base na polpa, amostra de 800g de polpa foram retiradas de cada lote a cada 30 min para extração de suco, sendo o tempo de atuação da enzima de 30 a 150 min, realizando-se a inativação enzimática antes de cada extração, aquecendo-se a polpa a 90°/5 min.

O suco foi extraído em prensa hidráulica da marca Sapec Universal modelo 200HVL, empregando-se uma pressão de 300bar/10 minutos. Peso, volume e sólidos solúveis (QBrix) da polpa e do respectivo suco extraído foram determinados para fins de cálculos de rendimento.

Para determinação do peso e do volume usou-se balança semi-analítica da marca Mettler, modelo P1000 com capacidade máxima de 1000g e um proveta com capacidade para, 1000ml, respectivamente, sendo que o teor de sólidos solúveis (QBrix) foi determinado em refratômetro de marca Aus-Juna model II.

Para o cálculo de rendimento de suco utilizou-se a seguinte fórmula:

$$RSP = \frac{\text{Volume do suco extraído} \times \text{Brix do suco extraído}}{\text{Peso da polpa} \times \text{Brix da polpa}} \times 100$$

onde: RSP = Rendimento de suco com base na polpa

A viscosidade foi também determinada concomitantemente em cada lote de polpa e nos respectivos sucos extraídos, usando-se um

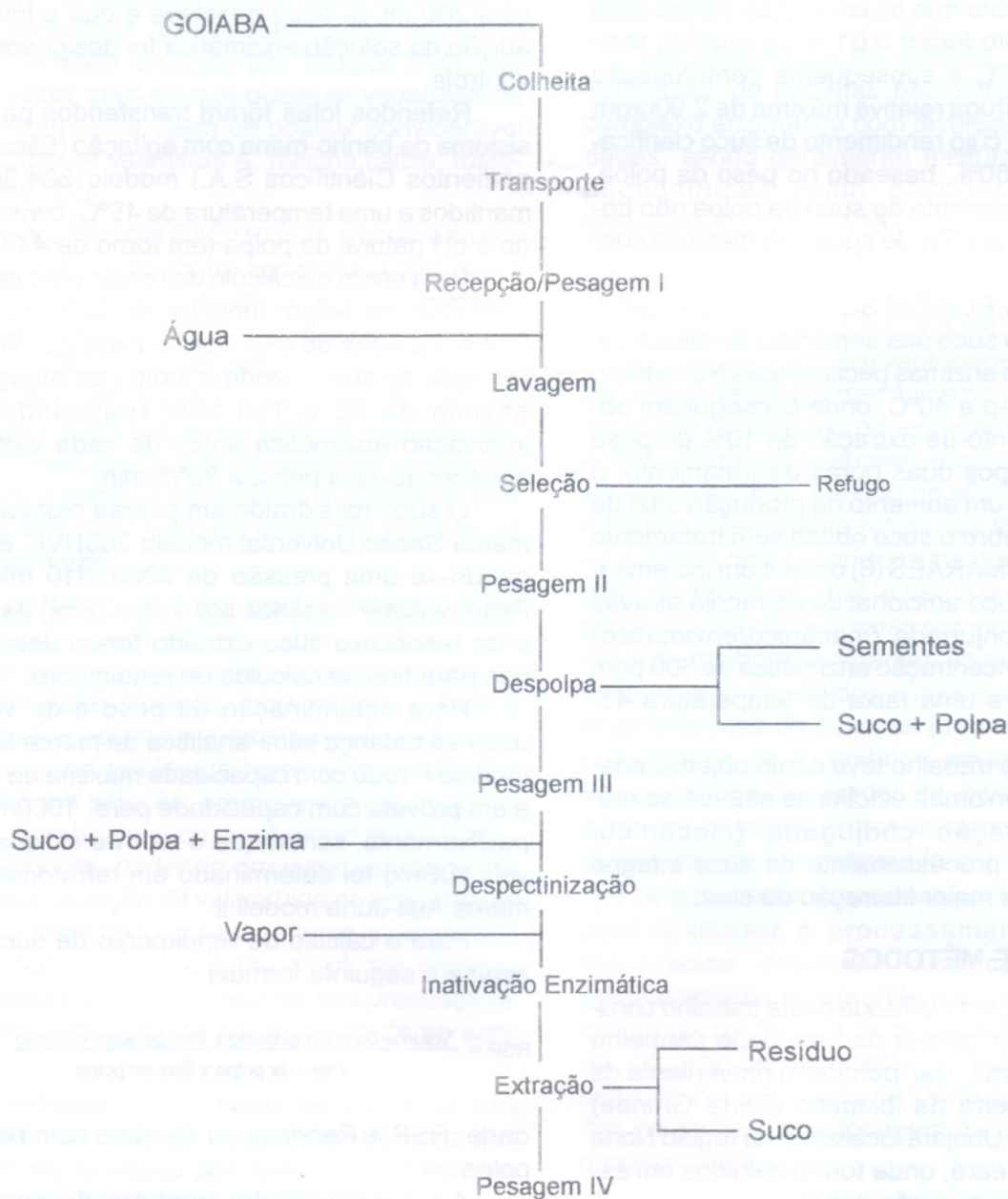
viscosímetro do tipo rotacional da marca Contraves, modelo Rheomat 115.

Com o objetivo de se alcançar um resultado conclusivo da eficiência da concentração enzimática no aumento do rendimento de suco, partindo-se dos dados obtidos no ensaio preliminar, realizou-se como experimento final a utilização de Clarex-L a nível de escalapiloto, como demonstrado no fluxograma da Figura 1.

O rendimento foi determinado tendo por base o peso das goiabas "in natura", sendo calculado

por etapa, de acordo com o fluxograma de produção. As pesagens foram realizadas nas goiabas "in natura", bem como após a operação de despolpa e no suco integral processado pelo método convencional (mecânico) e conjugado (mecânico/enzimático) com o propósito exclusivo de estabelecer uma comparação entre os dois tipos de processamento. Com os resultados dos rendimentos parciais, fez-se o cálculo do rendimento total do processamento o suco de goiaba.

**Figura 1** - Fluxograma das operações seguidas para obtenção do suco integral de goiaba (*Psidium guajava* L var. pomifera)



### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os resultados apresentados na Tabela 1, no final deste artigo, considerou-se a concentração enzimática de 600ppm (60g/t) e o tempo de permanência da enzima de 120 min eleitos para efetuação do processo de extração do suco, uma vez que foi obtido um rendimento de 84,70% de suco com base na polpa, maior em 10,40% que aquele cuja concentração usada foi de 500ppm (50g/t), 74,30% nas mesmas condições, embora resultado semelhante foi alcançado com a concentração de 700ppm (70g/t) com tempo de 120 min, porém tem-se que levar em consideração o problema da formação de "haze" ou de sedimento na vida de prateleira do suco ocasionado pelo excesso de adição de enzima, além do aspecto econômico do processo.

Com relação ao tempo de 150 min, o incremento de suco com uma concentração enzimática de 700ppm foi de apenas 0,1% maior que com a concentração de 600ppm, que é muito insignificante. Acrescente-se que deve ser levado em consideração a retenção do ácido ascórbico que é extremamente sensível a temperatura após um certo tempo de tratamento enzimático, assim como os efeitos das reações de escurecimento não enzimático, nas características organolépticas do suco durante o processo de liquefação da polpa.

IMUNGI et alii (7) em estudos sobre mudanças físico-químicas ocorridas durante a extração de suco de goiaba através de processo conjugado (mecânico/enzimático) para obtenção de suco clarificado e concentrado, obtiveram um acréscimo de 8,90% no teor de ácido ascórbico, nas seguintes condições durante o processo de liquefação da polpa: 400ppm de Pectinex, temperatura 45°C, tempo de permanência da enzima de 120 min, em pH natural. Após 120 min, o teor de ácido ascórbico degradado foi maior que o liberado por ação enzimática, sem apreciável rendimento de suco.

O relevante decréscimo da viscosidade da polpa tratada com 600ppm/120 min da ordem de 65,73%, quando comparado com a polpa não tratada nas mesmas condições é um fato totalmente explicado e esperado. A aplicação de enzimas pectolíticas no processo de despectinização visa basicamente desintegrar não só a pectina solúvel e a pectina insolúvel da lamela média, mas também a pectina no interior da parede celular, o que causa uma desagregação desta última, diminuindo

do por consequência, a viscosidade da polpa (8). Vale ressaltar, as condições físicas e físico-químicas otimizadas no processo de liquefação da polpa para atuação da enzima Clarex-L na completa dissolução da protopectina e subsequente degradação da pectina dissolvida.

A enzima Clarex-L é extremamente flexível para o processo de despectinização, apresentando uma faixa de temperatura efetiva de 2 a 60°C, sendo sua temperatura ótima em torno de 50°C. A temperatura utilizada em tal processo foi de 45°C, onde a enzima se encontra com o pico máximo de atividade.

As enzimas pécticas usadas comercialmente apresentam sua atividade máxima, em uma faixa de pH de 3,5 - 5,0, embora elas atuem eficientemente sobre faixa mais ampla de pH (5). A Clarex-L demonstra despectinização ótima em pH em torno de 4,0, o qual foi mantido, sendo esse o pH natural da polpa de goiaba.

Muitos pesquisadores trabalhando na extração de suco de frutos tropicais com atuação enzimática, encontram como tempo ideal, o intervalo entre 1-2h (8).

Conforme ROMBOUTS & PILNIK (13), as enzimas pectinolíticas podem causar uma queda de mais de 50% na viscosidade de uma solução de pectato, onde tal decréscimo poderá corresponder a hidrólise de umas poucas percentagens de ligações glicosídicas. Referidos autores ainda acrescentam que para diferentes enzimas, essa percentagem pode variar, até sob condições de teste cuidadosamente padronizadas.

JANSEN & MACDONNEL (9), conseguiram um decréscimo de 50% na viscosidade de uma solução de ácido péctico e ácido pectínico por ação de poligalacturonase em cerca de 1,2 minutos, que corresponde a uma hidrólise de 2,0%.

Conforme WHITAKER (16) uma redução da viscosidade da ordem de 50% pode ser alcançada através de hidrólise das ligações glicosídicas de apenas 3 a 5% com endopoligalacturonase, enquanto com o tipo exo para atingir semelhante decréscimo na viscosidade e necessário 10 a 15% de hidrólise.

O uso de preparações comerciais de enzimas pectinolíticas combinadas com celulasas e hemicelulasas no processamento de frutos, tais como manga, goiaba e laranja, demonstrou ser efetiva no abaixamento da viscosidade da polpa (12). Clarex-L contém baixos teores de celulasas,

hemicelulases e proteases.

Na tabela 2 são apresentados os rendimentos da etapa de despolpa, onde se obtém o suco integral de goiaba extraído por métodos mecânicos (convencional) e mecânico/enzimático (conjugado).

TABELA 2

Resultado do rendimento de extração do uso integral de goiabada variedade vermelha através da utilização dos métodos convencional e conjugado

Método	Rendimento
	(% em relação ao peso das goiabas "in natura")
Convencional	50,06
Conjugado(*)	77,90%

(\*) Condições padronizadas: concentração da enzima: 600ppm; temperatura 45°C; tempo: 120 min; pH em torno de 4,0 (natural da polpa)

O rendimento médio do processamento do suco integral em relação ao peso das goiabas através do método convencional foi de 50,06%, enquanto que pelo método conjugado foi de 77,90%. Obteve-se um incremento de 27,84% de suco por ação das enzimas, o que é muito significativo para a indústria.

GUIMARÃES (6) obteve um incremento de 11% de suco adicional de maracujá (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg), através de extração conjugada (mecânico/enzimático), usando uma

concentração enzimática de 60ppm em pH natural e uma faixa de temperatura de 45-50°C.

De acordo com JANDA & DORREEICH (8), o processo de recuperação do suco depende significativamente do grau de desintegração das paredes celulares. Isto significa que, conforme os dados da Tabela 2, um rendimento da ordem de 77,90% implica em uma alta eficácia da preparação enzimática na desagregação da estrutura parietal celular, de modo que a separação mecânica em suco e sólidos insolúveis e facilmente efetuada com menor força mecânica do que no método convencional.

#### 4 - CONCLUSÕES

A utilização de enzimas pectinolíticas, coadjuvantes ao processo de extração de suco integral de goiaba, mostrou-se bastante eficiente, uma vez que houve um incremento de 27,84% de suco (com base no peso das goiabas "in natura") em relação ao método convencional.

A concentração enzimática, temperatura e tempo no processo de despectinização foram otimizados com respeito a extração a nível de escala-piloto fazendo com que seja perfeitamente viável, do ponto de vista tecnológico, o processamento industrial de suco integral de goiaba pelo sistema de extração conjugado (mecânico/enzimático).

TABELA 1

Mudança no rendimento de suco, peso da polpa, volume de suco, conteúdo de sólidos solúveis (°BRIX) e viscosidade dos lotes de polpa e dos respectivos sucos extraídos em diferentes tempos de atuação enzimática a uma temperatura de 45°C

Determinações*	Concentração enzimática g/l (ppm) / Tempo de atuação de enzima (min)																			
	0					500					600(**)					700				
	30	60	90	1200	150	30	60	90	120	150	30	60	90	120(***)	150	30	60	90	120	150
Rendimento (%)	23,0	24,2	34,7	36,9	37,0	54,2	56,5	65,7	74,3	74,4	63,4	65,4	84,1	84,7	84,7	63,4	65,5	84,2	84,7	84,8
Peso da polpa (g)	737,1	750,9	769,5	751,3	756,9	797,3	770,8	793,9	692,4	794,3	765,4	800,5	800,4	805,9	800,6	760	793,8	805,7	834,3	833,5
Volume do suco (ml)	176,6	187,7	273,5	286,1	286,8	435,3	510,1	525,4	616,1	616,3	492,3	527,3	682,8	716,0	716,1	492,3	527,4	682,9	716,0	716,2
Sólidos solúveis da polpa (° Brix)	12,5	12,6	12,7	12,9	12,9	13,7	13,9	13,9	14,4	14,7	14,0	14,0	14,2	15,0	15,1	14,2	14,2	15,2	15,3	15,3
Sólidos solúveis do suco (° Brix)	12,0	12,2	12,4	12,5	12,6	13,6	13,8	13,8	14,1	14,1	13,8	13,9	14,0	14,3	14,3	13,9	14,0	15,1	15,1	15,1
Viscosidades da polpa (cps)	650,0	647,0	645,0	642,0	641,0	300,0	275,0	260,0	258,0	258,0	285,0	250,0	225,0	220,0	220,0	250,0	248,0	225,0	220,0	220,0
Viscosidades do suco (cps)	35,0	34,0	34,6	34,3	34,3	16,5	14,5	13,7	13,0	13,0	13,0	12,5	12,5	12,0	12,0	12,5	12,5	12,0	12,0	12,0

(\*) Média de quatro determinações

(\*\*) Concentração enzimática escolhida para o processo de extração do suco

(\*\*\*) Tempo escolhido para o processo de extração do suco

## 5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. BOULE, F. P. et alii. Efficient extraction single strenght technique open up wide uses for new passion fruit juice. Food Eng., London, v. 27, n.9, p.94,1986.
02. ASTRO, F. A. Industrialização da goiaba Perfil Tecnológico: Nucleo de Tecnologia Industrial,1983. 51p.
03. FLORIBETH, V. etalii. A study of the production of clarified banana juice using pectinolytic enzymes. J. Food Technol., London, v.16, n.1, p.1, p.115-125, 1981.
04. FODA, M. S. et alii. Ensumes in food processing. Food Technol., Chicago, v.13, n.2, p. 143-150,1985.
05. GENENOOR. Pectinol - Pectic enzymes. San Francisco, CA,1984.
06. GUIMARAES, A. C. L. Utilização de enzimas pectinolíticas no processamento de suco de maracujá integral. Dissertação de Mestrado. Fortaleza. Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Ceará, 1985.
07. IMUNGI, J. K. et alii Physical - Chemical changes during extraction and contraction of clear guava juice. Lebensm - Wiss. u. Technol. Kusunacht. v. 13, n. 5, p. 248-251, 1980.
08. JANDA, W.; DORREEICH, K. Optimized enzymic apple mash treatment-a new way to obtain over 90% juice yield with simultaneous increase in press capacity. Fluess. Obst., v.15, n.12, p.640-643, 1988.
09. JANSEN, E. F. Macdonnel, L. R. Influence of mehoxy content of pectic substances on the action of polygalacturonase Arch. Biochem. London, v. 8, n. 2, p.97-112,1945.
10. LIPITOA, S. ROBERTSON, G. L. The enzymatic extraction of juice from yellow passion fruit pulp. Crop. Sci., Madison, v. 19, n.3, p.105-112, 1977.
11. NARAJN, N.; BORA, P. S. Estudo do rendimento do suco de banana extraído por tratamento enzimático. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 5., 1981, Viçosa. Anais. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciencias e Tecnologia de Alimentos 1981.
12. PETER, J. Enzymic treatmet of tropical fruit for improvement of concentration capability and sediment stability of the pulp and juice. Lebesm - Wiss. U. Technol., Kusunacht, v.19, n.3, p. 81-87,1986.
13. ROUMBOUTS., F. M., PILNIK, W. Enzymes in fruit and vegetable e techonology. Process Biochem., London, v. 18, n. 8, p. 9-13, 1978.
14. SFAG. Schweizerische Ferment AG. Le utilización de enzimas on la industria de los zunos de frutos. (Circular técnica), n.13,1980.
15. VIEIRA, L. F., RENESTO, O. V. Goiaba Aspectos Economicos da produção e mercado. In: Série frutas tropicais. São Paulo: Secretaria de Agricultura e Abastecimento - ITAL, 1978, 3v. v. z.
16. WHITAKER, J. R. Principles of enzynology for the foods sciences. London: Marcel Derker Inc., 1972, 3v. v.3: Enzymes.
17. WILSON. C.W. et alii. Determination of organic acid and sugar in guava (psidium guajava L.) cultivars by high - performance liquid chromatoguaphy J. Sci, Food Agric. London, v. 33, n. 8, p. 777-780, 1982.