



DANIELLE GODINHO DE ARAÚJO PERFEITO

PROCESSAMENTO DA POLPA DE MANGABA
(*Hancornia speciosa* Gomes)

CAMPINAS

2014



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

DANIELLE GODINHO DE ARAÚJO PERFEITO

PROCESSAMENTO DA POLPA DE MANGABA
(*Hancornia speciosa* Gomes)

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Doutora em Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Luis Schmidt

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA PELA ALUNA DANIELLE GODINHO DE ARAÚJO PERFEITO, E ORIENTADA PELO PROF. DR. FLÁVIO LUÍS SCHMIDT.

ASSINATURA DO ORIENTADOR

CAMPINAS

2014

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Engenharia de Alimentos
Márcia Regina Garbelini Sevillano - CRB 8/3647

P416p Perfeito, Danielle Godinho de Araújo, 1980-
Processamento da polpa de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) / Danielle Godinho de Araújo Perfeito. – Campinas, SP : [s.n.], 2014.

Orientador: Flávio Luís Schmidt.
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1. Frutos. 2. Cerrados. 3. Néctar. 4. Hidrocolóide. I. Schmidt, Flávio Luís. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Processing of mangaba pulp

Palavras-chave em inglês:

Fruits

Cerrado

Nectar

Hydrocolloid

Área de concentração: Tecnologia de Alimentos

Titulação: Doutora em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora:

Flávio Luís Schmidt [Orientador]

Bruno de Andrade Martins

Elaine Berges da Silva

Priscilla Efraim

Silvia Regina de Toledo Valentini

Data de defesa: 07-03-2014

Programa de Pós-Graduação: Tecnologia de Alimentos

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Flávio Luís Schmidt
Orientador - DTA/ FEA/ UNICAMP

Prof. Dr. Bruno de Andrade Martins
Membro - Instituto Federal Goiano

Prof.^a Dra. Elaine Berges da Silva
Membro - Universidade de Sorocaba

Prof.^a Dra. Priscilla Efraim
Membro - DTA/ FEA/ UNICAMP

Prof.^a Dra. Silvia Regina de Toledo Valentini
Membro - Instituto Agronômico de Campinas

Prof. Dr. Ernesto Quast
Suplente - Universidade Federal da Fronteira Sul

Prof.^a Dra. Helena Maria André Bolini
Suplente – DEPAN/ FEA/ UNICAMP

Prof.^a Dra. Niurka Maritza Almeyda Haj-Isa
Suplente – DTA/ FEA/ UNICAMP

RESUMO GERAL

O mercado de sucos prontos para beber é recente no Brasil, está em constante ascensão e nossos consumidores ainda encontram limitação nos sabores disponíveis nos supermercados. A mangaba é um fruto do Cerrado com características sensoriais promissoras, porém, ainda com consumo pouco difundido. Este trabalho teve por objetivos estudar características físicas e químicas dos frutos *in natura*; avaliar o processamento do fruto na forma de polpa, néctar e de uma bebida fantasia adicionada de esferas com polpa de mangaba; e estudar a viabilidade econômica de uma unidade processadora de frutos do Cerrado. Os frutos foram obtidos das regiões sudeste e norte do Estado de Goiás. Quatro formulações de néctares, com variação do conteúdo de açúcar (12 e 14°Brix) e uso de hidrocolóide (0 e 0,01% p/p de goma gelana) foram elaboradas e submetidas a teste de aceitação em dois diferentes potenciais mercados consumidores: Campinas – SP e Urutaí – GO. Como uma metodologia diferenciada da apresentação de bebidas, a polpa de mangaba foi gelificada na forma de esferas e incorporada em uma bebida fantasia elaborada com água, açúcar, goma gelana, citrato de sódio, lactato de cálcio e benzoato de sódio, a qual também foi submetida a teste de aceitação. Os extratos brutos dos frutos, polpa e néctar de mangaba foram avaliados quanto à capacidade antioxidante *in vitro* através dos métodos *2,2 diphenil-1-picrylhydrazil (DPPH)*; *trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC)* e *oxygen radical absorbance capacity (ORAC)*. As mangabas apresentaram grandes oscilações de formato, tamanho e massa, sendo a textura e o teor de sólidos solúveis os principais parâmetros indicativos de maturação. O rendimento em polpa de 77% é interessante para a agroindústria, porém, o despulpamento reduziu o conteúdo de ácido ascórbico em 64%. O tratamento térmico da bebida aumentou o volume de sedimento, porém, obteve-se uma excelente estabilização com 0,01% de goma gelana. As quatro formulações de néctares não diferiram significativamente ($p > 0,05$) para os atributos avaliados em ambos os mercados consumidores testados. A bebida com esferas de polpa de mangaba teve boas médias de aceitação assim como intenção de compra

positiva. O estudo da viabilidade econômica da unidade produtora de néctares mostra taxas internas de retorno, de 39,54% e 83,02% sem e com financiamento respectivamente, superiores às taxas de juros vigentes para implantação de projetos agroindustriais, sendo o *payback* do projeto com financiamento mais atrativo (2,4 ano).

Palavras chave: fruto, Cerrado, néctar, hidrocolóide, avaliação sensorial, atividade antioxidante.

ABSTRACT

The ready to drink juice market is new in Brazil and it is still growing, even juice flavors in the supermarket being limited. Mangaba is a fruit from Cerrado with promising sensory characteristics, but still not widespread among consumers. This work aimed to study some characteristics of fresh fruits, methodologies for the processing of pulp, nectar and pulp based ready to drink beverage, and to evaluate the economic feasibility of a fruit processing unit. Fruits were purchased from the north and southeastern State of Goiás. Four formulations, varying sugar content (12 e 14^oBrix) and hydrocolloid (0 e 0,01% p/p de gellan gum) were prepared and subjected to acceptance test in two potential consumer markets, Campinas - SP and Urutaí – GO. As a different approach to the production of beverages, mangaba pulp was gelled in the form of spheres and incorporated into a pulp based ready to drink beverage prepared with water, sugar, gellan gum, sodium citrate, calcium lactate and sodium benzoate, which was also subjected to an acceptance test. Crude extracts of fruits, pulp and nectar were evaluated for antioxidant capacity in vitro by the methods 2,2 diphenil-1-picrylhydrazil (DPPH), trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) and oxygen radical absorbance capacity (ORAC). Mangaba showed large fluctuations in shape, size and mass, and the main parameters indicative of maturation were texture and soluble solids. The high pulp yield (77 %) is interesting for agribusiness, however, the pulping process reduced 64% of the ascorbic acid content. Mangaba nectar had good physical stability and when it was exposed to heat treatment the volume of sediment increased, however, an excellent stabilization was obtained adding 0.01% gellan gum. Formulations of nectars did not differ significantly for the attributes evaluated in both consumer markets. The pulp based ready to drink beverage had good acceptance as well as positive purchase intention. The study of the economic feasibility of a fruit processing plant showed internal rate of return of 39.54 % and 83.02 %, respectively for projects with and without funding, and an attractive pay back of 2,4 years with funding.

Keywords: fruit, Cerrado, nectar, hydrocolloid, sensory evaluation, antioxidant activity.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	4
CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
Ocorrência e aspectos gerais da mangabeira	7
Características dos frutos.....	8
Produção e comercialização da mangaba e derivados	11
Mercado e tendências de sucos e néctares	13
Aspectos funcionais das frutas.....	15
Enzimas	18
Enzimas das Frutas	19
Enzimas aplicadas na Clarificação de Sucos de Frutas	20
Estabilidade das suspensões e hidrocolóides	22
Processamento de frutas	26
Viabilidade econômica de um projeto.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
CAPÍTULO 2. CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FÍSICA DE FRUTOS DE MANGABA (<i>Hancornia speciosa</i> Gomes) E ESTUDO DE PROCESSOS DE EXTRAÇÃO DA POLPA	39
RESUMO.....	41
INTRODUÇÃO	42
MATERIAL E MÉTODOS.....	43
Matéria Prima	43
Avaliação Física dos Frutos	43
Caracterização dos Frutos em Diferentes Estágios de Maturação.....	44
Despolpamento	45
Avaliações físico-químicas das polpas.....	46
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
Avaliação Física dos Frutos	47

Caracterização Física e Química dos Frutos em Diferentes Estágios de Maturação	49
Despolpamento e Avaliação das Polpas	51
CONCLUSÃO.....	54
ABSTRACT	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
CAPÍTULO 3. ESTUDO DA POLPA DE MANGABA (<i>Hancornia Speciosa</i> Gomes) DO CERRADO: CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA, ENZIMÁTICA E PERFIL DE ÁCIDOS ORGÂNICOS	59
RESUMO.....	61
ABSTRACT	62
INTRODUÇÃO	63
MATERIAL E MÉTODOS.....	64
Polpa	64
Determinação dos ácidos orgânicos	66
Atividade da Peroxidase.....	67
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	67
Análise quantitativa de ácidos orgânicos	70
Influência da temperatura na atividade da peroxidase	72
CONCLUSÕES	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
CAPÍTULO 4. DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE <i>IN VITRO</i> EM FRUTOS, POLPA E NÉCTAR DE MANGABA	81
RESUMO.....	83
ABSTRACT	84
INTRODUÇÃO	85
MATERIAL E MÉTODOS.....	86
Matéria-prima	86
Elaboração da polpa e néctar.....	87
Fenóis totais	88
Capacidade antioxidante in vitro	88
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	91

CONCLUSÕES	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
CAPÍTULO 5. ESTABILIDADE FÍSICA DO NÉCTAR DE MANGABA.....	99
RESUMO.....	101
Aplicações práticas da pesquisa	101
INTRODUÇÃO	102
MATERIAL E MÉTODOS.....	103
Obtenção da polpa e néctar	103
Caracterização da polpa e néctar.....	104
Tratamento enzimático	104
Avaliação da estabilidade física do néctar	105
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	105
Tratamento enzimático.....	106
Estabilidade física do néctar de mangaba.....	107
CONCLUSÕES	111
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111
CAPÍTULO 6. AVALIAÇÃO SENSORIAL, FÍSICO-QUÍMICA E REOLÓGICA DE BEBIDAS A BASE DE MANGABA	115
RESUMO.....	117
Aplicações práticas da pesquisa	117
INTRODUÇÃO	118
MATERIAL E MÉTODOS.....	119
Obtenção da polpa	119
Formulação e processamento dos néctares	119
Caracterização da polpa e néctares.....	120
Análise sensorial dos néctares.....	122
Elaboração de bebida fantasia com esferas de polpa de mangaba	123
Caracterização da solução de goma e fração líquida.....	125
Análise sensorial da bebida fantasia com esferas de polpa de mangaba	125
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	126
Caracterização da polpa e néctares.....	126

Análise sensorial dos néctares.....	129
Caracterização da solução de goma e fração líquida da bebida fantasia	135
Análise sensorial da bebida fantasia com esferas de polpa de mangaba	138
CONCLUSÕES	140
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	141
CONCLUSÕES GERAIS	145
ANEXOS	147

Aos meus pais Walter e Vera, meus irmãos Fernando (Jhony) e Walter Jr. (Tinos).

À família que construí: Gustavo, meu esposo e Felipe, meu amado filho.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus Criador e à minha santinha de devoção Nossa Sra Aparecida por sempre estarem comigo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Flávio Luís Schmidt pela confiança depositada em mim, pelo apoio, zelo e contribuições científicas. Serei eterna admiradora do seu conhecimento e da sua humildade.

Aos membros da banca pelas correções e contribuições ao trabalho.

À Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ipameri, em nome de Nei Peixoto e Joseliana, pela doação de parte das mangabas utilizadas no trabalho.

À Castanheira Produtos Alimentícios Ltda., em nome de Letícia e Bruno, pela grande ajuda na compra de mangabas.

Aos funcionários do DTA: Tânia, Marlene, Léo, Adauto e Leonel. Aos funcionários da pós-graduação da FEA: Cosme e Marcão.

Aos colegas do Laboratório de Frutas e Hortaliças: Carolyne, Ana Koon, Silvana, Reinaldo, Ernesto, Luana, Simone, Adriana, Diana. Obrigada pelos momentos agradáveis que passamos juntos!

À Natália Carvalho e Ana Luisa Fonseca, alunas de iniciação científica, que tanto me ajudaram na condução dos experimentos. Também aos estagiários Marcel e Nilmara Matias, que mesmo por pouco tempo, fizeram valiosas contribuições ao trabalho.

À Renata Celeghini que sempre esteve pronta para me ajudar nas análises, além de ouvir meus desabafos.

A quem me deu o primeiro voto de confiança na carreira docente, meu grande amigo, Nei Peixoto. Essa tese também é para você... Um grande defensor do Cerrado!

À minha família de Campinas: Silvana, Lívia, Luciana, Maricy e Verônica. Meninas: vocês merecem nota 10 de companheirismo, atenção e zelo. Obrigada!

Ao meu grande amigo Wesley José de Souza... Brinco dizendo que é meu segundo pai. Ter começado a trabalhar no Instituto foi bom, mas melhor ainda foi conhecer você e meus padrinhos: Marcos e Eliane.

Ao diretor do Instituto Federal Goiano - Campus Urutaí, Gilson Dourado, por investir e contribuir para capacitação dos professores desta Instituição. Aos colegas do IF Goiano (Campus Urutaí) pelo incentivo e torcida.

À Luciana Malta e a Prof.^a Dra. Gláucia Pastore pela ajuda e empréstimo de equipamentos para condução dos experimentos de atividade antioxidante.

À minha avó Cecília Pacheco Araújo e a Domary do Nascimento Godinho, a “Madinha”, por sempre se lembrarem de mim nas suas orações.

À minha ex-aluna, pupila e eterna amiga Adriana Reis e seu noivo Julio Lopes pela amizade e por me oferecerem estadia em Campinas.

Ao meu esposo Gustavo por me acompanhar no transporte dos frutos, por toda paciência, pelo apoio na minha estadia em Campinas e agora por cuidar do nosso Felipe na minha ausência.

Ao presente que recebi de Deus durante esse doutorado, meu amado filho Felipe! Obrigado pelo simples fato de existir e por toda paciência que mesmo de forma inconsciente teve para que mamãe redigisse essa tese.

A todos que de alguma forma contribuíram para execução dessa tese.

INTRODUÇÃO GERAL

Com uma extensão territorial de 8.512.965 km², o Brasil produz em torno 45 milhões de toneladas de frutas tropicais, subtropicais e de clima temperado, proporcionando ao país uma grande diversidade de frutas o ano inteiro. As exportações brasileiras de frutas frescas totalizaram US\$ 619 milhões em 2012, representando um volume de 693 mil toneladas de frutas. O que traz grande alento ao setor frutícola do país é o fato de que o Brasil é um dos poucos países que tem condições potenciais de área disponível e de diversidade de frutas para atender ao crescimento da demanda externa por frutas e derivados (IBRAF, 2013).

A região do Cerrado brasileiro abrange uma área de 204 milhões de hectares (ha), distribuídos principalmente nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Bahia, Piauí, Maranhão e Distrito Federal. A flora do cerrado possui diversas espécies frutíferas com grande potencial agrícola, que são tradicionalmente utilizadas pela população local (SILVA et al., 2001). Entre os frutos do Cerrado destacam-se: pequi, mangaba, araticum, buriti, tamarindo, cagaita, macaúba, guariroba, jatobá, baru, entre outros. Estes frutos podem ser consumidos *in natura* ou na forma de sucos, sorvetes, picolés, geléias.

As frutas do Cerrado têm seu consumo ainda pouco difundido nacionalmente. A comercialização dos frutos é incipiente e tem ocorrido de maneira informal, basicamente à margem de rodovias e feiras da região, visto que em sua grande maioria são provenientes de atividade extrativista.

A mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) é um fruto bastante apreciado pelas excelentes características físicas, aroma e sabor, associado ao elevado valor nutritivo (MANICA, 2002). Os frutos possuem aparentemente grande potencial de mercado uma vez que a oferta não atende a demanda. Possuem polpa amarela adocicada, que é consumida *in natura*, como também utilizada para industrialização sob a forma de doces, geléias, compotas, vinho, vinagre, suco e sorvete (LEDERMAN et al., 2000).

Frutos tropicais, como a mangaba, geralmente têm alta taxa de perecibilidade (ALVES et al., 2006). O processamento industrial da mangaba para elaboração de polpa, bebidas, sorvetes, entre outros, possibilita um aumento do período durante o qual a fruta permanece apta para o consumo, aumenta a variedade da dieta, além de auxiliar no desenvolvimento agroindustrial dos produtores da região do Cerrado brasileiro.

O mercado de bebidas a base de frutas prontas para beber tem crescido substancialmente nos últimos anos. A tendência para uma alimentação saudável e o aumento da inserção da mulher no mercado de trabalho são os principais fatores que justificam este crescimento.

A utilização dos alimentos para promoção do bem-estar e saúde e, ao mesmo tempo, como redutor dos riscos de algumas doenças, tem incentivado as pesquisas de novos componentes naturais e o desenvolvimento de novos ingredientes, possibilitando a inovação em produtos alimentícios e a criação de novos nichos de mercado como está acontecendo com os produtos da Amazônia e do Cerrado.

Os consumidores buscam produtos de alta qualidade e com sabores mais exóticos (VENDRÚSCOLO e QUADRI, 2008). O Cerrado brasileiro dispõe de espécies nativas com características peculiares, formas variadas, cores atrativas e sabores característicos; e constituem importantes fontes em potencial de exploração econômica. (SILVA et al., 2001).

Estudos visando a obtenção de tecnologias adequadas para o processamento das espécies nativas do Cerrado ainda são escassos. É importante destacar que o conhecimento das propriedades químicas e tecnológicas dos frutos do cerrado são ferramentas básicas para avaliação de consumo e desenvolvimento de novos produtos, favorecendo o desenvolvimento sustentável, pois compreende não só a conservação do meio ambiente, o equilíbrio urbano-rural e o ecodesenvolvimento, mas também a melhoria dos aspectos sociais e econômicos. (AGUIAR e CAMARGO, 2004; SILVA et al., 2008).

Empregar diferenciados sabores de frutos do Cerrado, como a mangaba, no desenvolvimento de sucos e néctares é uma alternativa para difundir o consumo

da fruta e otimizar metodologias para seu processamento. Desta forma, este estudo teve como objetivos a caracterização física e química da mangaba *in natura*; avaliar processos de extração da polpa; caracterizar a polpa; elaborar um néctar de mangaba e testar sua estabilidade física; quantificar compostos fenólicos e determinar atividade antioxidante *in vitro* dos frutos, polpa e néctar de mangaba; avaliar sensorialmente bebidas a base de mangaba em diferentes potenciais mercados consumidores e analisar a viabilidade econômica de uma unidade processadora de néctares de frutos nativos.

Este trabalho foi dividido em 6 capítulos, sendo o primeiro uma revisão bibliográfica sobre a mangaba, bem como sobre o mercado de bebidas, fatores que influenciam em sua estabilidade física e o uso de hidrocolóides para sua manutenção. O capítulo 2 aborda diversas características dos frutos em estágios de maturação distintos, além do rendimento no despulpamento. O capítulo 3 aborda a quantificação de ácidos orgânicos e a atividade da enzima peroxidase da polpa. O capítulo 4 aborda a avaliação da capacidade antioxidante dos frutos em diferentes estágios de maturação, da polpa e do néctar. O capítulo 5 aborda a estabilidade física do néctar testando duas concentrações de hidrocolóides, além do tratamento enzimático com o intuito de clarificação do suco. O capítulo 6 aborda a avaliação sensorial das bebidas. Ao final do trabalho foi disponibilizado um anexo (Anexo IV) com a avaliação econômica da implantação de uma unidade processadora de frutos do Cerrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, L. M.; CAMARGO, A. J. A. **Cerrado: Ecologia e caracterização**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2004. 249 p.

ALVES, R. E.; CARNELOSSI, M. A. G.; SILVA, S. M.; FIGUEIREDO, R. W. **A cultura da mangaba**. Aracaju. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006, cap. 16, p.207 – 220.

IBRAF, INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. **IBRAF prevê que exportações brasileiras de frutas frescas permanecerão estabilizadas em 2013**. Disponível em: <http://comexdobrasil.com/ibraf-preve-exportacoes-brasileiras-de-frutas-frescas-permanecerao-estabilizadas-em-2013/>. Acesso em: 27 ago. 2013.

LEDERMAN, I. E.; SILVA JUNIOR, J. F.; BEZERRA, J. E. F.; ESPÍNDOLA, A. C. M. **Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes)**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 35p. (Série Frutas Nativas, 2).

MANICA, I. Frutas Nativas, Silvestres e Exóticas 2: técnicas de produção e mercado: feijoa, figo-da-índia, fruta-pão, jaca, lichia, mangaba. Porto Alegre: Cinco Continentes Editora, 2002. p. 459-541.

SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; SANTOS, G. G.; MARTINS, D. M. O. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, v. 38, n.6, p. 1790-1793, 2008.

SILVA, D. S.; SILVA, J. A. JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. **Frutos do cerrado**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2001.178 p.

VENDRÚSCULO, A. T.; QUADRI, M. G. N. Efeito dos tratamentos enzimáticos, térmico e mecânico na estabilidade do suco de carambola (*Averrhoa carambola* L.). **Brazilian Journal of Food Technology**, v, 11, n. 1, p. 28-34, 2008.

CAPÍTULO 1

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1 Ocorrência e aspectos gerais da mangabeira

A mangaba também é conhecida como mangabiba, mangaíba, fruta-de-doente.

A mangabeira é uma árvore frutífera nativa de várias regiões do Brasil estendendo-se pela Costa Atlântica desde o Amapá e o Pará, nos tabuleiros costeiros e nas baixadas litorâneas do Nordeste, até o Espírito Santo, por toda a região de Cerrado do Brasil Central até o Pantanal, ocorrendo também em países vizinhos como Paraguai, Bolívia, Peru e Venezuela (LEDERMAN et al., 2000) (Figura 1). Pertence à classe Dicotyledoneae, ordem Gentianales, família Apocynaceae, gênero *Hancornia* e à espécie *speciosa*.

Ocorre em regiões de vegetação aberta, como cerrados, tabuleiros arenosos, chapadas e caatingas (VIEIRA NETO, 2001). A ocorrência natural da planta em solos pobres, acidentados, não utilizáveis para a agricultura é favorável para a preservação e valorização dessas áreas.



Figura 1. Mapa de ocorrência da mangabeira no Brasil. Fonte: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2011).

A mangabeira é um arbusto com 2 a 6 metros de altura por 4 a 6 metros de diâmetro de copa irregular (AVIDOS e FERREIRA, 2010). O tronco é tortuoso, bastante ramificado e áspero; ramos lisos e avermelhados. Toda a planta exsuda látex, o qual é empregado na região como medicamento caseiro para tratamento de tuberculose e úlceras. Apresenta folhas opostas, simples, pecioladas, glabras, brilhantes e coriáceas. Sua inflorescência possui de 1 a 7 flores perfumadas e de coloração branca (SOARES et al., 2000).

Ganga et al. (2010) na caracterização de árvores e frutos de populações naturais de mangaba do Cerrado observaram que, em média, as plantas apresentaram 4,58 metros de altura e 14,50 cm de diâmetro de caule.

Na baixada litorânea do Nordeste, a mangabeira apresenta duas floradas por ano, sendo uma no início da estação chuvosa (abril/maio), com colheita entre julho e setembro, e a outra no período seco (outubro/dezembro), com colheita entre janeiro e março (AGUIAR FILHO; BOSCO; ARAÚJO, 1998). Na região do Cerrado ocorre uma florada pequena em junho e outra grande em novembro, mas apenas uma safra de frutos por ano, no período de outubro a dezembro (SILVA et al., 2001).

A planta pertence à família *Apocynaceae* e compreende seis variedades botânicas: *H. speciosa var. speciosa*, *H. speciosa var. maximiliani*, *H. speciosa var. cuyabensis*, *H. speciosa var. lundii*, *H. speciosa var. gardneri* e *H. speciosa pubescens* (PEREIRA et al., 2006).

2 Características dos frutos

O fruto do tipo baga é elipsóide ou arredondado, com 2,0 a 6,0 cm (Figura 2) e apresenta exocarpo amarelo. Dependendo da variedade pode apresentar manchas avermelhadas na casca, polpa doce, carnosos-viscosa, ácida, contendo geralmente 2 a 15 sementes discóides, com 7 a 8 mm de diâmetro, castanho claro, delgadas e rugosas (LEDERMAN et al., 2000).

Fonte: Danielle G. A. Perfeito, 2012



Figura 2. Frutos da mangabeira.

Souza et al. (2007) avaliaram frutos de seis diferentes clones de mangabeira instalados em João Pessoa (PB) e relataram que os frutos apresentaram em média 25,74 g de massa total, comprimento 3,83 cm, diâmetro 3,47 cm e rendimento da porção comestível (casca e polpa) de 85%.

As pesquisas realizadas com os frutos da mangabeira são recentes e em número limitado, sendo que a maioria dos estudos foram realizados no Nordeste do Brasil e com a variedade botânica *Speciosa*, que tem ocorrência generalizada na região. Ganga et al. (2010) caracterizaram árvores e frutos de populações naturais de *Hancornia speciosa* Gomes do Cerrado revelando que as matrizes das plantas apresentaram elevados níveis de variação fenotípica quanto a caracteres dos frutos. A caracterização física dos frutos revelou as seguintes médias: 27,88 g de massa total, 3,73 cm de comprimento; 3,40 cm de diâmetro e 82,68% de rendimento da porção comestível. As variedades *Gardneri* e *Pubescens* predominaram frutos redondos e verde-claros e destacaram como de maior potencial para seleção e utilização industrial devido ao maior tamanho e massa.

A mangaba é um fruto climatérico e apresenta um látex na casca, que diminui com o processo de amadurecimento. O ponto de colheita é difícil de ser determinado devido à escassez de sinais de maturação, principalmente nos frutos

oriundos do Cerrado. Segundo Arola (1982) nas mangabas da Caatinga os sinais de maturação são mais evidentes do que naquelas do Cerrado, pois quando maduras ou semimaduras (de vez) apresentam manchas avermelhadas, consistência levemente macia ou macia e coloração mais amarelada.

Geralmente as mangabas do Cerrado são maiores do que as da Caatinga do nordeste e não apresentam manchas avermelhadas nos frutos maduros. Os frutos imaturos são verdes e firmes, enquanto os maduros são verde-amarelados e macios ou moles quando totalmente maduros. A pequena diferença na tonalidade entre os frutos maduros e imaturos exige experiência dos coletores. Os frutos maduros desprendem facilmente da árvore e a sua queda ao chão os danifica e suja, comprometendo sua qualidade e vida pós-colheita, dificultando seu processamento e aproveitamento (PEREIRA et al., 2006).

A mangaba apresenta em média 60 kcal/100 g de polpa; 0,69% de lipídios; 1,31% de proteína e 13,94% de carboidratos (EMBRAPA, 2002). Silva et al. (2008) observaram 3,40% como conteúdo de fibras totais, 35 mg.100g⁻¹ como conteúdo de cálcio, 0,78 e 0,88 (mg.100g⁻¹), como teor de zinco e ferro, respectivamente, em mangabas do Cerrado Goiano.

Os frutos oriundos da Caatinga são ricos em vitamina C. Carnelossi et al. (2004) avaliaram frutos semimaduros e maduros de mangaba oriundos de Sergipe e encontrou 252,7 e 274,7 mg de vitamina C. 100g⁻¹, respectivamente. Já em frutos semimaduros e maduros oriundos do Cerrado, Silva (2009) encontrou como conteúdo de ácido ascórbico 18,0 e 26,1 mg de vitamina C. 100g⁻¹, respectivamente.

Moura (2005) observou um aumento da acidez titulável durante a maturação de frutos de mangaba, paralelamente à diminuição do pH, sendo que a média da acidez titulável encontrada em frutos maduros foi de 1,7% (expresso em percentual de ácido cítrico), pH de 3,34 e teor de sólidos solúveis de 12,93%.

A casca do fruto maduro é extremamente fina e o torna muito perecível. Estudos sobre as características físicas e químicas dos frutos da mangabeira do Cerrado, além do processamento, são alternativas para garantir a disponibilidade

do fruto da entre safra, além de difundir o consumo e estabelecer processos tecnológicos para desenvolvimento de novos produtos.

3 Produção e comercialização da mangaba e derivados

Praticamente toda produção de mangaba é proveniente do extrativismo. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a produção de mangaba em 2010 foi de 722 mil toneladas. Nos anos de 2007 a 2009 ocorreu uma queda na produção do fruto, e uma pequena elevação na produção em 2010. Os Estados de maior produção são: Sergipe 55,5%, Bahia 19,7%, Paraíba com 13,7% seguido do Rio Grande do Norte com 6% e Alagoas com 4 % do total de mangaba produzido no Brasil. A região do bioma Cerrado de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso também produzem mangaba extrativista.

Nas décadas de 1980 e 1990, vários Estados apareciam na lista do IBGE como produtores de mangaba, como Pernambuco, Piauí, Pará, Mato Grosso, Ceará, Goiás, Mato Grosso do Sul, Maranhão e Rio de Janeiro, porém não houve mais registros dos mesmos nos anos seguintes. Atribui-se esse fenômeno ao pouco uso da fruta na maioria desses Estados e ao desaparecimento de áreas naturais de ocorrência onde se praticava o extrativismo, como aconteceu em Pernambuco e Ceará. A este último fato, também pode ser atribuído a queda na produção de frutos provenientes do extrativismo nos primeiros anos da década seguinte (MOTA et al., 2008). Atualmente, a busca por produtos saudáveis e com novos sabores está difundindo o consumo de produtos derivados de frutos nativos estimulando o extrativismo e até mesmo o plantio comercial da mangabeira.

Em Sergipe, maior produtor de mangaba do país, a coleta da mangaba é realizada tradicionalmente por mulheres, que se revezam entre essa atividade e a pesca do siri, ostra, sururu entre outros. A mangaba, por muitas vezes, significa a sobrevivência de centenas de famílias. Hoje, as Catadoras de Mangaba estão percorrendo longos caminhos, por entre areias escaldantes, e atravessando mais cercas, para terem acesso às mangabeiras e seus frutos. A especulação

imobiliária, a monocultura e a carcinicultura estão arrancando essas árvores do chão (CATADORAS DE MANGABA, 2011).

Na região do Cerrado, também prevalece a atividade extrativista, com registros de apenas um plantio comercial com 800 plantas adultas, até o momento. A produção das mangabeiras nativas do Cerrado é variável: até 188 frutos/planta (REZENDE et al., 2002 *apud* PEREIRA et al., 2006).

Nos Estados de Sergipe, Bahia e Minas Gerais, a média do preço pago ao produtor pelo fruto da mangabeira em maio de 2013 foi de R\$ 2,29/kg, R\$ 3,45/kg e R\$ 0,40/kg, respectivamente. Tais preços, quando comparados aos registrados em 2012, tiveram decréscimo nominal de 12,26% em SE; crescimento nominal de 72,5% na BA e decréscimo nominal de 20% em MG. A mangaba é um dos produtos que tem preço estabelecido na Política de Garantia de Preços Mínimos da Sociobiodiversidade (PGPM – Bio). Porém, até o momento não houve operação de subvenção para o mesmo, uma vez que, excluindo o Estado de Minas Gerais, os preços coletados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), para os outros Estados, estão mais atrativos que o Preço Mínimo estipulado pelo Governo (CONAB, 2013).

O maior aproveitamento da mangaba ocorre na forma do produto beneficiado, como polpa, sucos, doces, geléias, licores e sorvetes. De acordo com Pereira et al. (2006) o melhor aproveitamento da mangaba é na produção de sorvetes, porque contém alto teor de goma que estende as propriedades funcionais de ligação, retenção de sabor e aroma e inibição da formação de cristal.

O consumo do fruto foi difundido no Cerrado Goiano na forma de sorvete. Os primeiros estudos sobre formulações de sorvete de mangaba bem como a substituição de ingredientes, como o leite de vaca por leite de soja, para intolerantes a lactose ainda são limitados. Santos e Silva (2012) estudaram o efeito da substituição de gordura não-láctea e de sacarose nas propriedades físicas, químicas e aceitabilidade de sorvete com mangaba e verificaram que a maior aceitação foi para formulação com substituição parcial da sacarose e total da gordura não-láctea.

Inicialmente a comercialização dos frutos da mangabeira restringia-se às feiras livres e à margem das rodovias. Atualmente os extrativistas do Cerrado estão se organizando na forma de cooperativas. A Central do Cerrado é uma central de cooperativas sem fins lucrativos, estabelecida por 35 organizações comunitárias de sete estados brasileiros (MA, TO, PA, MG, MS, MT e GO) que desenvolvem atividades produtivas a partir do uso sustentável da biodiversidade do Cerrado. Funciona como uma ponte entre produtores comunitários e consumidores, oferecendo produtos de qualidade como: pequi, baru, mangaba, farinha de jatobá, farinha de babaçu, buriti, mel, polpas de frutas, artesanatos, dentre outros, que são coletados e processados por agricultores familiares e comunidades tradicionais no Cerrado.

No Nordeste merece destaque a Associação das Catadoras de Mangaba e Indiaroba (Ascamai) a qual é uma organização sem fins lucrativos das mulheres extrativistas da mangaba em Sergipe. Foi fundada em 2009, visando abrir espaço para que as Catadoras pudessem, por meio de um trabalho coletivo, fomentar ações ecologicamente sustentáveis e socialmente justas, capazes de promover seu desenvolvimento socioeconômico. O projeto “Catadoras de Mangaba, gerando renda e tecendo vida” em Sergipe é patrocinado pela Petrobrás e visa alcançar a organização de associações em diferentes municípios de Sergipe, incentivando a multiplicação dos conhecimentos adquiridos; o aumento da capacidade de produção e da comercialização dos produtos da mangaba (trufa, bala, licor, geléia, mousse e biscoito), bem como a orientação para o beneficiamento dos frutos.

4 Mercado e tendências de sucos e néctares

O mercado de sucos de frutas e néctares da União Européia desde 2009 registra retração. Isso se deve à precariedade da situação econômica na zona do euro com a inflação e o aumento do desemprego. Em 2011, a taxa de declínio para o mercado de sucos e néctares de frutas foi de 2,2% (ASSOCIAÇÃO EUROPÉIA DE SUCOS DE FRUTAS, 2012).

O cenário da indústria de sucos no Brasil mudou bastante a partir de 1997 com o aumento do consumo de sucos e néctares prontos para beber. Em relação às bebidas não carbonatadas, (sucos, néctares e bebidas à base de soja) estima-se um crescimento de 600 milhões de litros na América do Sul até o final de 2013, com grande representatividade no Brasil (SIG Combibloc, 2010).

Os sucos prontos para o consumo apresentaram ampliação da comercialização, em 2013, de 42,94%, índice que representa um incremento de 9,97 milhões de litros em relação ao primeiro semestre de 2012 (ASSESSORIA IBRAVIN, 2013). Em 2012, no Brasil foram consumidos 2.155 milhões de litros de sucos, néctares e refrescos (MARKESTRAT, 2013).

Os consumidores estão cada vez mais preocupados com a alimentação saudável e o suco de fruta pode ser um grande aliado para uma dieta saudável. As razões para o fato de substituir bebidas carbonatadas por opções mais naturais são: a maior preocupação com a saúde, o combate à obesidade e a manutenção da boa forma física, fatores que podem levar um crescimento ainda maior nas vendas de sucos prontos.

Quando a venda de sucos prontos começou a ganhar força nos supermercados, a bebida era associada basicamente ao público das classes A e B. De fato, a população de maior poder aquisitivo ainda representa 47,9% dos consumidores. No entanto, a classe C já responde por 34% da procura pela bebida. Com o crescente aumento do poder de compra dessa parcela da população, espera-se que os sucos permaneçam na lista de compras do brasileiro (SALLES, 2013).

A categoria de sucos prontos para beber ainda é muito recente no Brasil e por isso o mercado ainda é pouco diferenciado se comparado a outros países onde a categoria é mais antiga. Assim, a indústria de sucos aposta em inovações para atrair a atenção dos consumidores que ainda não aderiram à categoria. A Brasil Kirin (antiga Schincariol), dona da marca de sucos Fruthos, tem planos para expandir o segmento de bebidas não alcoólicas com o lançamento da linha Do Bem[®], focado em bebidas sem aditivos químicos, feitas a partir de ingredientes da biodiversidade brasileira. A Maguary também lançou em 2013 a linha “Maguary

SuperFrutas”, que caracterizada pela presença de frutas conhecidas por serem altamente benéficas devido ao alto poder antioxidante. A linha SuperFrutas trabalha com sucos nos sabores *cranberry*, framboesa, tomate e açaí.

O Brasil dispõe de uma enorme variedade de frutas tropicais passíveis de exploração. Estudos sobre a adoção de variedades próprias, o estabelecimento de parâmetros e características próprias das frutas dirigidas para a industrialização, o desenvolvimento de formulações de sucos e néctares com frutas de novos sabores e aromas se fazem necessários.

Souza Filho et al. (2000) desenvolveram formulações para néctares de frutas nativas da região Norte e Nordeste do Brasil, como o araçá-boi, ata, cajá, camu-camu, ciriguela, mangaba e sapoti. Os néctares de camu-camu e mangaba se sobressairam pelo elevado teor de vitamina C (camu-camu: 455,2 e 470,5; mangaba: 48,4 e 52,7 mg/100g).

A formulação de *blends* de frutas e adição de componentes funcionais em néctares e sucos prontos para beber também é um mercado incipiente no país e diversos estudos estão sendo focados nessa área. SOUSA (2006) estudou a aceitação de seis formulações para um néctar misto de caju, manga e acerola adicionado de *Ginkgo biloba* e *Panax ginseng*. Damiani et al. (2011) desenvolveram um néctar de cajá com hortelã como forma de agregar valor ao fruto tipicamente brasileiro, cajá-manga, e obtiveram grande aceitabilidade, além de um bom potencial antioxidante do extrato etéreo do néctar.

5 Aspectos funcionais das frutas

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) a propriedade funcional é aquela relativa ao papel metabólico ou fisiológico que o nutriente ou não nutriente tem no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano (ANVISA, 1999).

Os alimentos que além de fornecer nutrientes são capazes também de proporcionar um efeito fisiológico benéfico ao consumidor, como regular algumas

funções corporais, auxiliar a prevenção de patologias como hipertensão, câncer, osteoporose, entre outras, são designados como “funcionais”.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) são ditas “funcionais”, substâncias que podem ser um alimento ou parte de um alimento e que proporcionam benefícios médicos ou à saúde, incluindo a prevenção de doenças.

As substâncias consideradas como alimentos funcionais podem ser nutrientes como vitamina C, vitamina E, β - caroteno, ácido fólico, cálcio e niacina ou não nutrientes, incluindo diferentes tipos de compostos químicos presentes em frutas e hortaliças. As mais pesquisadas, notadamente quanto ao efeito preventivo contra o câncer, são: fibras, compostos fenólicos, terpenóides, carotenóides, minerais como selênio e cálcio, isotiocianatos aromáticos, entre outros (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os antioxidantes são compostos funcionais que retardam ou evitam a oxidação de substratos, a formação e propagação de radicais livres proporcionando proteção ao meio celular. As plantas usam uma variedade de compostos antioxidantes para lidar com as espécies de oxigênio reativo (ROS) a fim de manter sua sobrevivência. Assim, os vegetais proporcionam uma rica fonte de antioxidantes naturais nos quais estão incluídos tocoferóis, vitamina C, carotenóides e compostos fenólicos.

Os antioxidantes produzidos pelo próprio organismo humano ou absorvidos na dieta são responsáveis por combater o excesso de radicais livres. O estresse oxidativo ocorre quando há um desbalanço entre a produção de radicais livres e os mecanismos de defesa antioxidante. O acúmulo de radicais livres pode ocorrer em decorrência de defeitos na respiração mitocondrial, metabolismo do ácido araquidônico, ativação ou inibição de substâncias enzimáticas ou por fatores exógenos como nutrição inadequada, poluição, hábito de fumar ou ingerir álcool (PEREIRA et. al., 2009). O estresse oxidativo tem sido associado ao desenvolvimento de doenças cardíacas, câncer, doença degenerativa como Alzheimer e até mesmo ao envelhecimento (ROESLER et al., 2007).

As frutas do cerrado enfrentam a estação da seca, permanecendo de dois a seis meses sem chuvas. Desta forma essas plantas possuem muitas adaptações

para resistir ao sol, às secas e às conseqüentes queimadas e por esses motivos essas plantas têm evoluído por milhões de anos. Estudos afirmam que plantas tropicais que recebem luz em excesso sofrem foto-oxidação. Sob alta quantidade de luz e calor, a síntese e atividade de enzimas antioxidantes tendem a aumentar nessas plantas a fim de seqüestrar radicais livres que são tipicamente produzidos nessas condições e que são tóxicos às membranas (DEMMING-ADAMS e ADAMS, 1992).

De acordo com Pereira et al. (2006) a mangaba apresenta elevado teor de taninos, os quais são compostos fenólicos polimerizados de natureza química variada. Esses compostos fenólicos presentes em alimentos como chá verde, chá preto, uva e vinho, estão sendo associados ao potencial antioxidante desses alimentos e à prevenção de doenças crônico-degenerativas.

Várias metodologias para quantificação de antioxidantes *in vitro* têm sido empregadas em alimentos como a quantificação da capacidade de absorção do oxigênio (ORAC), a mensuração da capacidade de sequestrar o radical *2,2-difenil-1-picril hidrazil (DPPH)* e capacidade antioxidante do Trolox equivalente (TEAC) que mede a atividade de compostos lipofílicos e hidrofílicos.

Estudos para a quantificação de antioxidantes *in vitro* em mangabas ainda são recentes e concentrados para frutos oriundos do Nordeste do Brasil, pertencentes ao bioma Caatinga.

Roesler et al. (2007) foram pioneiros ao avaliar o potencial em sequestrar radicais livres de frações de frutos do Cerrado. A atividade antioxidante em frutos do Cerrado como araticum, lobeira, cagaita, pequi e banha de galinha em diferentes frações dos frutos (polpa, semente e casca) foram estudadas por meio de extratos aquosos e etanólicos.

Malta (2011) também avaliou a capacidade antioxidante *in vitro* de extratos de frutos do Cerrado, guapeva, murici e gabioba, através dos métodos DPPH, TEAC e ORAC obtendo resultados satisfatórios principalmente para casca de guapeva e para gabioba.

Almeida (2011) estudou compostos bioativos e a atividade antioxidante de 11 frutas exóticas cultivadas no Nordeste do Brasil utilizando os métodos DPPH e

TEAC. Dentre as frutas estudadas a mangaba e o murici provenientes de Fortaleza, Ceará, destacaram-se como fonte de antioxidantes.

Não foram encontrados trabalhos relacionados à atividade antioxidante em mangabas oriundas do Cerrado, os poucos estudos relatados foram feitos no Nordeste e com a variedade botânica *speciosa*, cuja ocorrência é generalizada na região.

6 Enzimas

As enzimas são proteínas que atuam como catalisadores acelerando a velocidade de uma reação sem participar da mesma como reagente ou produto. A União Internacional de Bioquímica (IUB) estabeleceu a classificação das enzimas em seis classes: oxirredutases que catalisam reações de transferência de elétrons; transferases catalisam reações de transferência de grupamentos funcionais como fosfato, aminas entre outros; hidrolases catalisam reações de hidrólise da ligação covalente; liases catalisam a quebra da ligação covalente e a remoção de moléculas de água, amônia e gás carbônico; isomerases catalisam reações de interconversão entre isômeros ópticos ou geométricos; ligases catalisam reações de formação de novas moléculas a partir da ligação entre duas já existentes (FERREIRA et al., 1997).

Enzimas são catalisadores biológicos, desde a síntese de intrincados compostos até a quebra de complexas moléculas. São compostos altamente específicos (o que evita reações paralelas indesejáveis) e, sendo proteínas, são 100% biodegradáveis, o que as torna ambientalmente inofensivas. Atualmente, as enzimas podem substituir muitos produtos químicos nocivos ou até perigosos e permitem uma produção segura e ambientalmente correta, decorrente de uma “tecnologia limpa” (NOVOZYMES, 2013).

A atividade enzimática é influenciada pela concentração da enzima, concentração de cofatores, pH, temperatura, força iônica e quando presentes, o tipo e a concentração de inibidores. Comercialmente, as enzimas são produzidas em grande escala por síntese microbiana, através de fungos ou bactérias. O

processo de produção é normalmente anaeróbico e o meio de cultura similar aos usados para fermentação de síntese de antibióticos (FURIGO JUNIOR e PEREIRA, 2001).

6.1 Enzimas das Frutas

A peroxidase (POD) e a polifenoloxidase (PPO) têm sido consideradas as principais enzimas responsáveis pela deterioração da qualidade em muitos produtos de origem vegetal. Estas podem participar de reações oxidativas e de biodegradação associadas ao sabor, cor, textura e qualidade nutricional dos alimentos (VALDERRAMA et al, 2001).

As peroxidases catalisam reações redox em que o peróxido de hidrogênio ou outro peróxido orgânico é reduzido, enquanto um doador de elétrons como ascorbato, fenóis, aminas entre outros compostos orgânicos são oxidados (FENNEMA, 2010). O produto da reação de oxidação, na maioria das vezes, é colorido e interfere negativamente na qualidade sensorial do vegetal.

As polifenoloxidases atuam sobre compostos fenólicos, causando a sua oxidação a quinonas na presença de oxigênio, com escurecimento dos tecidos devido à polimerização delas ou à sua reação com aminoácidos e proteínas (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

As oxirredutases como as peroxidases e polifenoloxidases são enzimas intracelulares que ocorrem em plantas, animais e fungos. Essas enzimas estão relacionadas com a geração de sabor desagradável e escurecimento enzimático em frutas e vegetais.

O tratamento térmico em polpas e sucos de frutas ácidas tem como principal objetivo a inativação enzimática, visto que o pH ácido restringe a microbiota capaz de crescer no meio, e geralmente os microrganismos acidófilos apresentam menor resistência térmica. De acordo com Clemente (1996) na produção de sucos de frutas, muitas vezes, se inclui a casca da fruta, e isto contribui geralmente para o aumento da atividade da peroxidase no meio.

Pelais et al. (2008) na tentativa de definir um binômio tempo e temperatura de pasteurização da polpa de murici, um fruto ácido que também é encontrado no

Cerrado, avaliaram a atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase na polpa do fruto *in natura*.

A atividade da polifenoloxidase na polpa de outro fruto típico do Cerrado, o araticum, foi estudada por Silva et. al. (2009) que verificou a atividade máxima da enzima em pH igual a 7 e observou a inativação de 90% da enzima no tratamento térmico de 5 minutos a 80 °C.

6.2 Enzimas aplicadas na Clarificação de Sucos de Frutas

Algumas enzimas das classes hidrolases e liases ultimamente vêm sendo bastante utilizadas na tecnologia de alimentos no processo de clarificação de sucos e vinhos.

As pectinases formam um grupo de enzimas que degradam substâncias pécticas, hidrolisando ligações glicosídicas ao longo da cadeia carbônica. Podem ser despolimerizantes ou desesterificantes e são produzidas por plantas, fungos filamentosos, bactérias e leveduras (UENOJO e PASTORE, 2007). As substâncias pécticas são responsáveis pela consistência, turbidez e aparência dos sucos das frutas, e sua presença causa um aumento considerável na viscosidade do suco, dificultando a filtração e a concentração. A adição de enzimas pectinolíticas nos purês de frutas e vegetais resulta na degradação da pectina e outros componentes de alto peso molecular, diminuindo a viscosidade e aumentando o rendimento dos sucos ocasionando uma aparência cristalina no produto final e reduzindo o tempo de filtração (BRASIL et al., 2006).

As celulases são enzimas responsáveis pela degradação da celulose, principal componente de sustentação das estruturas vegetais. As endoglucanases, exoglucanases e beta-glicosidases fazem parte do grupo das celulases. As endoglucanases agem na região interna da fibra de celulose e liberam compostos formados por unidades de glicose, os oligossacarídeos. As exoglucanases agem nas extremidades da celulose e liberam glicose livre ou celobiose (formado por duas unidades de glicose). As beta-glicosidases quebram a celobiose e liberam glicose livre (ZANCHETTA, 2013)

Na indústria de bebidas as celulases são utilizadas para produção de sucos de frutas já que rompem a rede de celulose contribuindo para liberação do líquido das células vegetais.

No Brasil, a utilização de enzimas no processamento de sucos de frutas já é comum em escala industrial, principalmente na obtenção de sucos de maçã, uva e na produção de vinhos e sidras.

Diversos trabalhos têm estudado a aplicação de enzimas na extração de sucos e na redução da viscosidade da polpa e/ou suco das frutas. Kempka (2013) avaliou a clarificação do suco de duas cultivares de maçãs (Gala e Fuji) empregando um complexo enzimático de pectinases e celulases em combinação com colágeno hidrolisado obtendo até um excesso de clarificação em alguns sucos.

O uso de pectinase na extração do suco de jabuticaba possibilitou a obtenção de um suco com uma coloração arroxeadada mais intensa, houve uma redução do anidrido sulfuroso total, dobrou a concentração de antocianinas, aumentou a concentração de minerais totais e obteve melhor aceitação pelos provadores na análise sensorial (PALUDO e KRÜGER, 2011).

Além da melhoria da qualidade de alguns sucos, como na jabuticaba, as enzimas pectinolíticas também possibilitam o aumento do rendimento de suco. O araçá vermelho teve uma elevação de rendimento de suco de 47% para 73% com o uso de enzimas pectinolíticas no suco extraído mecanicamente (SANTOS et al., 2007).

O uso de enzimas na maceração foi estudado por Correia (2010) na maceração da polpa de noni (*Morinda citrifolia* L.), verificando que a concentração da enzima e a temperatura de incubação são determinantes na redução do teor de polpa e no aumento dos açúcares redutores.

Bastos et al. (2002) iniciaram os trabalhos relacionados a utilização de enzimas pectinolíticas visando aumentar o rendimento de extração de polpa em frutos nativos, como o cupuaçu. Nesse estudo a utilização de enzimas foi uma alternativa para melhorar o processo de extração da polpa; adicionando-se acima de 300ppm, obteve um rendimento próximo a 60%.

Granero et al. (2012) empregaram preparações enzimáticas compostas por poligalacturonases e celulases com o objetivo de encontrar a melhor condição para diminuir a produção de resíduos na produção de sucos de maçã. A Ultrazym® AFP-L (Novozymes) foi eficiente na diminuição do bagaço, proporcionando redução do impacto ambiental e aumentando a eficiência na produção de suco.

7 Estabilidade das suspensões e hidrocolóides

Os alimentos contêm ou são formados por dispersões de seus componentes em água (dispersante), formando sistemas monofásicos (soluções verdadeiras) ou sistemas polifásicos (suspensões). A estabilidade das dispersões é dependente de vários fatores: diferença de densidade entre as fases, viscosidade, dimensões do dispersóide, relação entre os volumes das fases, carga elétrica nas partículas, presença de substâncias tenso ativas e da tensão superficial nas interfaces (BOBBIO e BOBBIO, 2001).

A diferença de densidade entre as fases da dispersão pode levar à separação de fases pela coalescência das partículas do dispersóide, que formando agregados podem precipitar. O aumento da viscosidade do meio dificulta os movimentos do dispersóide, retardando a coalescência. A baixa concentração da fase dispersa dificulta a aproximação das partículas aumentando a estabilidade do sistema. Partículas com cargas elétricas opostas se atraem formando aglomerados e tendem a precipitar. A alta tensão superficial dos componentes da dispersão é uma barreira para o contato entre as fases dificultando a homogeneização (FELLOWS, 2006).

A velocidade de sedimentação de uma partícula esférica e rígida, em regime laminar, pode ser associada à lei de Stokes (Equação 1):

$$V = \frac{4}{3} g r^2 \frac{(\rho_{sol} - \rho_{liq})}{\eta} \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que V é a velocidade de sedimentação (m/s), g a aceleração da gravidade (m/s^2), r o raio médio da partícula (m), ρ_{sol} a densidade das partículas e ρ_{liq} a densidade do meio contínuo (kg/m^3) e η a viscosidade do meio (Pa.s).

Um dos problemas relacionados aos sucos de frutas é a sedimentação das partículas quando armazenado por um tempo prolongado. Vários são os fatores que causam a separação de fases em bebidas de frutas, podendo estes agirem de forma isolada ou em interação, como ação enzimática, interações de componentes, tamanho da partículas, viscosidade, ação microbiana, alteração da temperatura entre outros.

Os hidrocolóides permitem a retenção das partículas suspensas devido à regulação das propriedades reológicas e sua ionização em soluções aquosas. Os hidrocolóides interagem com a água, causando um aumento da viscosidade do meio o que também contribui para aumentar a estabilidade da dispersão (GENOVESE e LOZANO, 2001).

Ultimamente os hidrocolóides também estão sendo empregados em alimentos fritos com a finalidade de diminuir a absorção de óleo durante o processo de fritura, tornando o alimento mais saudável e com melhores características sensoriais. O hidrocolóide é dissolvido em água e o alimento a ser frito é mergulhado nessa solução, formando um filme comestível sobre o alimento (VARELA e FISZMAN, 2011). Os filmes comestíveis formados com hidrocolóides também vêm sendo utilizados em vegetais para prolongar a vida útil dos mesmos.

A crescente demanda por produtos de baixa caloria, dietéticos, aquece o mercado de hidrocolóides já que estes em sinergia com alguns edulcorantes garantem melhorias nas características sensoriais dos produtos em que o açúcar não está presente na formulação, um exemplo são as bebidas carbonatadas (ZEGLER, 2012).

Na estabilização de sucos de frutas, os principais fatores para a seleção de hidrocolóides a serem aplicados são o pH do meio e custo do aditivo, assim, os produtos mais utilizados na indústria de sucos são a pectina, carboximetilcelulose (CMC), gomas xantana e gelana.

As pectinas são os agentes de gelificação preferidos para frutas ácidas devido sua estabilidade em pH ácido (SAHA e BHATCHARYA, 2010). A pectina empregada em bebida a base de laranja aumentou a estabilidade física da bebida diminuindo a taxa de turbidez (MIRHOSSEINI et al., 2008). Ultimamente a pectina vem sendo empregada pelas indústrias de sucos que visando reduzir custos com matéria-prima, como polpa de fruta, vem alterando as formulações de néctares diminuindo a porcentagem de polpa da bebida. A pectina consegue manter o corpo da bebida mesmo com a redução do teor de polpa de fruta (ZEGLER, 2012). De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária a pectina e a pectina amidada podem ser usadas como estabilizante em sucos e néctares de frutas em quantidade suficiente para obter o efeito tecnológico desde que não altere a identidade do produto (ANVISA, 2013).

A CMC é preparada por tratamento da celulose com solução de hidróxido de sódio (NaOH) e monocloacetato de sódio. A água e o hidróxido de sódio penetram entre as fibras de celulose e alguns grupos hidroxílicos da celulose reagem com o NaOH. As fibras são tratadas com monocloroacetato de sódio e então é obtida a CMC. As características da CMC como hidrocolóide dependem da quantidade de grupos hidroxílicos substituídos (BOBBIO e BOBBIO, 2001).

A carboximetilcelulose é solúvel em água quente ou fria, estável pH entre 5 e 11. Muito usada como espessante pela capacidade de interagir com a água (SAHA e BHATTACHARYA, 2010). Em sucos e néctares pode ser adicionada como estabilizante na quantidade máxima de 0,3% (BRASIL, 2013).

As gomas podem ser definidas como moléculas de alto peso molecular com características hidrofílicas ou hidrofóbicas que, usualmente, têm propriedades coloidais com capacidade de produzir géis ao combinar-se com o solvente apropriado. As gomas alimentícias são obtidas a partir de uma variedade de fontes: exsudados de sementes de plantas terrestres, algas, produtos da biossíntese de microrganismos e a modificação química de polissacarídeos naturais (ADITIVOS e INGREDIENTES, 2013).

A goma gelana é obtida por fermentação em cultura da *Sphingomonas elodea*. A goma possui um esqueleto linear de unidades repetidas dos

monossacarídeos 1,3 β -D-glicose, 1,4 β -D-ácidoglucurônico, 1,4 β -D-glucose, 1,4 α -L-ramnose. As propriedades da goma estão relacionadas com a taxa de acilação das glicoses. As gomas nativas são de alta acilação e formam géis moles, elásticos, não-frágeis (CP KELCO[®], 2007).

A goma gelana apresenta uma série de aplicações: geleificante, texturizante, estabilizante e formadora de filmes. As propriedades funcionais são manifestadas em concentrações muito baixas: no nível de 0,05% forma soluções aquosas de baixa viscosidade a elevada temperatura, que sob resfriamento origina géis fortes com excelente claridade. Os géis de gelana promovem a liberação do sabor das frutas, são límpidos, estáveis na faixa de pH de 3,5 a 8 sob aquecimento (ADITIVOS e INGREDIENTES, 2013). De acordo com a empresa CP Kelco (2007), a qual atua no mercado de hidrocolóides, a goma gelana, nome comercial Kelcogel[®], é bastante empregada em sucos por manter as partículas em suspensão sem alterar a viscosidade, além de atuar em uma ampla faixa de pH.

A goma xantana é um heteropolissacarídeo produzido por fermentação da *Xanthomonas campestris*. São constituídos por unidades básicas de D-glucopirranose, D-manopirranose e ácido-D-glucurônico. Contém ainda na molécula, grupos acetílicos e resíduos de ácido pirúvico, os quais estão ligados às cadeias de D-glucose por ligações acetálicas. As soluções de goma xantana quando em baixas concentrações são pseudoplásticas, apresentam altos índices de viscosidade e tornam-se pouco viscosas quando sobre ela é aplicada uma força de cisalhamento (DICKINSON, 1992).

A goma xantana também apresenta excelente estabilidade em valores de pH extremos, na faixa de 2 a 11, e altas temperaturas de 100 a 120°C além de poder ser dissolvida a quente ou a frio. A CP Kelco (2010) comercializa a goma xantana com o nome Keltrol[®] e de acordo com a empresa essa goma tem um custo mais baixo, porém, em sucos pode levar a geleificação além de alterar o sabor do produto.

As gomas gelanas e xantana podem ser adicionadas à sucos e néctares de frutas, na função de estabilizantes, na concentração máxima de 0,05% e 0,2%, respectivamente (BRASIL, 2013). O hidrocolóide quando adicionado puro ao

sistema aquoso, deve-se pulverizá-lo no vórtice que se forma durante vigorosa agitação, no caso de sucos e néctares deve-se fazer uma pré mistura do hidrocolóide com um agente dispersante, como açúcar ou outros ingredientes desidratados que façam parte da formulação. O ideal é que essa pré-mistura seja feita pelo menos com 5 partes do agente dispersante para 1 do hidrocolóide, antes que seja acrescentado ao sistema aquoso. Além disso, a adição da goma deve ser realizada em solução pré-aquecida (70 °C) e sob constante agitação (CP KELCO[®], 2007).

A propriedade da goma xantana e alginato de formar partículas esféricas na presença de íons cálcio foi estudada por Pongjanyakul e Puttipipatkachorn (2006) na eficácia da encapsulação de diclofenaco de sódio. Abson et al. (2013) também avaliou sensorialmente a forma particulada de goma xantana, obtida por extrusão, em uma bebida de tomate comparada com a forma tradicional e amido modificado. Ainda são escassos os estudos da utilização de goma xantana na forma particulada, geralmente em formato esférico.

8 Processamento de frutas

Os grandes centros urbanos apresentam uma demanda por produtos com maior conveniência, mantendo a cor e sabor das frutas *in natura*, bem como seus componentes nutricionais e funcionais. O processamento de frutas traz praticidade para o consumidor e conserva as características químicas e organolépticas da fruta, além de permitir a oferta de frutas sazonais por um período maior de tempo.

A qualidade dos produtos elaborados é influenciada pelos tratamentos realizados anteriormente ao processamento propriamente dito, visto que as frutas que chegam do campo vêm acompanhadas de matérias estranhas como terra, folhas, entre outras, que devem ser eliminadas. As operações básicas de processamento, também denominadas de pré-processamento, são um conjunto de etapas que têm o objetivo de garantir a boa qualidade das frutas, independentemente do tipo de produto elaborado. Geralmente as etapas de pré-processamento são: colheita, transporte, limpeza e seleção (KOPF et al., 2008).

A colheita está condicionada às características de cada fruta e à variedade do cultivar disponível, devendo levar em consideração fatores como o grau de maturação e o padrão respiratório de amadurecimento (climatérico ou não climatérico). Tais elementos influenciam na qualidade do produto final, sendo o estágio de maturação o principal fator observado para a colheita. A decisão quanto ao grau de maturidade do produto na colheita depende também das necessidades do mercado, do tipo de transporte a ser realizado e das necessidades de armazenamento, podendo diferir entre as épocas do ano. Isto é muito importante em indústrias de processamento, pois o abastecimento constante do mercado com os produtos é fundamental na estratégia da empresa (FERNANDES e SILVA, 2003).

No transporte dos frutos até a unidade processadora devem ser consideradas as características morfológicas dos frutos. Fatores como o tempo e temperatura de transporte também podem afetar a qualidade do fruto. O transporte deve ser realizado preferencialmente nos horários de temperaturas mais amenas e o manuseio dos frutos deve ser conduzido de forma a evitar choques mecânicos (PANTOJA et al., 2010).

O objetivo da etapa de limpeza é remover toda contaminação física, química e microbiológica da superfície da fruta. Os equipamentos para limpeza são classificados de acordo com o processo empregado, em que o processo pode ser úmido (imersão, aspersão e limpeza ultrassônica) ou seco (separação por ar, magnetismo ou métodos físicos). Os métodos úmidos são mais efetivos na remoção de resíduos particulados e pesticidas de frutas e vegetais que os métodos secos, além de causarem menores danos aos alimentos (FELLOWS, 2006). A limpeza pelo método úmido ocorre usualmente em duas etapas: uma lavagem por imersão e outra por aspersão. A aplicação de água clorada nos banhos de imersão é recomendada e a combinação entre tempo de lavagem e concentração de cloro deve ser aplicada de acordo com as condições da matéria-prima (HUI et al., 2006).

A etapa de seleção da matéria-prima ocorre usualmente após a lavagem. A seleção tem por objetivo avaliar a qualidade global do alimento por um número de

atributos e remover tudo que não está adequado ao processo. A seleção das frutas ocorre em mesas ou esteiras apropriadas que devem permitir que as frutas rolem, de forma que seja possível visualizar toda sua superfície (PARKER, 2003; BARRET et al., 2005).

De forma geral, deve-se evitar que a casca seja processada junto com a parte comestível da fruta, pois pode ocasionar alterações no sabor do produto final devido à incorporação de alguns componentes orgânicos. Os cinco métodos principais para descascamento são descascamento por vapor, por facas, abrasivo, cáustico e por chamas (FELLOWS, 2006).

O branqueamento é uma operação comum em frutas e hortaliças e tem como principal objetivo a inativação de enzimas; além de amolecer os tecidos vegetais facilitando o enchimento dos recipientes, remover o ar dos espaços intracelulares e ajudar na formação de vácuo no espaço livre das latas. Essa operação unitária reduz o número de microrganismos contaminantes na superfície das frutas colaborando com as etapas de conservação (FELLOWS, 2006).

Vários tipos de tratamentos térmicos podem ser aplicados como método de conservação de frutas. A escolha do tratamento térmico a que o alimento está submetido depende do pH. Os alimentos são classificados em dois grupos, de acordo com o tratamento térmico: alimentos pouco ácidos, com pH acima de 4,5; e alimentos ácidos, com pH abaixo de 4,5 (SPOTO, 2006).

A pasteurização é um tratamento térmico relativamente brando, no qual o alimento é aquecido a temperaturas inferiores a 100 °C. Em alimentos ácidos (pH < 4,5, sucos de fruta), o principal propósito da pasteurização é a inativação de enzimas (pectinesterase e poligalacturonase) que afetam a cor e a conservação da bebida, embora busque-se também a destruição de micro-organismos deteriorantes (leveduras e bolores) e o aumento da vida de prateleira (FELLOWS, 2006).

A tecnologia asséptica é amplamente utilizada para a conservação de atomatados, sucos e bebidas de fruta destinadas ao consumo doméstico. Nesse processamento, o líquido e a embalagem são esterilizados separadamente. Frequentemente, o alimento é pasteurizado em trocadores de calor, na temperatura de 93 °C ou superior por 30 s, sendo resfriado antes do envasamento

em embalagens cartonadas, geralmente compostas de laminados de papel, plástico e alumínio, previamente esterilizadas. Procedimentos de esterilização da embalagem incluem o uso de calor, substâncias químicas (como peróxido de hidrogênio), radiação de alta energia (radiação ultravioleta) ou uma combinação desses (GAVIN e WEDDIG, 1995).

Tecnologias alternativas à pasteurização térmica incluem a utilização de luz ultravioleta (UV), processamento em alta pressão, campos elétricos pulsantes, irradiação por feixe de elétrons, processamento em altas concentrações de CO₂ e esterilizantes químicos (KNORR et al., 2002; ODEBO, 2001).

9 Viabilidade econômica de um projeto

As novas empresas deparam-se com um ambiente de negócios carregado de incertezas, ainda mais quando se trata do macroambiente brasileiro caracterizado por volatilidade, risco político, altas taxas de juros, inflação, legislação contraditória e ausência de transparência na contabilidade. Tentando minimizar as incertezas, a maioria das empresas nascentes inclui no seu planejamento a análise da viabilidade econômica. De acordo com Rozenfeld et al. (2006), analisar a viabilidade econômica-financeira de um projeto significa estimar e analisar as perspectivas de desempenho financeiro do produto resultante do projeto.

As ferramentas de análise da viabilidade econômica mais comumente utilizadas são o valor presente líquido (VPL), a taxa interna de retorno (TIR) e o tempo de recuperação do capital (*Payback*).

O valor presente líquido é um método para análise de investimentos que determina o valor presente de pagamentos futuros. Este método consiste em uma fórmula matemático-financeira em que o valor dos investimentos e do fluxo de caixa atual e futuro são convertidos para um valor equivalente na data atual por meio de uma taxa de conversão. Esta conversão é devido ao fato do poder aquisitivo do dinheiro sofrer alterações com o passar do tempo. Quando o valor presente líquido é maior que zero define que o projeto é viável, pois o valor

presente das entradas de caixa é maior do que o valor presente das saídas de caixa (MATARAZZO, 2003).

A taxa interna de retorno estabelece a taxa econômica necessária para igualar o valor de um investimento com seus retornos futuros. Significa a taxa de remuneração que deve ser fornecido pelo projeto de modo que este iguale o seu investimento, após um período de tempo (SANTOS, 2009).

O *payback* consiste na identificação do tempo necessário para a recuperação do capital investido. É o período em que os valores dos investimentos (fluxos negativos) se anulam com os respectivos valores de caixa (fluxos positivos) (KASSAI et al., 2000).

Noronha (2010) propôs uma nova perspectiva para a análise de investimentos para avaliação de empresas, utilizando a Teoria de Opções Reais. A Teoria das Opções Reais é uma abordagem para análise de ativos reais que complementa as ferramentas tradicionais de análise de viabilidade financeira, avaliando as incertezas presentes no fluxo de caixa do investimento e visualizando as oportunidades ao longo da vida útil do projeto, tais como opções de expandir ou abandonar um projeto.

Germer (2010) analisou a viabilidade econômica de uma suposta unidade produtora de pêssego e abacaxi passa na região de Paranapanema (SP), empregando o processo combinado de pré-secagem osmótica e secagem com ar quente e verificou a viabilidade do projeto para uma capacidade média de processamento de 1300 kg/dia de fruta. A taxa interna de retorno (TIR) do investimento para implantação da unidade foi de aproximadamente 34%, e o valor presente líquido (VPL) obtido indica a possibilidade de duplicação do capital no prazo de 20 anos.

Grzebieluckas et al. (2010) avaliou a viabilidade econômica do cultivo da mangabeira como forma de agregação de valor de forma sustentável para as pequenas propriedades rurais do município de Arenópolis, Goiás. Pela análise do fluxo de caixa a atividade apresentou viabilidade econômica gerando um VPL no valor de R\$55.772/ha/ano indicando, portanto, alta rentabilidade. A TIR de 59,5% também apresentou índice superior às taxa mínima de atratividade que foi de 9%.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABSON, R.; GADDOPATI, S. R.; HORT, J.; MITCHELL, J. R.; WOLF, B.; HILL, S. E. A comparison of the sensory and rheological properties of molecular and particulate forms of xanthan gum. **Food Hydrocolloids**, p. 1- 6, 2013.

AGUIAR, L. M.; CAMARGO, A. J. A. **Cerrado: Ecologia e caracterização**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2004. 249 p.

AGUIAR FILHO, S. P.; BOSCO, J.; ARAÚJO, I. A. de. **A mangabeira (*Hancornia speciosa*): domesticação e técnicas de cultivo**. João Pessoa: EMEPA-PB, 1998, 26 p.

ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M.; ARRIAGA, A. M. C.; PRADO, G. M.; MAGALHÃES, E. C.; MAIA, G. A.; LEMOS, T. L. G. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, n. 4, p. 2155-2159, 2011.

ALVES, R. E. et al. **A cultura da mangaba**. Aracaju. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006, cap. 16, p.207 – 220.

AROLA, F. M. D. **Isolamento e caracterização da goma da mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes)**. 1982. 118 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 1982.

ASSESSORIA IBRAVIN. Comercialização de vinhos e espumantes apresenta estagnação no semestre. **Disponível em: <http://www.artwine.com.br/noticias/315/comercializacao-de-vinhos-e-espumantes-apresenta-estagnacao-no-semester>**. Acesso em: 22 set. 2013.

ASSOCIAÇÃO EUROPÉIA DE SUCOS DE FRUTAS. **Relatório de Mercado**. Disponível em: http://www.citrusbr.com/download/AIJNMarketReport2012_PT_02.pdf. Acesso em: 20 set. 2013.

AVIDOS, M. F. D.; FERREIRA, L. T. **Frutos dos cerrados – preservação gera muitos frutos**. Disponível em: <<http://www.biotecnologia.com.br/bio15/frutos.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2010.

BARRET, D.M.; SOMOGYI, L.; RAMASWAMY, H. **Processing fruits: Science and technology**. 2 ed. Florida: CRC Press LLC Boca Raton, 2005. 864p.

BASTOS, M. S. R.; GURGEL, T. E. P.; SOUSA FILHO, M. S. M.; LIMA, I. F. B.; SOUZA, A. C. R.; SILVA, J. B. Efeito da aplicação de enzimas pectinolíticas no rendimento da extração da polpa de cupuaçu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 240-242, 2002.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 3 ed. São Paulo: Livraria Varela, 2001. 143p.

BRASIL, I. M.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, R. W. Estudo do rendimento do suco de goiaba extraído por tratamento enzimático. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 16, n.1, p. 57-61, 1996.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução Nº 19, de 30 de abril de 1999. **Aprova o Regulamento Técnico de procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem**.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria – RDC Nº 8, de 06 de março de 2013. **Dispõe sobre a aprovação de uso de aditivos alimentares para produtos de frutas e de vegetais e geleia de mocotó**.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 12, de 04 de Setembro de 2003. **Dispõe sobre o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade de Néctares**. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>. Acesso em: 02 jan. 2011.

CATADORAS DE MANGABA, 2011. Disponível em: <http://www.catadorasdemangaba.com.br/ler.asp?id=1&titulo=conteudo>. Acesso em: 18 set. 2013.

CLEMENTE, E. Isolamento, purificação e termoestabilidade da isoperoxidase do suco de laranja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 16. p. 1-5, 1996.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-Colheita de frutas e hortaliças fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Conjuntura mensal da mangaba**. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_08_13_17_17_45_conj.pdf. Acesso em: 07 out. 2013.

CORREIA, A. A. S. **Maceração enzimática da polpa de noni (*Morinda citrifolia* L.)**. 2010. 105p. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

CP Kelco a Huber Company. Aditivos e Ingredientes na indústria de gomas funcionais. **Aditivos e Ingredientes**, p. 55-61, 2013. Disponível em: http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/473.pdf. Acesso em: 24 set. 2013.

_____. **Kelcogel gellan gum**. Apostila, 5 ed., 2007. 27p.

_____. **Keltrol xanthan gum**. Apostila, 4 ed., 2010. 4p.

DAMIANI, C.; SILVA, F. A.; AMORIM, C.C. M.; SILVA, S. T. P.; BASTOS, I. M.; ASQUIERI, E. R.; VERA, R. Néctar misto de cajá-manga com hortelã: caracterização química, microbiológica e sensorial. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 13, n. 3, p. 301-309, 2011.

DATAMARK MARK INTELLIGENCE BRAZIL. **Maguari lança novos sabores no mercado**. Disponível em: <http://www.datamark.com.br/noticias/2013/4/maguari-lanca-novos-sabores-no-mercado-139965/>. Acesso em: 23 set. 2013.

DEMMING-ADAMS, B.; ADAMS, W. W. Photoprotection and other response of plants to high light stress. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 43, p. 599-626, 1992.

DICKINSON, E. **An introduction to food colloids**, Oxford: University Press, Chapter 1, 1992.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapa de ocorrência da mangabeira no Brasil**. Arte: Alessandra Moraes. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/mangaba/arvore>. Acesso em: 21 set. 2011.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de Alimentos: Princípios e prática**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602p.

FENNEMA, O. R; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. **Química de alimentos**. 4. ed. Porto Alegre : Artmed, 2010. 1095p.

FERNANDES, A. R.; SILVA, C. A. B. **Produção de polpa de frutas e extrato de tomate**. In: SILVA, C. A. B.; FERNANDES, A. R. (Ed.). **Projetos de Empreendimentos Agroindustriais: Produtos de Origem Vegetal**, v. 2, 1ª Ed. Viçosa: UFV, 2003. p. 275 – 306.

FERREIRA, C. P.; JARROUGE, M. G.; DOMINGOS, M. D.; TUNDISI, M.; MARTIN, N. F. **Bioquímica básica**. São Paulo; Ed. Luana; 1997. 363 p.

FURIGO JUNIOR, A.; PEREIRA, E. B. **Enzimas e suas aplicações na cinética enzimática**. Apostila Engenharia Bioquímica. Universidade Federal de Santa Catarina. 39p. 2001.

GANGA, R. M. D.; FERREIRA, G. A.; CHAVES, L. J.; NAVES, R. V.; NASCIMENTO, J. L. Caracterização de frutos e árvores de *Hancornia speciosa* Gomes do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 101-113, 2010.

GAVIN, A.; WEDDIG, L.M. **Canned Foods: Principles of Thermal Process Control, Acidification and Container Closure Evaluation**. The Food Processors Institute, Washington, D.C., 1995.

GENOVESE, D.B.; LOZANO, J.E. The effect of hydrocolloids on the stability and viscosity of cloudy apple juices. **Food Hydrocolloids**, v. 15, p. 1-7, 2001.

GERMER, S. P. M. **Cultivares, variáveis de processo, reuso do xarope de sacarose e viabilidade econômica da pré-secagem osmótica de pêssegos**. 2010. 183p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

GRANERO, J. C.; BARBOSA, R.; ALMEIDA, D. M.; PINHEIRO, L. A.; SAUER, E.; WOSIACKI, G.; PRESTES, R. A. Mudanças no perfil do bagaço de maçã tratado com enzimas industriais. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 06, n. 02, p. 864-875, 2012.

GRZEBIELUCKAS, C.; CAMPOS, L. M. S.; SELIG, P. M. Cultivo de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) para agregação de valor sustentável às pequenas propriedades rurais: uma análise de viabilidade econômica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 31, 2011, **Anais...** Belo Horizonte: ENEP, 2011. CD-ROM.

HUI, Y.H.; BARTA, J.; CANO, M.P.; GUSEK, T.W.; SIDHU, J.S.; SINHA, N.K. **Handbook of fruits and fruit processing**. 1ed. Iowa: Blackwell Publishing Professional, 2006. 679p.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**, v. 25, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pevs/2010/pevs2010.pdf>. Acesso em: 28 set. 2013.

IBRAF, INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. **IBRAF prevê que exportações brasileiras de frutas frescas permanecerão estabilizadas em 2013**. Disponível em: <http://comexdobrasil.com/ibraf-preve-exportacoes-brasileiras-de-frutas-frescas-permanecerao-estabilizadas-em-2013/>. Acesso em: 27 ago. 2013.

KASSAI, R.; KASSAI, S.; SANTOS, A; ASSAF NETO, A. **Retorno de investimento: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2000.

KEMPKA, A. P.; PRESTES, R. C.; ALVIERO, T. Clarificação de suco de maçã de duas cultivares utilizando tratamento enzimático e colágeno hidrolisado. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 15, n. 2, p. 137-146, 2013.

KNORR, D.; ADE-OMOWAYE, B.I.O.; HEINZ, V. Nutritional improvement of plant foods by nonthermal processing. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 61, n. 2, p. 311–318, 2002.

KOPF, C.; ARGANDOÑA, E. J. S.; CAMARGO, L. K. P.; CARPINÉ, D.; FRIGO, F. C.; COELHO, F. A.; BEZERRA, J. R. M. V.; RIGO, M. **Técnicas do processamento de frutas para a agricultura familiar**. Departamento de Engenharia de Alimentos. Guarapuava: Unicentro. 62p. 2008.

LEDERMAN, I. E.; SILVA JUNIOR, J. F.; BEZERRA, J. E. F.; ESPÍNDOLA, A. C. M. **Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes)**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 35p. (Série Frutas Nativas, 2).

MALTA, L. G. **Avaliação biológica de frutas do Cerrado brasileiro: guapeva, gabiroba e murici**. 2011. 298p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

MANICA, I. Frutas Nativas, Silvestres e Exóticas 2: técnicas de produção e mercado: feijoa, figo- da- índia, fruta-pão, jaca, lichia, mangaba. Porto Alegre: Cinco Continentes Editora, 2002. p. 459-541.

MARKESTRAT. **Consumo detalhado de sucos - Dados 2013**. Disponível para download em: <http://www.citrusbr.com/exportadores-citricos/consumo/suco-de-laranja-detalhado-264758-1.asp>. Acesso em: 20 set. 2013.

MATARAZZO, Dante C. **Análise Financeira de Balanços**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MIRHOSSEINI, H.; TAN, C. P.; AGHLORA, A.; HAMID, N. S. A.; YUSOF, S.; CHERN, B. H. Influence of pectin and CMC on physical stability, turbidity loss rate, cloudiness and flavor release of orange beverage emulsion during storage. **Carbohydrate Polymers**, v. 73, p. 83–91, 2008.

MOTA, D. M.; SCHMITZ, H.; SILVA JUNIOR, J. F. Atores, canais de comercialização e consumo da mangaba no nordeste brasileiro. **Revista Economia e Sociologia Rural**, v. 46, n. 1, p. 121-143, 2008.

NORONHA, J. C.; NORONHA, J. C. C.; LEITE, V. F. **A avaliação de empresas nascentes pela lógica de opções reais**. Anais XII Seminários em Administração. São Paulo: FEA – USP, 2010.

NOVOZYMES. O que são enzimas? Disponível em: http://www.novozymes.com.br/produtosesolucoes_enzimas.htm. Acesso em: 01 out. 2013.

ODEBO, U. Fresher under pressure - a fully commercial cold pasteurization method for fruit products. **Fruit Process**, v. 11, n. 6, p. 220–221, 2001.

- PARKER, R. **Introduction to Food Science**. Albany: USA. 2003. p. 111–117.
- PALUDO, M. C.; KRÜGER, R. L. Ação da enzima pectinase na extração do suco de jabuticaba. **Arquivos de Ciência da Saúde UNIPAR**, v. 15, n. 3, p. 279-286, 2011.
- PANTOJA, L.; SANTOS, A.S.; PINTO, N.A.V.D. **Polpas e sucos de frutas do cerrado**. In: VENTURINI FILHO, G.W. (coord.). *Bebidas Não-Alcoólicas, Ciência e Tecnologia de Bebidas*, v. 2, 1ª Ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2010, p. 159 – 175.
- PELAIS, A. C. A.; ROGEZ, H.; PENA, R. S. Estudo da pasteurização da polpa de murici. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n.1, p. 17-24, 2008.
- PEREIRA, A. L. F.; VIDAL, T. F.; CONSTANT, P. B. L. Dietary antioxidants: chemical and biological importance. **Nutrire: Revista da Sociedade Brasileira de Alimentos e Nutrição**, v. 34, n. 3, p. 231-247, 2009.
- PEREIRA, A. V.; PEREIRA, E. B. C.; SILVA JÚNIOR, J. F.; SILVA, D. B. Mangaba. In: VIEIRA, R. F. et al. **Frutas Nativas da região Centro-Oeste do Brasil**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006. Cap. 12, p. 188 – 213.
- PONGJANYAKUL, T.; PUTTIPIPATKHACHORN, S. Xanthan–alginate composite gel beads: Molecular interaction and in vitro characterization. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 331, p. 61–71, 2007.
- REZENDE, C. F. A.; NAVES, R. V.; CHAVES, L. J.; MOURA, N. F.; BERNARDES, T. G. Caracterização de ambientes com alta densidade e ocorrência natural de mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17, 2002, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002. 1 CD-ROM.
- ROESLER, R.; MALTA, L., G.; CARRASCO, L., C.; PASTORE, G.; HOLANDA, R., B.; Sousa, C., A. Atividade antioxidante de Frutas do Cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27 (1), p. 53-60, 2007.
- ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R. K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Ed. Saraiva, 2006.
- SAHA, D.; BHATTACHARYA, S. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review. **Journal Food Scientia Technology**, v. 47, n. 6, p 587–597, 2010.

SALLES, F. **Categorias que mais crescerão em 2020**. Disponível em: <http://www.sm.com.br/Editorias/Negocios/2020---Categorias-que-mais-crescerao-19681.html>. Acesso em: 18 set. 2013.

SANTOS, G. G.; SILVA, M. R. Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) ice cream prepared with replacers and sugar substitutes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 32, n. 3, p. 621-628, 2012.

SANTOS, I. M. A. **Análise de Investimentos**. Projeto Supervisionado. 2009. 13p. Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 2009

SANTOS, M. S.; PETKOWICZ, C. L. O.; WOSIACKI, G.; NOGUEIRA, A.; CARNEIRO, E. B. B. Caracterização do suco de arará vermelho. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 29, p. 617-621, 2007.

SIG Combibloc do Brasil. **Sucos Premium é a grande tendência mundial**. Disponível em: http://www.sig.biz/site/media/pdf/media_release_combibloc/2010/SIG-CB. Acesso em: 28 abr. 2011.

SILVA, A. M. L.; GOMES, A. C. G.; MARTINS, B. A. Alterações físico-químicas e estudo enzimático da polpa de araticum (*Annona crassiflora* Mart). **Estudos**, v. 36, n. 5/6, p. 775-783, 2009.

SILVA, D. S.; SILVA, J. A. JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. **Frutos do cerrado**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2001.178 p.

SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; SANTOS, G. G.; MARTINS, D. M. O. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, v. 38, n.6, p. 1790-1793, 2008.

SOARES, F. P.; PAIVA, R.; NOGUEIRA, R. C.; OLIVEIRA, R. M.; SILVA, D. R. G.; PAIVA, P. D. O. Cultura da Mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes). **Boletim Agropecuário**, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, n. 67, p. 1-12, 2000.

SOUZA, P. H. M. **Desenvolvimento de néctares mistos de frutas tropicais adicionados de *Ginkgo biloba* e *Panax ginseng***. 2006. 125p. Tese (Doutor em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SOUZA FILHO, M. S. M.; LIMA, J. R.; NASSU, R. T.; MOURA, C.F.H.; BORGES, M. F. Formulações de néctares de frutas nativas das regiões Norte e Nordeste do Brasil. **B. Ceppa**, Curitiba, v.18, n.2, p. 275-283, 2000.

SPOTO, M. H. F. Conservação de frutas e hortaliças pelo calor. In: OETTERER, M. D. ARCE, M. A. B. R.; SPOTO, M.H.F. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Barueri: Manole, 2006. p.530-559.

UENOJO, M.; PASTORE, G. M. Pectinases: Aplicações industriais e perspectivas. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 388- 394, 2007.

VALDERRAMA, P.; MARANGONI, F.; CLEMENTE, E. Efeito do tratamento térmico sobre a atividade de peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) em maçã (*Mallus comunis*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, n.3, p.321-325, 2001.

VARELA, P.; FISZMAN, S. M. Hydrocolloids in fried foods: A review. **Food Hydrocolloids**, v. 25, p. 1801- 1812, 2011.

VENDRÚSCULO, A. T.; QUADRI, M. G. N. Efeito dos tratamentos enzimáticos, térmico e mecânico na estabilidade do suco de carambola (*Averrhoa carambola* L.). **Brazilian Journal of Food Technology**, v, 11, n. 1, p. 28-34, 2008.

VIEIRA NETO, R. D. **Recomendações técnicas para o cultivo da mangabeira**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. 20 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular Técnica, 20).

ZANCHETTA, A. Celulases e suas aplicações. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/ib/ceis/mundoleveduras/2013/Celulases.pdf>. Acesso em: 31 set. 2013.

ZEGLER, J. The ingredients that bind. **Beverage Industry**, 2012.

CAPÍTULO 2

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E FÍSICA DE FRUTOS DE MANGABA
(*Hancornia speciosa* Gomes) E ESTUDO DE PROCESSOS DE EXTRAÇÃO DA
POLPA**

**CHEMICAL AND PHYSICAL CHARACTERIZATION MANGABA'S FRUIT
AND STUDY OF EXTRACTION PROCESS OF MANGABA PULP (*Hancornia
speciosa* Gomes)**

Título resumido: Processos de extração da polpa de mangaba

Artigo submetido à revista **Alimentos e Nutrição** em 17 abr. 2012.

RESUMO

A mangaba é um fruto nativo de várias regiões e ecossistemas do Brasil. Apresenta polpa amarela esverdeada bastante apreciada e utilizada para fabricação de sorvetes, doces e geleias. Há necessidade de estudos visando aprimorar as tecnologias de pós-colheita, em função da alta perecibilidade da fruta e falta de tecnologias de transformação adaptáveis às condições de microempresas. Nesse trabalho, foram caracterizadas quimicamente mangabas correspondentes a três diferentes estágios de maturação, foram detectadas as características físicas dos frutos já amadurecidos e também avaliadas diferentes formas de despulpamento do fruto em função do rendimento e características da polpa. Na caracterização física foram determinados: comprimento, diâmetro, massa específica aparente, volume e massa específica. Foi avaliado o uso de prévia redução de tamanho dos frutos em multiprocessador sob aquecimento e dois tipos de peneiras em extrator, tipo escovas: com 0,8 e 0,5 mm de diâmetro de abertura de malha. A massa foi o parâmetro físico estudado que apresentou a maior irregularidade, variando entre 9,96 e 67,8 g. Observou-se um aumento do conteúdo de vitamina C no transcorrer do processo de maturação para mangabas do Cerrado em 89,65%, atingindo 59,16 mg/100g em frutos maduros. Nas operações de despulpamento avaliadas verificou-se que o branqueamento e a trituração prévia dos frutos não aumentaram o rendimento de polpa, que foi expressivo, em torno de 77%, indicando que a mangaba é um fruto promissor para a agroindústria.

PALAVRAS CHAVE: Cerrado; polpa de fruta; despulpamento; frutos tropicais; *Hancornia speciosa*.

INTRODUÇÃO

O fruto da mangabeira é do tipo baga com formato elipsóide ou arredondado ¹⁵. Apresenta polpa amarela esverdeada, aromática, adocicada, com sabor característico e muito apreciada pela população do Cerrado brasileiro. Na região Centro-Oeste do Brasil a polpa de mangaba é muito aproveitada para fabricação de sorvetes.

Considerando a sazonalidade e a perecibilidade do fruto, o conhecimento das características físicas, como volume e massa específica são de extrema importância para o dimensionamento de silos de armazenamento e máquinas dentro da linha de processamento agroindustrial, assim como para a definição das formas mais adequadas para o processamento, incluindo etapas básicas como limpeza e seleção.

O método de extração de polpa aplicado a uma fruta é muito importante ao processamento já que pode afetar o rendimento e as características sensoriais do produto final. O aumento do rendimento em detrimento da qualidade é uma escolha a ser estudada ¹⁰.

O ponto ideal de colheita da mangaba é de difícil determinação e representa um fator que limita a exploração da cultura. O fruto quando maduro tem melhor sabor e menor teor de látex. No entanto, não há sinais de mudanças muito marcantes e visíveis nos frutos, como ocorre na maioria das espécies frutíferas. Em mangabas da Caatinga, região Nordeste do Brasil, os sinais são mais evidentes em relação àquelas do Cerrado, pois quando maduras ou semimaduras (de vez) apresentam manchas avermelhadas, consistência levemente macia ou macia e coloração mais amarelada. Em geral, mangabas do Cerrado apresentam bem maiores do que as do nordeste e não apresentam manchas avermelhadas quando maduras ¹⁵.

Os objetivos desse trabalho foram caracterizar quimicamente mangabas correspondentes a três diferentes estágios de maturação, detectar as características físicas

dos frutos já amadurecidos e avaliar diferentes formas de despulpamento do fruto em função do rendimento e características da polpa.

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria Prima

As mangabas foram doadas pela Estação Experimental da Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ipameri. Para caracterização física, os frutos, ainda verdes e semimaduros, correspondentes à safra de 2010, foram colhidos diretamente das plantas e transportados por via terrestre em caixas de papelão para o Laboratório de Frutas e Hortaliças do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas. Os frutos permaneceram acondicionados nas caixas de papelão até a completa maturação, para então iniciar a caracterização física dos frutos maduros. Já os frutos verdes e semimaduros foram retirados das caixas e analisados em seguida. Os frutos utilizados nos despulpamentos correspondem à mesma safra, porém, foram transportados congelados.

A avaliação das mangabas em diferentes estágios de maturação foi realizada considerando três estágios de maturação, denominados: verde (frutos com a casca totalmente verde e textura firme); semimaduros ou “de vez” (frutos ligeiramente amarelados e textura tenra); maduros (frutos verde-amarelados e com textura macia ou mole).

Avaliação Física dos Frutos

Foram selecionados aleatoriamente 100 frutos maduros para avaliação de características físicas como comprimento e diâmetro. Essa avaliação foi realizada com

auxílio de um paquímetro Mitutoyo[®], precisão $\pm 0,05$ mm. Para determinação do rendimento médio, os frutos foram descascados manualmente separando a casca, semente e polpa seguida de determinação da massa relativa a cada componente. O rendimento dos frutos foi calculado considerando a massa da polpa mais casca em porcentagem da massa total. Também foi observado visualmente o formato dos frutos.

A massa específica aparente (ρ_{Ap}) foi encontrada através do quociente da massa de frutos com o volume ocupado por esses frutos medido em uma proveta de 1000 mL, realizado em triplicata.

O volume foi determinado por imersão do fruto em água destilada à temperatura ambiente, contida em uma proveta de 1000 mL e observado o volume de água deslocado pela diferença modular da altura do líquido antes e após a imersão. A massa específica foi determinada pelo quociente da massa do fruto em balança semi-analítica, Gehaka[®] BG-4000 com precisão $\pm 0,01$ g e o volume calculado previamente determinado.

Caracterização dos Frutos em Diferentes Estágios de Maturação

A polpa dos frutos previamente classificados, segundo os três estágios de maturação já citados anteriormente, foram caracterizados por meio das seguintes análises químicas: acidez total titulável, avaliada segundo método nº 942.15 da AOAC² e expressa em porcentagem de ácido cítrico; pH medido em potenciômetro Digimed[®] DM-20, calibrado com soluções-tampão nos pHs 4 e 7 a 20°C, segundo método nº 981.12 da AOAC²; sólidos solúveis, determinados baseados na leitura direta dos graus Brix da amostra a 20°C em refratômetro digital da marca LEICA, mod. AR200; sólidos totais, obtidos por secagem em estufa Tecnal TE394/1, com circulação e renovação de ar, a 85°C, segundo método nº

920.151 da AOAC ²; teor de ácido ascórbico, detectado pelo método nº 43.065 da AOAC ¹, modificado por Benassi ³ que se baseia na redução de 2,6-diclorofenolindofenol-sódico (DCFI) pelo ácido ascórbico. A determinação instrumental da cor foi executada em espectrofotômetro Colorquest Hunterlab, usando sistema de leitura CIELAB, em que L* corresponde luminosidade com valor máximo de 100 (branco) e mínimo de 0 (preto); os eixos a* e b* não apresentam limites numéricos específicos. A coordenada a* varia do vermelho (+a*) ao verde (-a*), e a coordenada b* do amarelo (+b*) ao azul (-b*) ¹¹. A leitura foi realizada tomando como base 10 pontos diferentes em cada fruto. O “ratio” foi calculado pelo quociente de sólidos solúveis totais (%) e acidez total titulável (%).

A textura foi determinada em texturômetro Stable Micro Systems® TA- XT2i utilizando a ponta de prova (*probe*) tipo agulha P2N, com velocidades de perfuração de 5 mm.s⁻¹ para o pré- teste; 0,5 mm.s⁻¹ para o teste e 5 mm.s⁻¹ para o pós teste. A distância de perfuração foi padronizada em 3 mm, que correspondeu a ruptura da casca dos frutos e o resultado expresso pela força (N). Três frutos de cada estágio de maturação e quatro pontos diferentes da região equatorial dos frutos foram submetidos ao teste.

Despolpamento

Os lotes de 9 kg de frutos maduros foram descongelados e sanitizados em solução de hipoclorito de sódio (50 mg.L⁻¹) por 15 minutos com posterior enxágüe com água potável. As polpas foram obtidas em extrator de escovas da marca Sterling. Foi avaliado o uso de prévia redução de tamanho dos frutos em multiprocessador *Stephan*, marca Geiger®, sob aquecimento e dois tipos de peneiras no extrator com 0,8 mm e 0,5 mm de diâmetro de abertura de malha (Figura 1). As operações correspondentes a cada despolpamento teste foram realizadas em duplicata.

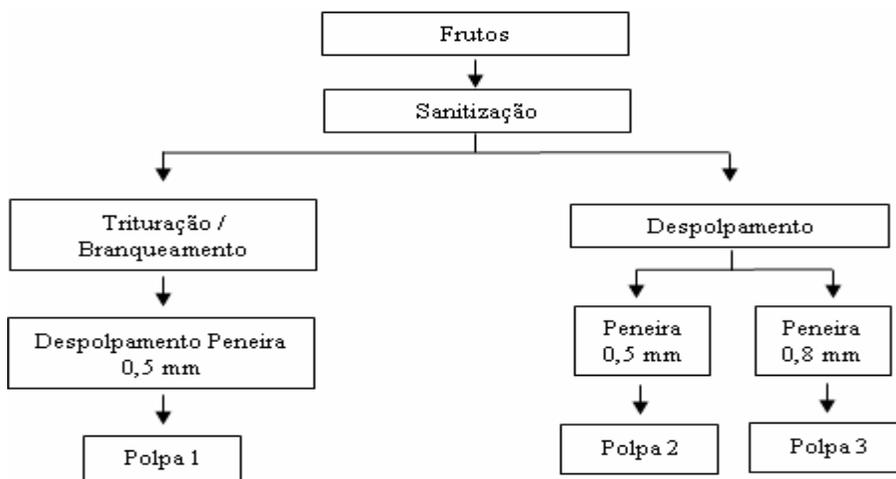


FIGURA 1 – Fluxograma das extrações das polpas de mangaba

A etapa de trituração/branqueamento foi realizada em equipamento *Stephan* empregando temperatura de 70 °C e tempo de três minutos. Os frutos triturados e branqueados foram submetidos à extração da polpa utilizando peneira de 0,5 mm de diâmetro de abertura de malha no extrator (Polpa 1) e os frutos não submetidos ao branqueamento foram despolpados utilizando a peneira de 0,5 mm (Polpa 2) e 0,8 mm de diâmetro de abertura de malha (Polpa 3).

As polpas foram embaladas à vácuo em sacos de polietileno contendo cerca de 500 g de polpa utilizando seladora SELOVAC[®] 200S, para posterior congelamento. O rendimento das diferentes operações de despolpamento foi calculado em porcentagem tomando como base a massa inicial dos frutos e a massa de polpa obtida. A massa não correspondente à polpa ou resíduo, não expressa em valor numérico, é quantificada como perdas inerentes aos processamentos. Os resultados foram expressos como média ± desvio padrão.

Avaliações físico-químicas das polpas

Foram determinados pH, acidez total titulável, sólidos solúveis, sólidos totais, teor de ácido ascórbico e cor, conforme metodologias previamente citadas para avaliação do

frutos. As análises foram realizadas em triplicata nas polpas de mangaba e os resultados foram submetidos ao teste de média de Tukey no programa estatístico SAS. Os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação Física dos Frutos

Os frutos avaliados nesse estudo apresentaram grande variação nos parâmetros avaliados. A massa foi o parâmetro estudado que apresentou maior variação (Tabela 1). A massa dos frutos no estudo de Souza et al.¹⁸ também apresentou grande variação, oscilando entre 21,74 e 42,07 g. Os valores encontrados para o comprimento e diâmetro médio dos frutos foram similares aos determinados por Souza et al.¹⁸. A massa específica da *Hancornia speciosa* Gomes teve como valor médio 0,84 g/cm³, ou seja, densidade inferior a da água. Braga⁵ afirma que tal característica pode ser um dado importante em técnicas de separação dos frutos em sistemas de seleção por processos hidrodinâmicos.

Tabela 1 - Caracterização física dos frutos mangaba

Parâmetro	Máximo	Mínimo	Média \pm Desvio Padrão
Comprimento (mm)	55,20	26,00	38,78 \pm 5,34
Diâmetro (mm)	50,60	24,20	35,43 \pm 5,20
Massa (g)	67,80	9,96	28,71 \pm 11,17
Densidade aparente (g/cm ³)	0,42	0,39	0,40 \pm 0,02
Volume (cm ³)	73,00	20,00	42,40 \pm 12,74
Densidade específica (g/cm ³)	0,95	0,79	0,84 \pm 0,01

O rendimento médio dos frutos foi de 72,51 % (Tabela 2), o que corresponde ao percentual de polpa e casca do fruto já que no processo de despulpamento em extrator a

casca é incorporada à polpa. Ganga et al. ¹¹ observaram que os frutos de *Hancornia speciosa* Gomes da variedade *cuyabensis* apresentaram rendimento de 68,88%, menor média de rendimento de polpa mais casca dentre as variedades estudadas. A média de rendimento nas diferentes variedades naturais de *Hancornia speciosa* Gomes do Cerrado foi de 82,68% e a massa de sementes foi de 3,88 g.

Tabela 2 - Valores médios e desvio padrão das diferentes partes do fruto mangaba

Parâmetro	Média
Massa (g)	28,71 ± 11,17
Massa casca (g)	3,57 ± 1,29
Massa polpa (g)	17,11 ± 7,10
Massa semente (g)	6,07 ± 3,31
Rendimento (%)	72,51 ± 7,98

A avaliação do formato dos frutos revelou que 77% dos mesmos correspondem ao formato oblongo, ou seja, apresentam comprimento maior que o diâmetro, e 23% com formato arredondado, comprimento menor ou igual ao diâmetro. Dentre o grupo de frutos oblongos o menor diâmetro foi 24,2 mm e o maior 43,8 mm, já no grupo dos frutos redondos o menor diâmetro foi 26,4 mm e o maior 50,6 mm. Para o tomate, a classificação por tamanho para o fruto do grupo oblongo é feita de acordo com o maior diâmetro: grande ($\varnothing > 60$ mm), médio ($50 < \varnothing < 60$ mm) e pequeno ($40 < \varnothing < 50$ mm). Também de acordo com o maior diâmetro do fruto, o tomate do grupo redondo, com exceção do tomate-cereja, é classificado em quatro classes: gigante ($\varnothing > 100$ mm), grande ($90 < \varnothing < 100$ mm), médio ($65 < \varnothing < 90$ mm) e pequeno ($50 < \varnothing < 65$ mm) ⁸. Uma maior amostragem de mangabas com formato oblongo e mangabas com formato redondo, sendo os frutos cultivados em condições controladas e homogêneas seria necessário para propor uma classificação, assim como existe para o tomate e outros frutos.

Caracterização Física e Química dos Frutos em Diferentes Estágios de Maturação

O resultado da caracterização das mangabas nos três diferentes estágios de maturação revela um aumento no pH durante o processo de amadurecimento, acompanhado de uma redução da acidez (Tabela 3). Porém, a acidez não difere no fruto semi maduro em relação ao fruto maduro ($p>0,05$). Durante a maturação é comum o decréscimo de ácidos orgânicos uma vez que estes são utilizados como substratos no processo respiratório⁷. Carnelossi et al.⁷ avaliaram as características físico-químicas de mangabas maduras e “de vez” na região de Itaporanga D’Ajuda/SE e não observou variação no valor do pH 3,5 com a maturação. A acidez encontrada por Carnelossi et al.⁷ foi de 0,7 e 0,8 % nas mangabas maduras e “de vez” respectivamente, assim como nesse trabalho, não houve diferença significativa na acidez ($p>0,05$) dos frutos desses dois estágios de maturação.

Tabela 3 - Valores médios e desvio padrão dos parâmetros físicos e químicos dos frutos nos diferentes estágios de maturação

Parâmetro	Fruto Verde	Fruto Semi Maduro	Fruto Maduro
pH	3,47± 0,05c	3,79± 0,05b	3,97± 0,03a
Acidez (% ác. cítrico)	0,95± 0,01a	0,84 ± 0,02b	0,84± 0,02b
Sólidos Solúveis (°Brix)	8,83 ± 0,35c	13,77 ± 0,40b	17,53 ± 0,38a
“Ratio”	9,29 ± 0,29c	16,39 ± 0,52b	20,87 ± 0,49a
Umidade (%)	87,94 ± 0,86a	82,08 ± 0,01b	83,55 ± 0,25b
Ácido ascórbico (mg/100g)	5,72 ± 0,76c	34,57 ± 0,78b	59,16 ± 2,04a
Textura (N)	18,47 ± 0,97a	17,73 ± 1,60a	0,58 ± 0,07b
Cor			
L*	61,36 ± 0,95b	64,89 ± 1,63a	61,87 ± 1,13b
a*	-10,14 ± 1,13b	-4,61 ± 4,68ab	0,11 ± 7,58a
b*	46,03 ± 0,88b	51,06 ± 2,82a	52,94 ± 2,40a

1- Médias com expoentes diferentes em uma mesma linha indicam diferença estatística ($p\leq 0,05$)

Silva et al.¹⁶ avaliaram mangabas também em três estágios de maturação, verde, início de maturação e maduro, e encontraram valores inferiores 0,35; 0,34; 0,31% respectivamente, ao encontrado nesse trabalho para acidez 0,95; 0,84; 0,84%. O pH dos

frutos avaliados por Silva et al.¹⁶ foi de 3,10; 3,37; 3,40 também valores menores aos encontrados nesse estudo.

O aumento do teor de sólidos solúveis é bem caracterizado conforme procede a maturação do fruto. As substâncias dissolvidas, principalmente açúcares, tendem a aumentar com a maturação, o que caracteriza a doçura do fruto. Silva et al.¹⁶ encontraram os menores valores de sólidos solúveis para mangabas verdes de 8,47, valor próximo ao determinado nesse trabalho para os frutos do estágio de maturação verde. As variações dos parâmetros físicos e químicos podem ser influenciadas pelas características fisiológicas, genéticas, estágio de maturação, estrutura biológica do fruto e a composição do solo.

Os frutos verdes apresentaram maior umidade com relação aos frutos avaliados nos outros estágios de maturação. No início da maturação há um aumento da permeabilidade das membranas permitindo o acesso de substratos às enzimas e consequente intensificação do metabolismo o que acarreta em perda de água.

O teor de ácido ascórbico dos frutos da região Sudeste de Goiás foi inferior aos encontrados para frutos do nordeste que apresentaram entre 250 e 300mg/100g no estágio de maturação semi maduro⁷. Assim como Silva et al.¹⁶ observou um aumento do conteúdo de vitamina C no transcorrer do processo de maturação para mangabas do Cerrado (26,1mg/100g para frutos maduros), neste estudo também o teor de ácido ascórbico foi maior nos frutos maduros (59,16 mg/100g). O aumento do teor da vitamina C pode ser explicado pela atuação do ácido ascórbico como antioxidante em resposta às aceleradas reações oxidativas que ocorrem durante o amadurecimento através do aumento da síntese de metabólitos intermediários que promovem a síntese da glicose-6-fostato, a precursora imediata do ácido ascórbico. A mangaba ainda apresentou conteúdo de vitamina C superior a outros frutos do Cerrado como cagaita 27,46 mg/100g¹⁷, pequi 10mg/100g¹⁶.

A textura no fruto maduro é expressivamente diferente quando comparado ao fruto “de vez” e verde (Tabela 3). Ocorre uma redução significativa na força aplicada para penetração da haste do texturômetro no fruto quando maduro o que confirma que o parâmetro textura é um bom indicativo de maturação das mangabas do cerrado.

Na cor, observa-se variações na coordenada a^* que varia do vermelho ($+a^*$) ao verde ($-a^*$), porém, mesmo nos frutos maduros a coloração verde aparece e a tonalidade vermelha quase não é observada. A coordenada a^* do fruto verde não apresentou diferença estatística ($p>0,05$) com relação à dos frutos semi maduro e maduro. A coordenada b^* aumentou ligeiramente no fruto maduro; e isso indica um aumento da tonalidade amarela, no entanto, não diferiu estatisticamente ($p>0,05$) do fruto semi maduro. Essas observações comprovam a dificuldade de determinação do ponto de colheita nas mangabas do Cerrado.

Despulpamento e Avaliação das Polpas

O rendimento das operações de despulpamento (Tabela 4) evidencia que a mangaba apresenta alto rendimento em polpa, principalmente quando comparado à outros frutos tropicais como pitanga, cajá e umbu. Mattietto ¹³ avaliou a extração de polpas de umbu e cajá em despulpador tipo escovas utilizando peneira de 0,8 mm de diâmetro de abertura e obteve rendimento em polpa de 42,35 e 33,25% respectivamente.

Tabela 4 – Rendimento das operações de despulpamento

Despulpamento	Polpa (%)	Resíduo (%)
Com branqueamento (peneira de 0,5mm)	77,68 ± 1,29	17,19 ± 1,68
Sem branqueamento (peneira de 0,5mm)	77,43 ± 1,61	15,67 ± 0,87
Sem branqueamento (peneira de 0,8mm)	84,30 ± 1,05	11,97 ± 0,72

O branqueamento e trituração do fruto anterior à extração da polpa não interferiu no rendimento da operação. Os frutos da mangabeira, quando maduros, apresentam textura extremamente macia o que pode ter facilitado a operação de despulpamento e poderia justificar o fato do aquecimento e trituração das mangabas não influenciar no rendimento de extração da polpa.

A polpa resultante da operação com trituração e branqueamento apresentou pontos escuros (marrons) que correspondem à película que recobre as sementes dos frutos. Além do comprometimento da aparência, essa operação também alterou sensorialmente o produto desenvolvendo um sabor amargo que foi detectado pela avaliação sensorial realizada pela equipe técnica do Laboratório de Frutas e Hortaliças.

O despulpamento utilizando a peneira de 0,8 mm de diâmetro de abertura proporcionou um aumento no rendimento do processo, porém, a polpa obtida foi de qualidade inferior à polpa na extração com a peneira de 0,5 mm de diâmetro que ficou mais refinada e com uma aparência mais agradável observada pela equipe técnica do Laboratório.

As avaliações químicas das polpas oriundas das diferentes extrações não revelam grandes diferenças nas características químicas das polpas para a maioria dos atributos avaliados (Tabela 5).

Tabela 5 – Caracterização das polpas dos diferentes despulpamentos

Despulpamento	Sólidos Solúveis (°Brix)	pH	Acidez total titulável (g/100g)	Sólidos Totais (%)	Ácido ascórbico (mg/100g)
Com branqueamento (peneira de 0,5mm)	15,60 ± 0,0b	3,51 ± 0,1a	1,08 ± 0,0a	18,00 ± 0,1b	25,39 ± 1,0a
Sem branqueamento (peneira de 0,5mm)	15,70 ± 0,0a	3,57 ± 0,1a	1,06 ± 0,0a	18,58b ± 0,1a	19,95 ± 1,0b
Sem branqueamento (peneira de 0,8mm)	14,50 ± 0,4c	3,60 ± 0,1a	1,06 ± 0,0a	18,16 ± 0,0ab	19,04 ± 1,7b

1- Médias ± com expoentes diferentes em uma mesma coluna indicam diferença estatística (p≤0,05)

Os teores de sólidos solúveis das polpas obtidas pelas diferentes formas de extração apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$), a amostra sem branqueamento e refinada em peneira de 0,5 mm tem maior teor de sólidos solúveis provavelmente devido ao menor conteúdo de casca incorporado (menor conteúdo de fibras), já na polpa oriunda da peneira de 0,8 mm o conteúdo de casca incorporada ao produto final é maior o que justifica o menor conteúdo de sólidos solúveis.

As três polpas obedeceram aos padrões de identidade e qualidade, fixados pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para a polpa de mangaba nas características avaliadas. O MAPA estabelece sólidos solúveis mínimo de 8, pH mínimo de 2,8, acidez total mínimo de 0,7 g/100g e sólidos totais mínimo de 8,5 g/100g⁶.

O conteúdo de ácido ascórbico foi superior na operação de despulpamento com trituração/branqueamento prévio do fruto e, a princípio, poderia ser explicada pelo pH ligeiramente menor dos frutos processados no ensaio realizado com branqueamento. Em geral, com o amadurecimento, os frutos diminuem a acidez e o teor de ácido ascórbico⁷. No entanto, para a mangaba, Silva¹⁶ observou um ligeiro aumento do teor de vitamina C com o amadurecimento dos frutos, o mesmo evidenciado nesse trabalho (dados não publicados).

Estes fatos comprovam que muitos frutos do cerrado podem apresentar heterogeneidade de forma, cor e atributos físico-químicos, também apontados por outros autores^{10,4}.

Os valores encontrados para os parâmetros de cor (L, a, b) das polpas extraídas nas diferentes condições de processamento são mostrados na Tabela 6. Os dados obtidos revelam diferenças estatísticas ($p \leq 0,05$) nos parâmetros de cor indicando que as condições de extração da polpa podem influenciar significativamente na aparência do produto final

provavelmente devido a variações no conteúdo de casca incorporados à polpa, principalmente quando utilizada a peneira de 0,8 mm de diâmetro de abertura de malha.

Tabela 6 – Parâmetros de cor das polpas de mangaba sob diferentes processos de extração

Despolpamento	L	a	b
Com branqueamento (peneira de 0,5mm)	56,04 ± 0,08c	4,32 ± 0,07a	33,14 ± 0,07a
Sem branqueamento (peneira de 0,5mm)	57,07 ± 0,03b	4,15 ± 0,03b	33,69 ± 0,04b
Sem branqueamento (peneira de 0,8mm)	57,82 ± 0,07a	3,98 ± 0,03c	32,62 ± 0,05c

1-Médias ± desvio padrão.

2-Médias com expoentes diferentes em uma mesma coluna indicam diferença estatística ($p \leq 0,05$)

CONCLUSÃO

Os parâmetros textura e teor de sólidos solúveis são bons indicativos de maturação das mangabas do Cerrado. A mangaba é um fruto tropical interessante para o processamento agroindustrial por apresentar alto rendimento em polpa, aproximadamente 77%. As operações de despolpamento avaliadas foram eficientes com relação ao rendimento visto que proporcionaram teores de polpa superior à extração manual (72,51% rendimento). Sugere-se o processo de extração da polpa diretamente dos frutos, sem trituração prévia ou branqueamento dos mesmos, utilizando uma peneira de 0,5 mm de abertura.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ipameri.

ABSTRACT

Mangaba is a fruit native to several regions and ecosystems from Brazil, has greenish yellow flesh much appreciated and used for the manufacture of ice cream, jams

and jellies. Studies are needed to enlarge the issues of processing, according to the high perishability of the fruit and lack of processing technologies adapted to the conditions of micro-enterprises. In this study, we characterized chemically mangabas corresponding to three different stages of maturation were detected physical characteristics of the fruits have ripened and also evaluated different forms of pulping the fruit on the yield and characteristics of the pulp. In physical characterization were determined: length, diameter, density, volume and density. We evaluated the use of prior reduction in fruit size multiprocessor under heating and two types of screens in the extractor type brushes, 0.8 mm and 0.5 mm diameter mesh size. The mass was studied physical parameter with the highest roughness, averaging 28.71 g per fruit. Observed an increase in the content of vitamin C in the course of the maturation process for mangabas of Cerrado (26.1 mg/100g for ripe fruit). Operations found that tested pulping and bleaching previous grinding the fruits did not increase the yield of pulp that was significant, at around 77% indicating that the mangaba is a promising result for agribusiness.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical chemists**. 14. ed. Washington, DC, EUA, 1984.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 16 ed. Washington, DC, EUA, 1997.

3. BENASSI, M.T. **Análise dos efeitos de diferentes parâmetros na estabilidade de vitamina C em vegetais processados**. 1990. 159f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1990.
4. BORGES, K. C. F. et. al. Rendimento de polpa e morfometria de frutos e sementes de pitangueira-do-cerrado. **Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal**, v.32, n.2, p. 471-478, 2010.
5. BRAGA, M.E.D. **Estudo experimental dos fundamentos do transporte hidráulico de laranjas**. 1997. 144f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1997.
6. BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 1, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial [da] República federativa do Brasil**, Brasília 10 de jan 2000. Seção 1, p. 53.
7. CARNELOSSI, M. A. G. et al. Conservação pós-colheita de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). **Ci. e Agrotec.**, v. 28, n. 5, p. 1119-1125, 2004.
8. COMPANHIA DE ENTREPOSTOS E ARMAZENS GERAIS DE SÃO PAULO (CEAGESP). **Classificação do tomate**. Disponível em: www.ceagesp.com.br. Acesso em: 17 jan. 2014.
9. CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

10. DIB TAXI, C. M. A. **Suco de camu-camu (*Myrciaria dubia*) microencapsulado obtido através de secagem por atomização.** 2001. 166f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
11. GANGA, R. M. D et al. Caracterização de frutos e árvores de *Hancornia speciosa* Gomes do cerrado. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v.32, p.101-113, 2010.
12. HUNTERLAB. **Applications note: CIE L* a* b* color scale.** Virginia, 1996. v. 8, n. 7.
13. MATTIETTO, R. A. **Estudo tecnológico de um néctar misto de cajá (*Spondias Lutea* L.) e umbu (*Spondias Tuberosa*, Arruda Câmara).** 2005. 279f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
14. OLIVEIRA, M.E.S. et al. Fruit wine produced from cagaita (*Eugenia dysenterica* DC) by both free and immobilised yeast cell fermentation. **Food Res. Int.**, Ottawa, p. 1-10, 2011.
15. PEREIRA, A. V. et al. Mangaba. In: VIEIRA, R. F.; COSTA, T. S. A.; SILVA, D. B.; FERREIRA, F. R.; SANO, S. M. **Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil.** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006, p. 188-213.
16. SILVA, A. M. L.; MARTINS, B. A.; DEUS, T. N. Avaliação do teor de ácido ascórbico em frutos do cerrado durante o amadurecimento e congelamento. **Est.**, Goiânia, v.36, p. 1159-1169, 2009.
17. SILVA, M. R.; SANTOS JUNIOR, R. T. O.; FERREIRA, C. C. C. Estabilidade da vitamina C em cagaita in natura e durante a estocagem da polpa e refresco. **Pesq. Agropec. Trop.**, v. 38, n.1, p. 53-58, 2008.

18. SOUZA, F. G. et al. Qualidade pós-colheita de frutos de diferentes clones de mangabeira *Hancornia speciosa* Gomes. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v.31, p.1449-1454, 2007.

CAPÍTULO 3

Estudo da polpa de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) do Cerrado: caracterização física, química, enzimática e perfil de ácidos orgânicos.

Formatado segundo as normas da **Revista Brasileira de Fruticultura**

ESTUDO DA POLPA DE MANGABA (*Hancornia speciosa* Gomes) DO CERRADO: CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA, ENZIMÁTICA E PERFIL DE ÁCIDOS ORGÂNICOS.

RESUMO

A mangaba é um fruto nativo do Cerrado que apresenta sabor agradável, porém, o fruto *in natura* é pouco resistente ao manuseio e transporte. Ainda são incipientes os estudos sobre a polpa de mangaba, assim, este trabalho teve como objetivo a caracterização física, química, físico-química, enzimática (peroxidase) e quantificação de ácidos orgânicos da polpa de mangaba. As polpas foram obtidas de frutos da região sudeste de Goiás e extraídas em despoldador tipo escovas. O conteúdo de ácido ascórbico na polpa foi baixo (21,02 mg/100g) observando que o processo de despoldamento leva a redução desse de ácido. O ácido cítrico foi o ácido orgânico predominante na mangaba, seguido pelo tartárico e málico. A peroxidase da polpa de mangaba apresentou temperatura ótima para atividade na faixa de 25°C a 30°C e como na maioria dos vegetais sua atividade diminui com o aumento da temperatura e do tempo de tratamento térmico.

Termos de indexação: *Hancornia speciosa* Gomes, polpa, peroxidase, ácido cítrico.

CERRADO`S MANGABA PULP (*Hancornia speciosa* Gomes): PHYSICAL CHARACTERISTICS, CHEMISTRY, ENZYMATIC PROFILE AND ORGANIC ACIDS.

ABSTRACT

Mangaba is a native fruit of Cerrado with a nice flavor, but sensible to handling and transport. Studies on mangaba pulp are still preliminary, so this work aimed to characterize the physical, chemical, physico-chemical, enzymatic (peroxidase) and quantification of organic acids mangaba pulp. Pulps were obtained of fruits from southeastern Goiás and extracted in pulper type brushes). The ascorbic acid content in the pulp was low (21.02 mg/100 g) noting that the process of pulping leads to reduction of this acid. Citric acid was the predominant organic acid mangaba, followed by tartaric and malic acids. The peroxidase mangaba pulp showed optimum temperature between 25 °C and 30 °C and as most vegetables its activity decreases with the increase of temperature and time of heat treatment.

Index terms: *Hancornia speciosa* Gomes, pulp, peroxidase, citric acid.

INTRODUÇÃO

A polpa de mangaba tem um sabor agridoce peculiar bastante atrativo aos consumidores. A safra dos frutos acontece nos meses de outubro a dezembro e esses frutos, quando maduros, apresentam uma casca muito fina e textura macia, aumentando a perecibilidade (AVIDOS e FERREIRA, 2012).

As polpas de frutas congeladas são ótimas alternativas de oferta permanente de frutos sazonais, como a mangaba. Além disso, garantem o aproveitamento do excedente e possibilitam melhores condições de manuseio e transporte.

As polpas de frutas comercializadas no Brasil devem atender aos padrões estabelecidos pela Instrução Normativa nº 1 de 07 de janeiro de 2000 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000). Conseqüentemente, o controle de qualidade dos parâmetros como sólidos totais, acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares, vitamina C, pH, entre outros, é de extrema importância para a indústria processadora de frutas.

A investigação de ácidos orgânicos presentes em polpas de frutas ainda pouco exploradas, por exemplo, da mangaba, pode ser uma forma de difundir o consumo além de contribuir para a fixação de padrões para o controle de qualidade na indústria.

Pela praticidade e facilidade no manuseio e transporte, a maioria das polpas de frutas é acondicionada em embalagens flexíveis como sacos de polietileno. Muitas vezes essas embalagens não protegem os produtos de reações oxidativas, como as de escurecimento enzimático, comuns a vegetais.

A reação de escurecimento enzimático ocorre em muitos vegetais quando compostos fenólicos são oxidados em reações catalisadas por enzimas como polifenoloxidasas (PFO) ou peroxidases (POD) formando pigmentos escuros denominados melaninas que influenciam negativamente a qualidade e aceitabilidade comercial de polpas de frutas, sobremesas, bebidas, geléias, sorvetes, entre outros (VALDERRAMA et al., 2001).

A determinação quantitativa e o estudo da influência de fatores como temperatura, acidez, entre outros, na atividade da enzima peroxidase, presente na polpa de mangaba, possibilita o consumo de processados do fruto, como a própria polpa, suco, néctar, geleia, de melhor qualidade e estabilidade permitindo a difusão do consumo a regiões distantes das nativas.

Esse estudo teve como objetivos a caracterização física, química, quantificação de ácidos orgânicos e avaliação da atividade enzimática da peroxidase na polpa de mangaba oriunda de frutos do Cerrado Goiano.

MATERIAL E MÉTODOS

Mangabas da safra de 2010 foram adquiridas na região Sudeste de Goiás junto a Estação Experimental da Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ipameri e a assentamentos rurais também localizados na mesma região. Os frutos foram colhidos maduros e congelados em freezer a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, inicialmente dispostos em bandejas, e posteriormente acondicionados em sacos plásticos contendo em média 35 frutos por embalagem. As embalagens foram colocadas em caixas de isopor com gelo para o transporte via terrestre até a Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Tecnologia de Alimentos.

Polpa

Os frutos, duas semanas após a colheita, foram descongelados a temperatura ambiente e sanitizados em solução de hipoclorito de sódio 50 mg.L^{-1} por 15 minutos com posterior enxágue em água potável. As polpas foram obtidas de acordo com as melhores condições de despulpamento descritas no Capítulo 2, sem braqueamento e trituração prévia, empregando peneira com 0,5 mm de abertura de diâmetro, em extrator tipo escovas da marca Sterling[®]. As polpas foram acondicionadas em sacos de polietileno contendo cerca de 500 g de polpa seladas à vácuo em seladora

SELOVAC[®] 200S, os quais foram congelados e mantidos em câmara fria, no Departamento de Tecnologia de Alimentos a -18 °C até a realização das análises.

As polpas, 24 horas depois, com exceção do conteúdo de ácido ascórbico que foi realizado logo após o despolpamento, foram analisadas em triplicata por meio das seguintes análises: teor de polpa, segundo metodologia descrita por Reed et al. (1986), determinada através de centrifugação do suco em tubos graduados por 10 minutos a 400 g (força gravitacional); acidez total titulável, segundo método n° 942.15 da AOAC (1997), e expressa em porcentagem de ácido cítrico; pH: medido em potenciômetro Digimed[®] DM20, calibrado com soluções-tampão nos pHs 4 e 7 a 20°C, segundo método n° 981.12 da AOAC (1997); sólidos solúveis (° Brix), baseado na leitura direta dos graus Brix da amostra a 20°C em refratômetro digital da marca LEICA, mod. AR200; sólidos totais, determinado por secagem em estufa Tecnal[®] TE 394/1 a 85°C, segundo método n° 920.151 da AOAC (1997); açúcares redutores e totais, titulação de oxi-redução (Lane e Eynon) segundo método n° 31.034-6 da AOAC (1984) com auxílio de equipamento Redutec TE086 da marca TECNAL; proteína, segundo o método n° 920.152 da AOAC (1997) (Kjeldahl); lipídios, de acordo com método de Bligh e Dyer (1959); cinzas, método gravimétrico n° 940.26 da AOAC (1997); fibras: pelo método enzimático-gravimétrico n° 991.43 da AOAC (1997); teor de pectina, método de Blumenkrantz e Hansen (1973); teor de ácido ascórbico, método n° 43.065 da AOAC (1984), modificado por Benassi (1990) que se baseia na redução de 2,6-diclorofenolindofenol-sódico (DCFI) pelo ácido ascórbico.

A determinação instrumental da cor foi executada em espectrofotômetro Colorquest Hunterlab[®], usando sistema de leitura CIELAB, em que L* corresponde luminosidade com valor máximo de 100 (branco) e mínimo de 0 (preto); os eixos a* e b* não apresentam limites numéricos específicos. A coordenada a* varia do vermelho (+a*) ao verde (-a*), e a coordenada b* do amarelo (+b*) ao azul (-b*). As amostras foram colocadas em cubeta de quartzo opticamente limpa com 10 mm de caminho óptico.

Determinação dos ácidos orgânicos

Os ácidos orgânicos avaliados nesse estudo foram tartárico, málico e cítrico, cujos padrões foram adquiridos da Supelco (USA) e o fosfato de potássio monobásico da Merck. A água utilizada foi obtida em sistema Milli-Q (Milipore, Brasil, SP).

Um grama da polpa de mangaba foi dissolvida com água e avolumada em balão volumétrico de 5 mL. As amostras foram filtradas em membrana de 0,45 µm e injetadas em triplicata no cromatógrafo.

A quantificação dos ácidos orgânicos nas polpas de mangaba foi realizada através das análises dos extratos aquosos por cromatografia líquida de alta eficiência com detector de arranjo de diodos (HPLC-DAD), seguindo o procedimento descrito por Scherer et al. (2008).

Alíquotas de 20 µL foram injetadas em um cromatógrafo líquido Shimadzu (Columbia, MD, USA) com detector de arranjo de diodos (DAD) com comprimento de onda de 210 nm, coluna Gemini C18 (250 mm x 4,6mm x 5µm), temperatura 30°C, fluxo 0,5 mL.min⁻¹. A fase móvel utilizada foi uma solução aquosa de KH₂PO₄ 0,01M, com pH ajustado para 2,6 com ácido fosfórico.

Os ácidos orgânicos foram quantificados através do método do padrão externo. Foram utilizadas soluções padrão de concentrações conhecidas de ácido tartárico, ácido málico e ácido cítrico. Os padrões foram injetados em triplicata e obtiveram-se os cromatogramas correspondentes a cada um deles. Os gráficos foram obtidos com 6 pontos de concentração relacionando-se as áreas obtidas com as respectivas concentrações. As concentrações dos ácidos foram calculadas por interpolação das áreas. As concentrações foram expressas em mg de ácidos orgânico por 100 g de polpa. Os ácidos orgânicos foram identificados através da comparação do tempo de retenção dos padrões com os da amostra e confirmados através dos espectros de absorção.

Atividade da Peroxidase

Os extratos enzimáticos foram obtidos por centrifugação da polpa a 3000 rpm por 30 minutos, a 5 °C, seguido de filtração em papel filtro. A atividade de peroxidase foi determinada pelo método de Khan e Robinson (1994) com adaptações. A mistura de reação foi composta de: 1,5 mL de solução 1% de guaiacol em tampão fosfato 0,05M, pH 6,0; 1,2 mL de tampão fosfato 0,05M, pH 6,0; 0,4 mL de H₂O₂ em tampão (0,33 mL H₂O₂ em 100 mL de tampão fosfato 0,05M, pH 6,0).

Para determinação da temperatura ótima da atividade da peroxidase, a mistura foi previamente equilibrada a 25°C durante 10 minutos. Em seguida foi adicionado 0,1 mL de extrato enzimático, diluído (1:4). A mistura foi incubada durante 5 minutos em banho-maria nas temperaturas de estudo (10, 20, 25, 30, 40, 45, 50, 55, 60 e 70 °C) e a leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro Beckman DU-70 a 470 nm contra o branco. O tubo branco foi preparado pela mistura de 1,5 mL de guaiacol 1% em tampão fosfato 0,05M, pH 6,0; 1,6 mL de tampão fosfato 0,05M, pH 6,0 e 0,1 mL do extrato enzimático.

O efeito da temperatura na estabilidade enzimática da peroxidase foi avaliado com o tratamento térmico do extrato enzimático nas temperaturas de 70, 75, 80 e 85 °C e avaliações da atividade enzimática, seguindo o protocolo descrito acima, com temperatura de incubação correspondente a temperatura de atividade máxima da enzima, a cada minuto em um período de cinco minutos.

Para expressar os resultados as absorbâncias foram convertidas em porcentagem de atividade relativa, sendo a maior absorbância encontrada tida como referência, correspondente a 100% de atividade enzimática.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que a mangaba é um fruto com alto teor de polpa caracterizando o néctar de mangaba como um produto encorpado e viscoso (Tabela 1). O teor de

polpa encontrado ($93,33 \pm 3,34$ %) é bem superior ao resultado encontrado por Lopes (2005) para a pitanga ($88,63 \pm 1,67$ %) e por Koon (2000) para o morango ($66,7 \pm 0,3$ %).

Tabela 1 - Resultados caracterização física e química da polpa de mangaba

Parâmetro	Média ± Desvio Padrão
Teor de Polpa	$93,33 \pm 3,34$
pH	$3,64 \pm 0,05$
Acidez Total Titulável (% ácido cítrico)	$0,83 \pm 0,01$
Sólidos Solúveis (° Brix)	$11,83 \pm 0,15$
Sólidos Totais (%)	$13,38 \pm 0,13$
Açúcares Redutores (g glicose/100g)	$4,16 \pm 0,26$
Açúcares Totais (g glicose/100g)	$7,91 \pm 0,63$
Proteínas (g/100g)	$1,05 \pm 0,19$
Lipídios (g/100g)	$0,86 \pm 0,02$
Cinzas (g/100g)	$0,51 \pm 0,01$
Fibra Total (g/100g)	$2,60 \pm 0,01$
Pectina (g/100g)	$0,90 \pm 0,03$
Ácido Ascórbico (mg/100g)	$21,02 \pm 0,77$
Cor	
L*	$56,80 \pm 0,08$
a*	$3,71 \pm 0,06$
b*	$32,32 \pm 0,05$

O pH é um parâmetro importante de ser estudado já que está associado ao desenvolvimento de microrganismos. Alimentos com $\text{pH} \leq 4,5$ não favorecem o crescimento de bactérias patogênicas. O valor de pH encontrado (3,64) foi superior ao observado por Hansen (2011) em polpa de mangabas oriundas do litoral norte da Bahia ($\text{pH} = 3,25$) e próximo ao relatado por Santos (2008), ($\text{pH} 3,71$) em polpa de mangaba de frutos do estado de Goiás.

A acidez total titulável ($0,83 \pm 0,01$ % ác. cítrico) foi similar à detectada por Carnellosi et al. (2004) para frutos semimaduros e ligeiramente superior ao valor encontrado em frutos maduros, acidez $0,7 \pm 0,1$ % ác. cítrico.

O teor de sólidos solúveis foi inferior ao teor médio relatado por Souza et al. (2007) de $17,23$ °Brix para frutos de dez clones de mangabeiras. No entanto, os valores de acidez e sólidos solúveis encontrados nesse trabalho atendem às

exigências estabelecidas pelo MAPA para polpa de mangaba, de no mínimo sólidos solúveis igual a 8 °Brix e acidez, expressa em ácido cítrico, no mínimo de 0,7 g/100g (BRASIL, 2000).

O valor encontrado para sólidos totais também atendem a legislação (mínimo de 8,5%) e foi próximo ao encontrado por Hiane (1992), de 14,71 % para polpa de mangaba da região do Mato Grosso do Sul.

O teor de ácido ascórbico da polpa de mangaba observado (21,02 mg/100g) foi muito inferior ao encontrado por Perfeito (2014), dados ainda não publicados, para os frutos da mangabeira maduros ($59,16 \pm 2,04$ mg/100g) e também inferior a $96,3 \pm 1,7$ mg/100g relatado por Almeida et al. (2011) para frutos do Ceará. Sabe-se que a principal causa da degradação do ácido ascórbico é a oxidação aeróbica ou anaeróbica, além de ser rapidamente destruído pela ação da luz, calor, alcalinidade, catalisadores metálicos, danos físicos e baixa umidade (BOBBIO e BOBBIO, 2001). Diante desses resultados pode-se observar que o processo de despulpamento leva à redução do conteúdo de ácido ascórbico pela maior exposição da polpa aos fatores, como incorporação de ar entre outros já citados, que levam à degradação da vitamina C. Além disso, o período que o fruto permaneceu congelado antes do despulpamento pode ter influenciado na redução do teor de ácido ascórbico. Silva et al. (2009) observaram uma redução de 17% no conteúdo de ácido ascórbico em polpa de mangaba, extraída manualmente, após 30 dias de congelamento a -18 °C.

A grande variação do conteúdo de ácido ascórbico nas frutas pode ser explicada pela diferença entre variedades, fatores ambientais (principalmente insolação) e tratos culturais. Isso explica o resultado encontrado nesse trabalho ser próximo ao encontrado por Silva et al. (2009) de $26,01 \pm 0,02$ mg de ácido ascórbico/100g em frutos também da região do estado de Goiás.

Os trabalhos que relatam o teor de pectina em mangaba são escassos. O teor de pectina encontrada, 0,9g/100g (Tabela 1) foi ligeiramente superior aos conteúdos observados por Almeida et al. (1998) de 0,81g/100g e Moura et al. (2002) de 0,54 g/100g. A goiaba é considerada um fruto rico em pectina, Munhoz et al. (2010) encontrou na polpa de goiaba desidratada 1,02% de pectina. De acordo com o

resultado obtido nesse estudo a mangaba é excelente matéria prima para a fabricação de geleias.

Os parâmetros de cor, quantificados utilizando a escala Hunter L* a* b*, apresentaram para luminosidade (L*) 56,8, para a* 3,71 e para b* 32,32 (tonalidades tendendo ao amarelo). Analisando os parâmetros a* e b*, verificou-se que estes tenderam para a tonalidade amarelada.

Os valores para os parâmetros umidade, carboidratos e cinzas encontrados nesse trabalho (Tabela 1) foram mais próximos aos encontrados por Hiane et al. (1992) que avaliou polpa de mangaba da região do Mato Grosso do Sul (Tabela 2). Para os parâmetros fibras e proteínas os resultados foram mais próximos aos relatados por Santos (2008) que também estudou polpa de mangaba do estado de Goiás. O teor de lipídios (0,86 g/100g) encontrado nesse estudo merece destaque visto que foi bem inferior ao observado por outros autores (Tabela 2). A variedade de mangaba estudada e/ou os fatores climáticos podem ser a explicação para tal variação.

Tabela 2 - Composição centesimal da polpa de mangaba avaliada por outros autores

Parâmetros	Soares et al.(2012)	Santos (2008)	Hiane et al.(1992)
Umidade (%)	72,39 ± 0,25	82,65 ± 0,03	85,29 ± 0,19
Lipídios (%)	11,01 ± 2,45	2,31 ± 0,05	2,16 ± 0,01
Carboidratos (%)	9,69 ± 1,67	10,33 ± 0,05	8,92 ± 0,06
Fibras (%)	5,06 ± 1,94	3,29 ± 0,29	0,91 ± 0,11
Cinzas (%)	0,93 ± 0,45	0,45 ± 0,00	0,54 ± 0,00
Proteína (%)	0,93 ± 0,18	0,97 ± 0,02	0,89 ± 0,02

1 - Média ± desvio padrão (base úmida).

Análise quantitativa de ácidos orgânicos

As curvas analíticas traçadas por padronização externa para quantificação dos ácidos orgânicos demonstraram excelentes coeficientes de correlação e linearidade na faixa de concentração estudada. Isto indica a validade do método, pois obedece a uma correlação linear nos intervalos de concentração avaliados.

As curvas de calibração obtidas pelo método dos mínimos quadrados podem ser expressas através das equações das retas, as quais se encontram na Tabela 3 juntamente com os coeficientes de correlação e a faixa de concentração avaliada.

Tabela 3 - Equação da reta, coeficiente de correlação e faixa de concentração da curva-padrão dos ácidos orgânicos.

Padrões	Equação da reta*	R²	Concentração (mg/ml)
Ácido Tartárico	$y = 4981 x + 13466$	0,999	0,05-0,50
Ácido Málico	$y = 2473 x + 5918$	0,999	0,08-0,80
Ácido Cítrico	$y = 3133 x + 10446$	0,999	0,10-1,00

1 - Equação da reta obtida de 6 pontos da curva-padrão, com 3 repetições, R² - Coeficiente de correlação.

Os ácidos orgânicos influenciam fortemente as propriedades organolépticas das frutas, principalmente em relação ao sabor, cor e aroma e são responsáveis pela acidez dos frutos (KADER, 2008). Além disso, os ácidos orgânicos afetam indiretamente o metabolismo fenólico, alterando o pH, atuando como precursores dos compostos fenólicos e do sabor (GALDON et al, 2008; KADER, 2008).

A determinação do perfil dos ácidos orgânicos é importante na caracterização de diferentes genótipos, ou quando se avalia a influência da maturação e dos aspectos agrônômicos na qualidade do fruto (KADER, 2008).

O ácido cítrico é o ácido orgânico predominante na mangaba, seguido pelo málico e tartárico (Figura 1, Tabelas 3 e 4). Não existem relatos na literatura sobre os ácidos orgânicos presentes na mangaba. As concentrações dos ácidos orgânicos determinados na mangaba apresentaram valores intermediários quando relacionados com outros frutos, como melão e pêsego, os quais apresentaram respectivamente 1005 e 673 mg/100g de ácido cítrico, o limão e o mamão papaya com 228 e 209 mg/100g de ácido málico (FLORES et al, 2012; HERNÁNDEZ et al, 2009) e a groselha com 72,95 mg/100g de ácido tartárico (NOUR et al, 2011).

Figura 1 - Perfil cromatográfico da polpa de mangaba

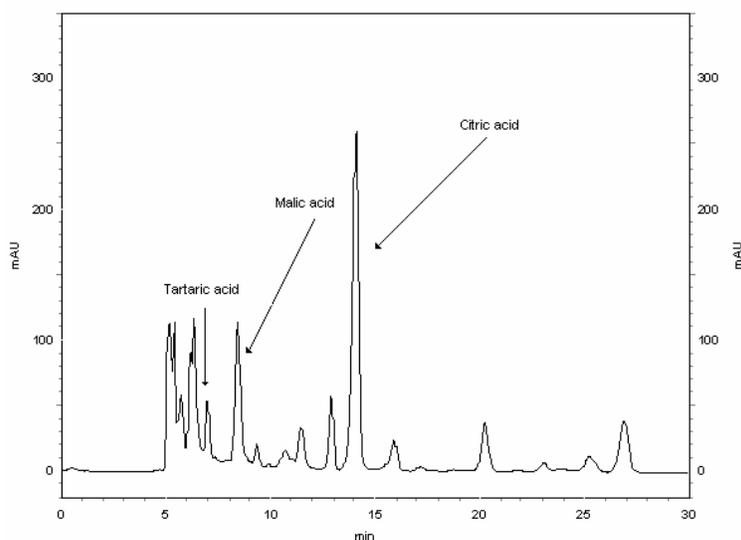


Tabela 4 - Concentrações dos ácidos orgânicos presentes na polpa da mangaba

Amostra	Ácido Tartárico (mg/100g)	Ácido Málico (mg/100g)	Ácido Cítrico (mg/100g)
Polpa de mangaba	66,92 ± 1,73	227,67 ± 1,53	935,50 ± 4,95

1 - Média ± desvio padrão (base úmida).

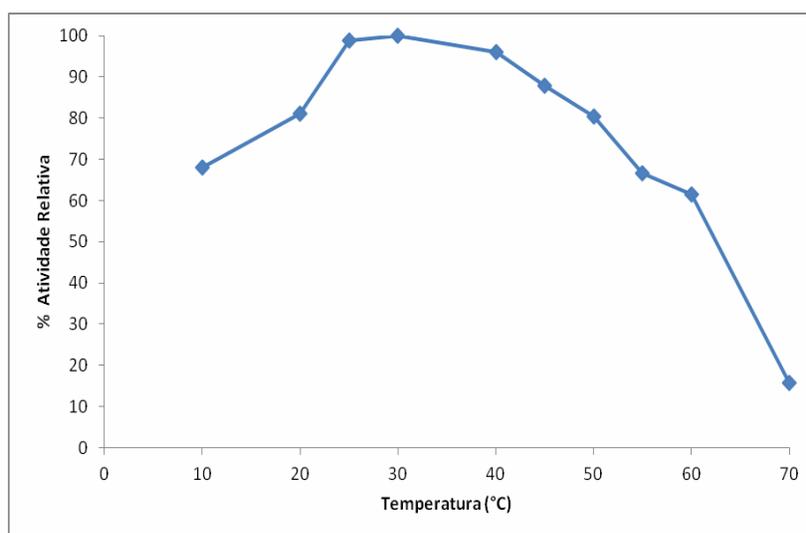
Influência da temperatura na atividade da peroxidase

A atividade catalítica das enzimas é altamente dependente da temperatura. Dentro de certos limites, a velocidade de uma reação enzimática aumenta com o aumento da temperatura. Entretanto, a partir de uma determinada temperatura, a velocidade da reação diminui bruscamente. Isso porque com o aquecimento a agitação das moléculas se torna tão intensa que as ligações que estabilizam a estrutura espacial da enzima se rompem e ela se desnatura (FURIGO JUNIOR, 2001). A influência da temperatura sobre a atividade da enzima é geralmente representada em termos de atividade de reação em função da temperatura.

A peroxidase da polpa de mangaba apresentou temperatura ótima para atividade na faixa de 25°C a 30°C (Figura 2). As peroxidases dos abacaxis IAC Gomo de mel e do clone IAC-1 apresentaram máxima atividade na faixa de 45°C a

50°C e de 50°C a 55°C, respectivamente (BRITO et al, 2005). O valor encontrado nesse trabalho para temperatura ótima da peroxidase foi próximo ao encontrado por Civello et al. (1995) para a enzima de morango (30°C). Geralmente os valores de atividade ótima para peroxidase de frutas e vegetais são encontrados na faixa de 30 a 55 °C (PEREIRA, 2003).

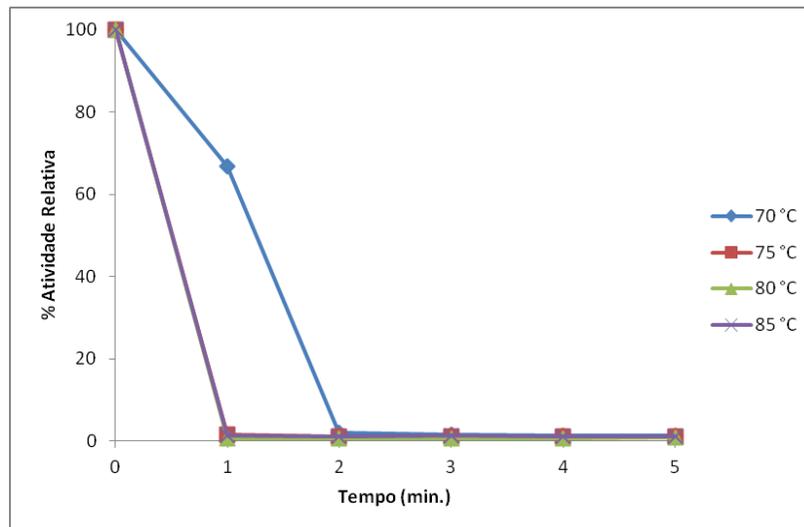
Figura 2 – Efeito da temperatura na atividade da peroxidase de extratos brutos de polpa de mangaba



A peroxidase da mangaba é sensível às temperaturas de inativação estudadas (Figura 3). Nas temperaturas de 75, 80 e 85°C o tratamento térmico de 1 minuto consegue inativar a atividade da peroxidase. Somente na temperatura estudada de 70 °C a enzima requer um tratamento térmico superior a 1 minuto para sua inativação.

A termossensibilidade da enzima peroxidase na polpa de mangaba é diferente da encontrada na maçã. Valderrama et al. (2001) observaram que a peroxidase não foi inativada nas temperaturas de 60, 65, 70 e 75 °C e relataram uma perda máxima de 85% na atividade desta enzima após 10 minutos de tratamento térmico nos extratos da polpa de maçã Gala.

Figura 3 – Efeito do tratamento térmico na atividade da peroxidase em extratos brutos de polpa de mangaba



Para a definição mais apropriada do binômio tempo, temperatura de pasteurização e branqueamento das polpas de frutas é muito importante estudar a sensibilidade da peroxidase frente ao calor. Sendo a mangaba um fruto com pH ácido (pH 3,6), o que já restringe o crescimento de microrganismos patogênicos, o estudo do comportamento enzimático em diferentes temperaturas é de grande valia para definição do tratamento térmico.

CONCLUSÕES

O processamento da mangaba para obtenção de polpa atendeu os padrões de identidade e qualidade exigidos pela legislação vigente. As características físicas e químicas das polpas de mangabas oriundas do Cerrado diferem das polpas de frutos oriundos da Caatinga do Nordeste brasileiro, o que comprova que as intempéries da natureza e o tipo de solo influenciam na composição do fruto.

As concentrações dos ácidos orgânicos presentes na mangaba apresentaram valores intermediários quando relacionados com outros frutos, apresentando como ácido predominante o cítrico seguido do málico e do tartárico.

A faixa de temperatura ideal para atividade da peroxidase em polpa de mangaba é de 25 a 30 °C. O tratamento térmico do extrato enzimático da polpa de mangaba revela que a atividade da peroxidase é limitada na polpa de mangaba em 1 min. sob as temperaturas de 75, 80 e 85 °C, indicando que o controle da pasteurização de sucos e néctares deverá ser feito a partir da resistência térmica de bolores e leveduras presentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. M. B.; SOUSA, P. H. M.; ARRIAGA, A. M. C.; PRADO, G. M.; MAGALHÃES, C. E. C.; MAIA, G. A.; LEMOS, T. L. G. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, p. 2155-2159, 2011.

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical chemists**. 14. ed. Washington, DC, EUA, 1984.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 16 ed. Washington, DC, EUA, 1997.

AVIDOS, M. F. D; FERREIRA, L. T. Frutos do Cerrado: preservação gera muito frutos. *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*, p. 36-41. Disponível <http://novastecnologias.com.br/revista/bio15/frutos.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2012.

BENASSI, M.T. **Análise dos efeitos de diferentes parâmetros na estabilidade de vitamina C em vegetais processados**. 1990. 159p. Dissertação (Mestrado) –

Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1990.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J., C. J. *Biochem. Physiol*, 1959.

BLUMENKRANTZ, N.; HANSEN, G. A. New method for quantitative determination of uronic acids. **Analytical Biochemistry**, v. 54, p. 484-489, 1973.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do Processamento de Alimentos**. Livraria Varela, São Paulo, SP, 2001, 3º edição, 143 p. il. ISBN: 85-85519-12-6.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução normativa nº 1, de 7 de janeiro de 2000. **Regulamento técnico geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília 10 de jan 2000. Seção 1, p. 53.

BRITO, C. A. K.; SATO, H. H.; SPIRONELLO, A.; SIQUEIRA, W. J. Características da atividade da peroxidase de abacaxis (*Ananas comosus* Merrill) da cultivar IAC gomo-de-mel e do clone IAC-1. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25(2), p. 244-249, 2005.

CARNELOSSI, M. A. G.; TOLEDO, W. F. F.; SOUZA, D. C. L.; LIRA, M. L.; SILVA, G. F.; JALALI, V. R. R.; VIÉGAS, P. R. A. Conservação pós-colheita de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 5, p. 1119-1125, 2004.

CIVELLO, P. M.; MARTINEZ, G.A.; CHAVES, A. R.; ANON, M. C. Peroxidase from strawberry fruit (*Fragaria ananassa* Duch): partial purification and determination of some properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 43, p. 2596-2601, 1995.

FLORES, P.; HELLÍN, P.; FENOLL, J. Determination of organic acids in fruits and vegetables by liquid chromatography with tandem-mass spectrometry. **Food Chemistry**, v. 132(15), p. 1049–1054, 2012.

FURIGO JUNIOR, A. **Enzimas e suas aplicações, cinética enzimática**. Apostila Engenharia Bioquímica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 39p. 2001.

GALDON, B. R.; RODRIGUEZ, C. T.; RODRIGUEZ, E. R.; ROMERO, C. D. Organic acid contents in onion cultivars (*Allium cepa* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56(15), p. 6512–6519, 2008.

HANSEN, O. A. S. Agregação de valor aos frutos da mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes): desenvolvimento e avaliação da estabilidade de néctar e geleia. 2011. 109p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2011.

HERNÁNDEZ, Y.; LOBO, M. G.; GONZÁLEZ, M. Factors affecting sample extraction in the liquid chromatographic determination of organic acids in papaya and pineapple. **Food Chemistry**, v. 114(2), p. 734-741, 2009.

HIANE, P. A.; RAMOS, M. I. L.; RAMOS FILHO, M. M.; PEREIRA, J. G. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos de alguns frutos nativos do estado de Mato Grosso do Sul. **Boletim Ceppa**, v. 10, n. 1, p. 35-42, 1992.

KADER, A. A. Flavor quality of fruits and vegetables. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 88, n.11, p. 1863–1868, 2008.

KHAN, A. A.; ROBINSON, D. S. Hydrogen donor specificity of mango isoperoxidases. **Food Chemistry**, v. 49, n. 4, p. 407-410, 1994.

KOON, A. E. **Processamento e caracterização de néctar misto de frutas e hortaliças (beterraba, cenoura, carambola e morango)**. 2000. 124p. Dissertação (mestrado em tecnologia de alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

LOPES, A. S. **Pitanga e acerola: estudo de processamento, estabilidade e formulação de néctar misto**. 2005. 175p. Tese (doutorado em tecnologia de alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

MOURA, C. F. H.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; ARAÚJO, N. C. C.; ALMEIDA, A. S. Quality of fruits native to latin america for processing: mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes). **Acta Horticulturae**, Leuven. v.2, n.575, p.549-554, 2002.

MUNHOZ, C. L.; ARGANDÑA, E. J. S.; SOARES JUNIOR, M. Extração de pectina de goiaba desidratada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 1 (versão digital).

NOUR, V.; TRANDAFIR, I.; IONICA, M. E. Ascorbic acid, anthocyanins, organic acids and mineral content of some black and red currant cultivars. **Fruits**, v. 66, p. 353–362, 2011.

PEREIRA, A. M. **Extração e purificação da peroxidase do Taperebá (*Spondias lútea* L.)**. 2003. 93p. Tese (doutorado em ciência de alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

REED, B. J.; HENDRIX JR., C. M.; HENDRIX, D. L. **Quality control manual for citrus processing plants**. Florida: Intercit, v.1, 1986.

SANTOS, G. G. **Características físicas, químicas e aceitabilidade de sorvete de mangaba com reduzido teor energético**. 2008. 69p. Dissertação (mestrado em ciência e tecnologia de alimentos) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.

SCHERER, R.; RYBKA, A. C. P.; GODOY, H. T. Determinação simultânea dos ácidos orgânicos tartárico, málico, ascórbico e cítrico em polpas de acerola, açaí e caju e avaliação da estabilidade em sucos de caju. **Química Nova**, n. 31(5), p.1137-1140, 2008.

SILVA, A. M. L.; MARTINS, B. A.; DEUS, T. N. Avaliação do teor de ácido ascórbico em frutos do cerrado durante o amadurecimento e congelamento. **Estudos**, v. 36, n. 11/12, p. 1159-1169, 2009.

SOARES, D. S. C.; SANTOS, J. T. S.; CAMPOS, A. F. P.; COSTA, F. S. C.; NUNES, T. P.; JUNIOR, A. M. O. Avaliação do tempo de congelamento da mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) em ultrafreezer através dos modelos matemáticos de Planck e Pham. **Scientia Plena**, v. 8, n. 4, p. 1-6, 2012.

SOUZA, F. G.; FIGUEIREDO, R. W.; ALVES, R. E.; MAIA, G. A.; ARAÚJO, I. A. Qualidade pós-colheita de frutos de diferentes clones de mangabeira *Hancornia speciosa* Gomes. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1449-1454, 2007.

VALDERRAMA, P.; MARANGONI, F.; CLEMENTE, E. Efeito do tratamento térmico sobre a atividade de peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) em maçã (*Mallus comunis*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, n.3, p.321-325, 2001.

CAPÍTULO 4

**DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE *IN VITRO* EM FRUTOS, POLPA E NÉCTAR DE MANGABA.**

Formatado segundo as normas da **Pesquisa Agropecuária Tropical**

DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE
IN VITRO EM FRUTOS, POLPA E NÉCTAR DE MANGABA.

RESUMO

As comprovações da atividade biológica de substâncias antioxidantes com atividade biológica em frutos são crescentes. Nesse sentido foram avaliadas em mangabas correspondentes a três estágios maturação e no fruto processado, na forma de polpa e néctar, quanto ao teor de compostos fenólicos e o potencial antioxidante *in vitro* através dos métodos *2,2 diphenil-1-picrylhydrazil (DPPH)*; *trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC)* e *oxygen radical absorbance capacity (ORAC)*. Os ensaios foram realizados em triplicata nos extratos brutos, sem uso de solventes extratores dos compostos antioxidantes. A polpa de mangaba e os “frutos de vez” apresentaram maior conteúdo de fenóis. Os frutos da mangabeira e seus derivados, polpa e néctar, apresentaram ação antioxidante de acordo com as três metodologias avaliadas. As amostras de polpa e néctar apresentaram a maior atividade antioxidante para o ensaio de *DPPH*. No ensaio de *ORAC* a polpa apresentou a maior atividade antioxidante.

PALAVRAS CHAVE: *Hancornia speciosa* Gomes; fenóis; antioxidante; polpa de fruta; néctar.

DETERMINATION OF PHENOLIC COMPOUNDS AND IN VITRO ANTIOXIDANT
ACTIVITY OF MAGABA FRUITS, PULP AND NECTAR

ABSTRACT

The evidence of antioxidant substances with biological activity in fruits are growing. Thus, the phenolic content and antioxidant capacity in vitro were evaluated in mangabas during three stages of ripening, in processed pulp and nectar. The methods used were 2,2 diphenil-1-picrylhydrazil (DPPH), trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) e oxygen radical absorbance capacity (ORAC). Assays were performed in triplicate in crude extracts without the use of solvent. The processed mangaba pulp and fruits of the season in natura showed higher phenolic content. The fruits of mangabeira and derivatives, pulp and nectar, showed antioxidant activity according to three evaluated methodologies. The pulp and nectar samples showed higher values for the DPPH assay. The ORAC assay showed the best result for processed pulp.

KEYWORDS: *Hancornia speciosa* Gomes, phenols, antioxidant, pulp, nectar.

INTRODUÇÃO

Os radicais livres são produzidos naturalmente no metabolismo dos organismos vivos. No entanto, podem reagir e contribuir para o envelhecimento e a instalação de doenças degenerativas como câncer, aterosclerose, artrite reumática, entre outras.

Os antioxidantes são substâncias capazes de neutralizar os radicais livres e prevenir os danos causados pelos mesmos. Agem interagindo com os radicais livres antes que estes possam reagir com as moléculas biológicas, evitando que ocorram as reações em cadeia ou prevenindo a ativação do oxigênio a produtos altamente reativos.

Entre os agentes antioxidantes encontrados nos alimentos destacam-se vitaminas, principalmente vitamina C e E, compostos fenólicos (flavonóides e ácidos fenólicos) e carotenóides (β -caroteno e licopeno).

Nos últimos anos diversos estudos têm comprovado que os vegetais contêm substâncias antioxidantes com atividades biológicas distintas. A presença de compostos fenólicos, tais como flavonóides, ácidos fenólicos, além dos já conhecidos vitaminas C, alfa-tocoferol e carotenóides contribuem para os efeitos benéficos destes alimentos (Silva 2004).

O Cerrado é o segundo maior bioma do país. Ocupa cerca de 23% do território nacional e ocorre predominantemente no Planalto Central do Brasil. Apresenta uma flora, que é considerada a mais rica dentre as savanas do mundo, estimando-se um número entre 4 mil e 10 mil espécies de plantas vasculares (Souza et al. 2002). Dentre essas espécies nativas, encontra-se a mangabeira, que produz a mangaba, um fruto bastante apreciado pela população local, porém, ainda pouco estudado.

O objetivo desse trabalho foi quantificar os compostos fenólicos e avaliar o potencial antioxidante *in vitro* através dos métodos *2,2 diphenil-1-picrylhydrazil (DPPH)*;

trolox equivalent antioxidant capacity (TEAC) e *oxygen radical absorbance capacity (ORAC)* em mangabas correspondentes a três estágios de maturação e no fruto processado, na forma de polpa e néctar.

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria-prima

A avaliação das mangabas *in natura* em diferentes estágios de maturação foi realizada considerando três estágios, denominados: verde (frutos com a casca totalmente verde e textura firme); semimaduros ou “de vez” (frutos ligeiramente amarelados e textura tenra); maduros (frutos verde-amarelados e com textura macia ou mole). Os frutos, correspondentes à safra de 2010, foram adquiridos na região Sudeste de Goiás. Esses foram colhidos diretamente da planta-mãe e transportados via terrestre (7 horas de transporte) em caixas de papelão para o Laboratório de Frutas e Hortaliças do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Os frutos permaneceram acondicionados nas caixas de papelão até a completa maturação, para então iniciar a caracterização dos frutos maduros, já os frutos verdes e semimaduros foram retirados das caixas e analisados em seguida.

Os frutos para elaboração da polpa e néctar foram adquiridos na região Sudeste e Norte de Goiás e foram colhidos maduros e congelados em freezer a -18 °C, inicialmente dispostos em bandejas e posteriormente acondicionados em sacos plásticos contendo em média 35 frutos por embalagem. As embalagens foram colocadas em caixa de isopor com gelo para o transporte terrestre até Campinas – SP.

Elaboração da polpa e néctar

A polpa dos frutos nos três estágios de maturação avaliados foi extraída e macerada manualmente, no mesmo dia em que foram realizados os ensaios.

O processo mecânico de despulpamento, realizado 3 semanas após a colheita dos frutos, foi iniciado com o descongelamento e sanitização dos frutos maduros em solução de hipoclorito de sódio (50 mg.L^{-1}) por 15 minutos com posterior enxágue em água potável. As polpas foram obtidas em extrator de escovas da marca Sterling® utilizando peneira de 0,5 mm de diâmetro de abertura de malha, vale lembrar que nesse processo de extração parte da casca dos frutos são incorporados à polpa. A pasteurização foi realizada a $70 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 3 minutos, seguida de resfriamento e desaeração sob vácuo de $0,5 \text{ kgf/cm}^2$ por 1 minuto em multiprocessador *Stephan*, marca Geiger®. As polpas foram acondicionadas em sacos de polietileno contendo cerca de 500 g de polpa seladas à vácuo em seladora SELOVAC® 200S seguido de congelamento. As análises foram realizadas após 7 dias da elaboração da polpa.

A formulação padrão escolhida para o néctar conteve 25% de polpa de mangaba e apresentou teor de sólidos solúveis de 12 °Brix e pH de 3,5, obtido pela correção com adição de ácido cítrico. A água, açúcar e polpa foram homogeneizados em liquidificador com posterior aquecimento até 85°C , seguido de desaeração sob vácuo de $0,5 \text{ kgf/cm}^2$ por 1 minuto em multiprocessador *Stephan* e imediatamente envasado a quente em garrafas de vidro, as quais foram invertidas por 1 minuto e em seguida resfriadas. As análises foram realizadas no dia seguinte da elaboração do néctar.

Os frutos, polpa e néctar analisados nos ensaios não foram submetidos à extração dos compostos antioxidantes (lipofílica ou hidrofílica), ou seja, não foram purificados. Essa

metodologia foi empregada para detectar a capacidade oxidativa dos frutos, polpa e néctar da mesma forma em que são consumidos.

Fenóis totais

O teor de fenóis nos frutos, polpa e néctar foram determinados no Laboratório de Bioaromas do Departamento de Ciências de Alimentos da FEA-UNICAMP. As análises foram realizadas em triplicata e os dados foram submetidos à análise de variância e teste de média de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, no programa estatístico SAS.

A determinação de fenóis totais foi realizada de acordo com o método de Folin Ciocalteu, descrito por Roesler et al. (2007). A solução de extrato foi preparada na concentração de 0,5 mg/mL em metanol e ultrassonificado por duas horas. A reação ocorreu pela mistura de 0,5 mL extrato, 2,5 mL Folin Ciocalteu (10%) e 2,0 mL carbonato de sódio (7,5%), respectivamente. A mistura foi incubada por 5 minutos a 38°C. A leitura foi realizada no espectrofotômetro Beckman Coulter TM - DU 640, com leitor em cubetas, a 760 nm.

Foi feita uma curva padrão utilizando-se diferentes concentrações de ácido gálico, Sigma, Aldrich. O resultado final foi expresso em miligrama (mg) de ácido gálico por 100 gramas (g) de fruto fresco, polpa e néctar.

Capacidade antioxidante in vitro

A avaliação da atividade antioxidante *in vitro* dos frutos nos três estágios de maturação, polpa e néctar também foi realizada no Laboratório de Bioaromas do

Departamento de Ciências de Alimentos da FEA-UNICAMP. As análises foram realizadas em triplicata e os dados foram submetidos à análise de variância e teste de média de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, no programa estatístico SAS.

a) 2,2- Diphenyl -1- picrylhydrazil (DPPH) / Trolox

A atividade antioxidante foi determinada seguindo-se o protocolo descrito por Thaipong et al. (2006). A reação ocorreu pela mistura de 50 µL de amostra (na concentração de 1mg/mL, dissolvida em etanol) com 250 µL de *DPPH* (2,2- Diphenyl – 1 – picrylhydrazil- Sigma, Aldrich) na concentração de 0,004%. No branco adicionou-se 50 µL de etanol com 250 µL do radical. A leitura foi realizada em espectrofotômetro Beckman Coulter TM - DU 640 com leitor de microplacas, no tempo de 30 minutos a 517 nm.

Foi construída uma curva do padrão *Trolox* (*Hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid*, Sigma, Aldrich), com concentração de *Trolox* (µM) em função da inibição (%). O resultado foi expresso em µM *Trolox* equivalentes por 100 gramas de fruto fresco, polpa e néctar.

b) Trolox Equivalent Antioxidant Capacity (TEAC)

A atividade antioxidante foi medida pelo método *TEAC* baseada no método descrito por Le et al. (2007).

O radical cátion *ABTS*' (*2,2'-azinobis (3-ethylbenzothiazoline 6- sulfonate*, Sigma) foi preparado de 12 a 16 horas antes do ensaio. A produção do radical deu-se pela mistura de uma solução aquosa de 7 mM de *ABTS* com 140mM de persulfato de potássio. Este radical foi diluído com etanol até que a absorbância atingisse valor de 0,7000 +/- 0,02 a 734nm.

O ensaio foi realizado em espectrofotômetro Beckman Coulter TM - DU 640 com leitor de microplacas, adicionando-se 50 µL de amostra / Trolox e 250 µL de radical ABTS'. Foi construída uma curva com o padrão Trolox, redução (%) em função da concentração de Trolox. Os resultados foram expressos em µM Trolox equivalentes por 100 gramas de fruto fresco, polpa e néctar.

c) *Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC)*

O ensaio ORAC foi realizado de acordo com o método descrito por Dávalos et al. (2004), com modificações. O experimento foi realizado no leitor de fluorescência (Fluorímetro Novo Star, BMG Labtechnologies). A leitura foi realizada a cada 1 minuto, durante 80 minutos, com emissão a 520 nm e excitação a 485 nm e temperatura controlada a 37°C.

Misturou-se 20 µL da amostra (concentração de 50mg/mL, diluída em água), 120 µL Fluoresceína (0,4 µg/mL) e 60 µL do radical AAPH (2,2'-azobis (2-methylpropionamide) dihydrochloride, Aldrich) na concentração de 108 mg/mL. O tampão fosfato de potássio (pH 7,4; 75 mM) foi utilizado como solvente.

Para os cálculos foi utilizada a equação da área abaixo da curva (AUC).

$$AUC = 1 + f_2/f_1 + f_3/f_1 + f_4/f_1 + f_n/f_1$$

Onde: f_1 = leitura da fluorescência no tempo 1 minuto, f_2 = leitura da fluorescência no tempo 2 minutos e f_n = leitura da fluorescência no tempo 80 minutos.

O resultado final foi expresso em µM Trolox equivalentes por 100 gramas de fruto fresco, polpa e néctar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Baseado na determinação do conteúdo fenólico de 17 diferentes frutas do Equador, Vasco et al. (2008) propuseram uma classificação das frutas em três categorias: baixo teor de compostos fenólicos (< 100 mg de ác. gálico/100g), médio (100 – 500 mg de ác. gálico/100g) e alto (> 500 mg de ác. gálico/100g).

Os frutos, polpa e néctar analisados apresentaram baixo conteúdo de fenóis totais (Tabela 1) e este conteúdo não foi diferente estatisticamente ($p>0,05$) nos três estágios de maturação. Houve decréscimo no teor de fenóis dos frutos maduros que pode ser atribuído à polimerização das moléculas fenólicas de baixo peso molecular ou pela diminuição de ácidos fenólicos (abscísico, cinâmicos, clorogênicos e outros) no decorrer da maturação.

Tabela 1 - Valores médios e desvio padrão¹ de fenóis e parâmetros antioxidantes dos frutos nos diferentes estágios de maturação

Amostra Analisada	Fenóis Totais (mg de ác.gálico/100g)	DPPH (μM TE/100g)	TEAC (μM TE/100g)	ORAC (μM TE/100g)
Fruto Verde	57,12 \pm 0,075 ^b	46,45 \pm 0,096 ^b	268,25 \pm 0,757 ^a	1061,45 \pm 0,421 ^b
Fruto De vez	73,27 \pm 0,180 ^{ab}	49,71 \pm 0,160 ^b	390,59 \pm 0,93 ^a	1145,21 \pm 0,897 ^b
Fruto Maduro	46,06 \pm 0,040 ^b	91,99 \pm 0,226 ^b	598,76 \pm 4,796 ^a	1258,68 \pm 1,027 ^b
Polpa	115,84 \pm 0,428 ^a	1127,70 \pm 1,172 ^a	554,33 \pm 0,759 ^a	1617,44 \pm 0,919 ^a
Néctar	15,59 \pm 0,141 ^b	1166,53 \pm 3,588 ^a	256,97 \pm 2,721 ^a	515,49 \pm 0,570 ^c

1 - Médias com expoentes diferentes em uma mesma coluna indicam diferença estatística ($p\leq 0,05$)

A polpa apresentou maior teor de compostos fenólicos (115,84 \pm 0,075 mg de ác. gálico/100g fruta fresca), no entanto não diferiu estatisticamente ($p>0,05$) da amostra de frutos de vez. No processo de despulpamento em extrator tipo escovas as cascas dos frutos foram incorporadas à polpa. De acordo com Rodrigues et al. (2006) o extrato hidrofílico

das cascas de *Hancornia speciosa* constitui-se de uma mistura extremamente complexa, sendo verificada a presença de polímeros isoprenóides (látex) e grande quantidade de taninos condensados. Os taninos, o ácido clorogênico e as catequinas encontrados na casca (Rodrigues 2007) explicam o maior índice de compostos fenólicos na polpa.

Diversos estudos apontam que os compostos fenólicos exercem ação antioxidante pelo fato de agirem neutralizando ou sequestrando radicais livres e quelando metais de transição. O alto teor de fenóis pode ser o primeiro indicativo do possível potencial antioxidante da fruta ou extrato.

Rufino et al. (2010) determinaram o conteúdo fenólico de 18 frutas exóticas do Brasil a partir da extração dos compostos antioxidantes pela combinação de metanol/acetona, e, para polpa de mangaba incorporada com casca encontraram $169 \pm 21,5$ mg de ác. gálico/ 100g de fruto fresco, valor superior ao encontrado nesse estudo para a polpa analisada (Tabela 1). O armazenamento dos frutos congelados até a realização da análise pode ter ocasionado perda de compostos fenólicos.

Os valores encontrados para a mangaba nos três estágios de maturação, para a polpa e néctar foram superiores aos encontrados por Vieira et al. (2011) na polpa de bacuri com $10,35 \pm 0,42$ e $7,23 \pm 0,08$ mg/100 g para os extratos aquoso e hidroalcoólico, respectivamente.

Para os ensaios de determinação de DPPH utilizou-se uma curva padrão de Trolox sendo o resultado representado em concentração do padrão por peso do fruto. A outra metodologia consiste na análise de diferentes concentrações do mesmo extrato e determinação da concentração necessária para a redução de 50% do radical DPPH (IC50) (Roesler et al. 2007). A tentativa de determinação do IC50 não foi bem sucedida devido à baixa atividade antioxidante das amostras estudadas, ou seja, uma concentração muito grande da amostra seria requerida para redução da atividade do radical.

O maior potencial antioxidante em relação ao radical DPPH foi observado no néctar e na polpa (Tabela 1). A incorporação de casca no processo de despulpamento pode ter contribuído para o aumento da atividade antioxidante. Também pode-se observar que o tratamento térmico sofrido pela polpa e néctar durante o processamento não contribuiu para diminuir o poder sequestrante ao radical DPPH.

Com relação aos frutos *in natura*, no ensaio de DPPH, não houve diferença estatística ($p > 0,05$) no potencial antioxidante entre os valores encontrados para os diferentes estágios de maturação. Os valores para DPPH encontrados nos três diferentes estágios de maturação foram superiores ao encontrado por Malta (2011) para o extrato aquoso do murici ($5 \pm 0,08 \mu\text{M TE}/100\text{g}$) e inferiores aos extratos aquosos da gabioba ($1850 \pm 2,57 \mu\text{M TE}/100\text{g}$) e polpa de guapeva ($661,76 \pm 1,02 \mu\text{M TE}/100\text{g}$), sendo os três, frutos do Cerrado brasileiro.

No ensaio TEAC, não houve diferença estatística ($p > 0,05$) no potencial antioxidante das amostras de frutos *in natura*, polpa e néctar analisados.

Rufino et al. (2010) quantificaram o comportamento do extrato metanólico/cetônico de polpas de mangabas frente ao radical ABTS de $1460 \mu\text{M TE}/100\text{g}$. Os valores encontrados nas referências citadas foram bem superiores aos encontrados no estudo em questão, porém, vale destacar que os ensaios foram realizados na amostra bruta e não nos extratos com os antioxidantes.

Os resultados do ORAC hidrofílico para os frutos e polpa estudados foram superiores aos outros métodos de avaliação da atividade antioxidante testada (Tabela 2). O método ORAC utiliza uma fonte biologicamente relevante de radical livre considerado por diversos autores como melhor representante da atividade antioxidante (Awika et al. 2003). A indústria reconhece como um método excelente para quantificar a capacidade de "sequestrar" radicais peroxil em uma amostra (Huang et al. 2005).

As amostras dos frutos *in natura* não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) para o ORAC, indicando nesse caso que o estágio de maturação não influencia na capacidade antioxidante. A atividade antioxidante das mangabas *in natura* e polpa frente ao radical peróxido mais se assemelha com o extrato aquoso e etanólico da polpa de guapeva que foi avaliado por Malta (2011) de $1305,52 \pm 3,89 \mu\text{mol TE}/100\text{g}$ e de $1768,71 \pm 5,52 \mu\text{mol TE}/100\text{g}$ polpa, respectivamente.

A presença dos antioxidantes no ensaio ORAC resulta na inibição dos danos causados pelos radicais livres ao composto fluorescente. O efeito protetor de um antioxidante é medido pela área de decaimento da fluorescência (*AUC*) da amostra comparada com a área do branco em que não há presença de antioxidantes (Ou et al. 2002).

Os baixos valores encontrados para atividade antioxidante podem ser explicados pela não utilização de solventes extratores. O tipo de solvente utilizado é uma questão relevante ao se discutir estes resultados. De acordo com Leite (2010), o método de extração, a temperatura de extração e o processamento após a extração são fatores que podem influenciar dramaticamente o resultado final.

Não foram encontrados estudos para o comportamento antioxidante da polpa, néctar ou suco de mangaba bruto, sem purificação ou extração, conforme foi avaliado nesse trabalho. Sendo o foco principal desta investigação a aplicação de tecnologia para transformação do fruto, a atividade antioxidante foi determinada considerando a ingestão do fruto pelo homem, sem qualquer emprego de extração de compostos antioxidantes.

Sabe-se também, que a genética, a época de colheita e as condições ambientais podem influenciar significativamente o conteúdo de metabolitos secundários de plantas (Wu et al. 2006).

CONCLUSÕES

Os frutos da mangabeira e seus derivados, polpa e néctar, apresentaram ação antioxidante de acordo com as três metodologias avaliadas. Vale lembrar que os ensaios foram realizados a partir de seus extratos brutos, sem nenhuma extração de compostos antioxidantes como na maioria dos trabalhos descritos na literatura. A polpa de mangaba e os “frutos de vez” apresentaram maior conteúdo de fenóis. As amostras de polpa e néctar apresentaram a maior atividade antioxidante para o ensaio de *DPPH*. Os melhores resultados da atividade antioxidante nas amostras de frutos *in natura*, polpa e néctar analisados foram encontrados no ensaio ORAC, sendo a polpa de mangaba a amostra com maior atividade antioxidante para esse ensaio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AWIKA, J.M.; RODNEY, L.W.; WU, X.; PRIOR, R.L.; CISNEIROS-ZEVALLOS, L. Screening methods to measure antioxidant activity of sorghum (*Sorghum bicolor*) and sorghum products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 51, p. 6657-6662, 2003.

DÁVALOS, A.; GÓMEZ, C.; BARTOLOMÉ, B. Extending applicability of the Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC-Fluorescein) Assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* v. 52, p. 48-54, 2004.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 53, p. 1841-1856, 2005.

LE, K.; CHIU, F.; NG, K. Identification and quantification of antioxidants in *Fructus lycii*. *Food Chemistry*, v. 105 (1), p. 353-363, 2007.

LEITE, A. V. *Avaliação da composição e da capacidade antioxidante “in vivo” e “in vitro” de antocianinas da casca de jaboticaba (Myrciaria jaboticaba (Vell.) Berg) liofilizada em ratos Wistar*. 2010. 121p. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

MALTA, L. G. *Avaliação biológica de frutas do Cerrado brasileiro: guapeva, gabioba e murici*. 2011. 298p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2011.

OU, B.; HUANG, D.; WOODILL, M., F.; JUDITH, D., E. Analysis of antioxidante activities of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and Ferric Reducing Antioxidante Power (FRAP) assays: A comparative Study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 50, p. 3122-3128. 2002.

RODRIGUES, C. M.; BRITO, A. R. M. S.; HIRUMA-LIMA, C. A.; VILEGAS, W. *Constituintes químicos das cascas de Hancornia speciosa Gomes (Apocynaceae)*. 29^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2006. Disponível em: <http://sec.sbq.org.br/cd29ra/resumos/T1814-2.pdf>. Acesso em: 15 de agosto de 2012.

RODRIGUES, C. M. *Caracterização quali e quantitativa de metabólitos secundários em extratos vegetais*. 2007. 199p. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2007.

ROESLER, R.; MALTA, L., G.; CARRASCO, L., C.; PASTORE, G.; HOLANDA, R., B.; Sousa, C., A. Atividade antioxidante de Frutas do Cerrado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 27 (1), p. 53-60, 2007.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; JIMÉNEZ, J. P.; CALIXTO, F. S.; MANCINI FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, v. 121, p. 996-1002, 2010.

SILVA, B. M. Quince (*Cydonia oblonga* Miller) fruit (pulp, peel, and seed) and jam: Antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 52, p.4705-12, 2004.

SOUZA, E. R. B.; NAVES, R. V.; CARNEIRO, I. F.; LEANDRO, W. M.; BORGES, J. D. Crescimento e sobrevivência de mudas de cagaiteira (*Eugenia dysenterica* DC) nas condições do cerrado. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 24, n. 2, p. 491-495, 2002.

THAIPONG, K.; BOONPRAKOB, U.; CROSBY, K.; CISNEROZEVALLOS, L.; BYRNE, D. H. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 19, p. 669-675, 2006.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Equador. *Food Chemistry*, v. 111(4), p. 816-823, 2008.

VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI FILHO, J.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de polpa de frutos tropicais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 33, n. 3, p. 888-897, 2011.

WU, X.; BEECHER, G. R.; HOLDEN, J. M.; HAYTOWITZ, D. B.; GEBHARDT, S. E.; PRIOR, R. L. Concentrations of anthocyanins in common foods in the United States and estimation of normal consumption. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, v. 54, p. 4069-4975, 2006.

CAPÍTULO 5

ESTABILIDADE FÍSICA DE NÉCTAR DE MANGABA

Título curto: ESTABILIDADE FÍSICA NÉCTAR DE MANGABA

Formatado segundo as normas do **Journal of Food Processing and
Preservation**

RESUMO

O presente estudo teve como objetivos o tratamento enzimático da polpa de mangaba para obtenção de suco clarificado e a avaliação do tratamento térmico combinado ao uso de hidrocolóide na estabilização do néctar de mangaba. As enzimas testadas foram Pectinex Ultra AFP (Novozymes A/S) e Celluclast 1.5 L (Novozymes A/S), nas concentrações de 50 e 100 (mg. L⁻¹). Foram preparados três néctares para avaliação da estabilidade física: controle (sem adição de hidrocolóide), néctar com adição de 0,01% de goma gelana e néctar com adição de 0,05% de goma gelana. Os tempos de tratamento térmico para os néctares foram de 0; 1; 2,5; 5; 10; 25 e 60 minutos na temperatura de 95 °C. Os néctares foram avaliados em 3 intervalos de tempo (0, 24 e 48 horas) pela leitura da altura de sedimento. As enzimas empregadas nas polpas proporcionaram a liberação de suco clarificado, porém, com sabor amargo. O néctar com melhor estabilidade física foi o elaborado com adição de 0,01% de hidrocolóide.

Palavras-chave: *Hancornia speciosa* Gomes, Enzimas, Hidrocolóides, Néctar.

APLICAÇÕES PRÁTICAS DA PESQUISA

O conhecimento das propriedades tecnológicas de frutos nativos, como a mangaba, impulsiona o desenvolvimento de novos produtos favorecendo o desenvolvimento sustentável, além de proporcionar a melhoria dos aspectos sociais e econômicos. O estudo dos parâmetros que podem influenciar a estabilidade física do néctar de mangaba possibilita a oferta de um produto com excelentes características visuais já que a separação de fases em sucos de frutas leva à depreciação visual do produto. O uso de enzimas no processamento de sucos e néctares de frutas pode proporcionar o aumento do rendimento de suco, além de diminuir a viscosidade, contribuindo para um menor gasto energético no transporte do produto e para a melhoria da qualidade sensorial da bebida.

INTRODUÇÃO

A mangaba é uma fruta nativa do Brasil que pode ser encontrada em ampla variedade geográfica, já que ocorre em ecossistemas como a Amazônia, Floresta Atlântica e Cerrado. A mangaba é uma fruta tropical de sabor agradável que atrai consumidores estrangeiros. A polpa é geralmente consumida fresca ou como sucos, geleias, confeitos e bebidas. O processamento da fruta tem atraído recentemente um crescente interesse para processamento industrial, devido às suas consideráveis potencialidades que estimulam o seu cultivo sustentável nas regiões Centro-Oeste e Nordeste do Brasil (SAMPAIO E NOGUEIRA, 2006; SANTOS E SILVA, 2012; BESSA et al., 2013).

O mercado de sucos e néctares industrializados está em ascensão no Brasil. O culto à saúde e a boa forma leva cada vez mais os consumidores à busca por alimentos saudáveis e funcionais (LIMA et al., 2008).

O setor de sucos e néctares prontos para beber ainda é novo no país (ASSESSORIA IBRAVIN, 2013) e a produção industrial encontra dificuldades no processamento, como baixos rendimentos nas etapas de filtração e clarificação. O uso de enzimas tem sido uma alternativa promissora em termos de rendimento, proporcionando uma melhor utilização da matéria prima, aumentando a eficiência nas operações unitárias do processo produtivo, consumo energético e reduzindo o desperdício (SUN et al., 2006).

O tratamento enzimático destrói parcialmente as paredes celulares provocando a degradação de componentes de elevada massa molar, o que diminui a viscosidade da polpa, proporcionando uma maior separação entre as fases sólida e líquida (FARIÑA et al., 2007).

A indústria de sucos também encontra dificuldades na estabilização física do suco e ou néctar já pronto para beber. A separação de fases em sucos de frutas é um fator impactante na depreciação visual do produto. De acordo com Vendrúsculo (2008) para sistemas não estabilizados de sucos de frutas, a sedimentação dos aglomerados é favorecida, promovendo uma rápida separação entre as fases sólida e líquida da suspensão, prejudicando a homogeneidade e estabilidade da suspensão.

O uso de hidrocolóides como estabilizantes da suspensão em bebidas a base de polpa de frutas é comum na indústria. Os hidrocolóides alimentares aumentam a estabilidade das suspensões devido à retenção das partículas suspensas do meio. A adição

de hidrocolóides acarreta no aumento da viscosidade do meio contínuo que diminui a velocidade de sedimentação dos sólidos insolúveis (GENOVESE e LOZANO, 2001).

O processamento de frutos do Cerrado, como a mangaba, ainda procede de forma muito artesanal em Goiás (PEREIRA et al., 2006). Para que a indústria de bebidas possa ampliar a gama de sabores de sucos e néctares oferecidos aos consumidores, se faz necessário adaptar tecnologias de acordo com as peculiaridades de cada fruta. Assim, esse estudo teve como objetivos o emprego de tratamentos enzimáticos para obtenção de suco clarificado e a avaliação do tratamento térmico combinado ao uso de hidrocolóide na estabilização do néctar de mangaba.

MATERIAL E MÉTODOS

OBTENÇÃO DA POLPA E NÉCTAR

Os frutos, correspondentes à safra de 2010, foram adquiridos na região Sudeste e Norte de Goiás. Esses foram colhidos maduros e congelados em freezer a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, inicialmente dispostos em bandejas e posteriormente acondicionados em sacos plásticos contendo em média 35 frutos por embalagem. As embalagens foram colocadas em caixa de isopor com gelo para o transporte terrestre (duração de 7 horas) até Campinas – SP.

O processo de despulpamento iniciou com o descongelamento à temperatura ambiente e sanitização dos frutos maduros em solução de hipoclorito de sódio (50 mg.L^{-1}) por 15 minutos com posterior enxágue em água potável. As polpas foram obtidas em extrator de escovas da marca Sterling[®] utilizando peneira de 0,5 mm de diâmetro de abertura de malha. A pasteurização foi realizada a $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 3 minutos, seguida de resfriamento e desaeração sob vácuo de $0,5\text{ kgf/cm}^2$ durante 1 minuto em multiprocessador *Stephan*, marca Geiger[®]. As polpas foram seladas à vácuo em seladora SELOVAC[®] 200S e acondicionadas em sacos de polietileno contendo cerca de 500 g de polpa para congelamento.

Foram preparados três néctares com 25% de polpa de mangaba: o controle (sem adição de hidrocolóide), e os néctares com adição de 0,01% e 0,05% de goma gelana (tipo Kelcogel[®] HF-B, CPKelco[©]). O néctar sem hidrocolóide foi preparado com a dissolução do

açúcar em água sob agitação, em equipamento *Stephan*, e posterior adição da polpa. No processamento dos néctares com hidrocolóide, um mix do hidrocolóide e açúcar (triplo da quantidade de goma) foi preparado e adicionado, sob agitação, em metade da água da formulação, aquecida a 75 °C. O restante da água, a polpa e o açúcar foram aquecidos sob agitação, em multiprocessador *Stephan*, até atingir a temperatura de 75 °C para então a adição da mistura com a solução de goma. O aquecimento e a agitação são necessários para evitar que o hidrocolóide forme grumos.

Os néctares foram colocados em tubos de ensaio, com altura de líquido correspondente a 5 cm, e submetidos ao tratamento térmico em banho maria a 95 °C por zero (controle, sem tratamento térmico), 1; 2,5; 5; 10; 25 e 60 minutos.

Caracterização da polpa e néctar

A polpa utilizada para os tratamentos enzimáticos e o néctar formulado foram caracterizados quanto à acidez total titulável, segundo método nº 942.15 da AOAC (1997) e expressa em porcentagem de ácido cítrico; o pH foi medido em potenciômetro DIGIMED DM20, calibrado com soluções-tampão nos pHs 4 e 7 a 20°C, segundo método nº 981.12 da AOAC (1997); sólidos solúveis (° Brix), baseado na leitura direta dos graus Brix da amostra a 20°C em refratômetro digital da marca LEICA, mod. AR200.

TRATAMENTO ENZIMÁTICO

As amostras de polpa de mangaba foram tratadas com duas enzimas comerciais, Pectinex[®] Ultra AFP (Novozymes A/S), que e Celluclast[®] 1.5 L (Novozymes A/S), ambas nas concentrações de 50 e 100 (mg. L⁻¹). A Pectinex[®] Ultra AFP corresponde à enzima pectino liase, a qual catalisa a β eliminação entre dois resíduos de ácido galacturônico mais ou menos esterificados. Já a Celluclast[®] 1.5 L contém predominantemente celulasas que hidrolisam a cadeia de celulose em oligossacarídeos e glicose.

A temperatura de incubação empregada foi 50 °C e o tempo de 30 minutos, conforme recomendações dos fabricantes. Após incubação, as amostras foram tratadas a 85°C por 10 minutos para inativação enzimática.

Foi adotada uma amostra como controle, sem adição de enzima, a qual foi submetida aos mesmos tratamentos (incubação e inativação).

As amostras foram centrifugadas a 1000 g (força gravitacional) por 30 minutos em centrífuga, marca Fanem[®] - SP Brasil e modelo 204 N, para determinação do teor de polpa (FASOLIN, 2009). Foi avaliado o rendimento, expresso em porcentagem, calculado baseado na massa inicial de polpa e a massa de suco clarificado obtido após centrifugação. As análises foram realizadas em triplicata.

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE FÍSICA DO NÉCTAR

A estabilidade física do néctar de mangaba com e sem hidrocolóides foi avaliada visualmente pela medida da quantidade de sedimento, com auxílio de uma régua, nos diferentes tubos de ensaio com néctar. As observações foram realizadas em duplicata logo após o tratamento térmico, seguido do resfriamento e depois de 24 e 48 horas. Os resultados foram expressos em porcentagem de volume de sedimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O néctar de mangaba foi formulado com 25% de polpa, 12 °Brix, ajustado com adição de sacarose e pH de 3,5, ajustado com adição de ácido cítrico; sendo o *ratio* do néctar 41,52. A formulação da bebida com 25% de polpa teve maior aceitação pela equipe técnica do laboratório comparativamente as concentrações de 20 e 30% de polpa. De acordo com o MAPA esse conteúdo de polpa classifica a bebida como néctar de mangaba e não como suco tropical. A legislação informa que o néctar cuja quantidade mínima de polpa de uma determinada fruta não tenha sido fixada em regulamento técnico específico deve conter no mínimo 30% (m/m) da respectiva polpa, ressalvado o caso de fruta com acidez ou conteúdo de polpa muito elevado (como a mangaba) ou sabor muito forte e, neste caso, o conteúdo de polpa não deve ser inferior a 20% (m/m) (BRASIL, 2003).

A polpa de mangaba caracterizada atende aos padrões de identidade e qualidade estabelecidos pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) que

estabelece conteúdo de sólidos solúveis mínimo de 8 °Brix; acidez, expressa em ácido cítrico, mínima de 0,7 g/100g e sólidos totais mínimo de 8,5% (BRASIL, 2000). A caracterização físico-química da polpa utilizada para o tratamento enzimático e do néctar formulado estão na Tabela 1.

TABELA 1. Caracterização físico química da polpa e néctar de mangaba.

Parâmetro	Polpa	Néctar
pH	3,53 ± 0,00	3,56 ± 0,01
Acidez (%)	0,94 ± 0,01	0,31 ± 0,01
Sólidos Solúveis (° Brix)	12,1± 0,07	12,87 ± 0,06
Sólidos Totais (%)	18,48 ± 1,57	14,04 ± 0,04

1 - Média ± desvio padrão.

TRATAMENTO ENZIMÁTICO

Os tratamentos enzimáticos, avaliados com o rendimento de suco clarificado, estão apresentados na Tabela 2. Observa-se que o uso das enzimas Pectinex[®] Ultra AFP e Celluclast[®] 1.5 L diminuiu o teor de polpa e conseqüentemente aumentou de forma relevante o rendimento de suco.

TABELA 2. Resultados do rendimento de suco após tratamento enzimático da polpa de mangaba.

Enzima	Concentração (mg. L⁻¹)	Rendimento de suco (%)
Controle	0	3,42 ± 0,62
Pectinex [®] Ultra AFP	50	26,92 ± 1,04
Celluclast [®] 1.5L	50	15,47 ± 1,36
Pectinex [®] Ultra AFP	100	32,12 ± 0,37
Celluclast [®] 1.5L	100	21,28 ± 0,71

1 - Média ± desvio padrão.

A enzima Pectinex[®] Ultra AFP foi mais eficiente na liberação de suco clarificado de mangaba visto que aumentou em torno de 7,8 vezes o rendimento de suco quando empregada na concentração de 50 mg.L⁻¹ e 9,4 vezes na concentração de 100 mg.L⁻¹. A enzima Celluclast[®] 1.5L também aumentou o rendimento de suco em 6,2 vezes, na maior concentração testada.

Para ambas as enzimas testadas, dobrando a concentração enzimática o rendimento em suco não aumentou na mesma proporção.

O tratamento enzimático conduz a uma extensa degradação da lamela média e da pectina das paredes celulares por ação de poligalacturonase, pectina metil esterase e pectina liase. O efeito sinérgico da combinação de pectinases e celulases é um processo importante no tratamento enzimático da polpa para a liquefação dos vegetais (UENOJO e PASTORE, 2007).

Correia (2010) estudou a maceração enzimática da polpa de noni utilizando a enzima comercial Viscozyme L na concentração de 200 ppm e obteve uma redução de 20% no teor de polpa. No presente estudo, a enzima Pectinex[®] Ultra AFP na sua melhor eficiência (100 mg.L⁻¹) reduziu o teor de polpa de 96,58% (controle) para 67,88%.

Nesse trabalho com a polpa de mangaba nota-se que mesmo com a utilização de enzimas, o rendimento de suco clarificado ainda é baixo. Uma proposta para aumento desse rendimento seria a adição de água à polpa e posterior adição dos complexos enzimáticos.

O estudo com tratamento enzimático não teve prosseguimento porque o suco e a polpa obtida após a adição das enzimas apresentaram sabor amargo limitando sensorialmente a utilização dos mesmos para elaboração do produto desejado.

ESTABILIDADE FÍSICA DO NÉCTAR DE MANGABA

O hidrocolóide foi adicionado ao néctar de mangaba com o objetivo de melhorar sua estabilidade física. Os fatores responsáveis pela separação das fases em sucos e néctares são diversos, dentre os quais pode-se citar a ação enzimática, associações ou formação de complexos químicos, decantação de partículas, ação microbiana, alterações na temperatura ou no pH, camada de Stern e potencial zeta (SOUZA, 2009).

Observou nesse estudo que o tempo de tratamento térmico influenciou na sedimentação das formulações de néctares avaliadas (Tabelas 3, 4 e 5). O aumento de sedimento ocorreu proporcionalmente ao tempo de exposição ao calor. A única concentração que manteve fixo o volume de sedimento até o tratamento térmico por 25 minutos foi a de 0,01%.

TABELA 3. Porcentagem de sedimentos nos néctares após tratamento térmico (95°C) e resfriamento.

Amostra de néctar	Tempo de Tratamento Térmico (minutos)						
	0	1	2,5	5	10	25	60
Controle (%)	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	14,0 ± 0,3	6,0 ± 0,4	11,0 ± 0,8	15,0 ± 0,1	32,0 ± 0,1
Hidrocolóide 0,01% (%)	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	3,0 ± 0,2	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	29,0 ± 0,2
Hidrocolóide 0,05% (%)	0,0 ± 0,0	10,0 ± 0,7	14,0 ± 0,1	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	25,0 ± 1,8	32,0 ± 1,7

1- Média ± desvio padrão.

TABELA 4. Porcentagem de sedimentos nos néctares após tratamento térmico (95°C), resfriamento e repouso de 24 horas.

Amostra de néctar	Tempo de Tratamento Térmico (minutos)						
	0	1	2,5	5	10	25	60
Controle (%)	0,0 ± 0,0	3,0 ± 0,2	11,0 ± 0,4	5,0 ± 0,4	10,0 ± 0,7	11,0 ± 0,8	50,0 ± 0,1
Hidrocolóide 0,01% (%)	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	23,0 ± 0,2
Hidrocolóide 0,05% (%)	0,0 ± 0,0	10,0 ± 0,7	11,0 ± 0,1	9,0 ± 0,6	15,0 ± 0,4	25,0 ± 1,8	29,0 ± 1,6

1- Média ± desvio padrão.

TABELA 5. Porcentagem de sedimentos nos néctares após tratamento térmico (95°C), resfriamento e repouso de 48 horas.

Amostra de néctar	Tempo de Tratamento Térmico (minutos)						
	0	1	2,5	5	10	25	60
Controle (%)	0,0 ± 0,0	3,0 ± 0,2	9,0 ± 0,6	6,0 ± 0,4	13,0 ± 0,9	12,0 ± 0,8	29,0 ± 0,1
Hidrocolóide 0,01% (%)	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	0,0 ± 0,0	28,0 ± 0,3
Hidrocolóide 0,05% (%)	0,0 ± 0,0	13,0 ± 0,9	18,0 ± 0,1	0,0 ± 0,0	21,0 ± 0,5	25,0 ± 1,8	33,0 ± 1,6

1- Média ± desvio padrão.

A amostra com 0,05% de hidrocolóide formou gel (descaracterizando o produto, néctar) logo após o tempo de tratamento térmico de cinco minutos, favorecendo separação de fases e apresentando, conseqüentemente, maiores volumes de sedimento logo após o resfriamento.

As avaliações das amostras em repouso após um intervalo de 24 e 48 horas revelam variações no volume de sedimento para todas as amostras, com exceção daquela contendo 0,01% de gelana com tratamento térmico de até 25 minutos. Essas variações podem ser devido à hidratação e desidratação dos géis com o tempo, forças eletrostáticas de atração e repulsão de colóides, desnaturação proteica, efeito da gravidade e variação no tamanho das partículas.

A amostra de néctar que manteve fluida (amostra com hidrocolóide 0,05% gelatinizou) e apresentou maior volume de sedimento foi a sem aplicação de hidrocolóide, mostrando o efeito da goma gelana na manutenção da estabilidade por até 25 minutos de tratamento térmico a 95 °C.

A turbidez que os sucos e néctares apresentam é uma propriedade importante para sua aceitação por parte do consumidor. De acordo com Corrêa Neto e Faria (1999) a turbidez em sucos cítricos é uma mistura de partículas em suspensão contendo lipídios, proteínas, pectina, celulose e hemicelulose, que resultaram da ruptura das células durante a extração. A pectina é normalmente referida como o componente que naturalmente

estabiliza a turbidez dos sucos cítricos, pois, agindo como um emulsificante ajuda a manter a suspensão, proporcionando a turbidez.

Vendrusculo e Quadri (2008) realizaram diferentes ensaios com o suco extraído da carambola e observaram que o tratamento enzimático diminui a sedimentação em cerca de 62% em relação ao suco *in natura*. Já a pasteurização aumentou a altura de sedimentos em cerca de 50% em relação ao suco tratado enzimaticamente. Isto pode ser explicado pelo fato do calor úmido mais intenso reduzir a cristalinidade, favorecendo a penetração de água entre as cadeias da celulose e inchando as fibras presentes nas partículas ainda insolúveis.

O aumento do volume de sedimento no néctar de mangaba sem adição de hidrocolóide (controle) foi favorecido com o aumento do tempo de exposição ao tratamento térmico, assim como no trabalho de Vendrusculo e Quadri (2008) para o suco de carambola.

Um fato interessante a ser notado no néctar de mangaba é que a amostra de néctar sem adição de hidrocolóides e sem tratamento térmico manteve-se estável, sem separação de fases, em todo período de condução do experimento (Tabelas 3, 4 e 5, tempo de tratamento 0 min., amostra controle). Souza (2009) afirma que a composição química da matéria-prima também exerce influência na estabilidade destes sucos e néctares. Polissacarídeos como amido e pectina presentes na matéria prima, atuam como estabilizantes naturais, devido às suas propriedades de adsorção e ionização, mantendo o sistema turvo.

A goma gelana tem propriedades funcionais manifestadas em concentrações muito baixas: ao nível de 0,05% forma soluções aquosas de baixa viscosidade a elevada temperatura, que sob-resfriamento origina géis fortes com excelente claridade (BOBBIO, 2001). Isso explica a geleificação do néctar quando adicionado de 0,05% de goma gelana. Além disso, sendo a mangaba um fruto polposo, um aumento excessivo da viscosidade não seria agradável para o consumidor, por isso, sua concentração deve ser avaliada criteriosamente. No entanto, a gelana possui a propriedade de formar géis reversíveis em baixas concentrações, mantendo material em suspensão quando em repouso, o que explica o sucesso da formulação com 0,01% do hidrocolóide na estabilização do néctar de mangaba.

CONCLUSÕES

O emprego das enzimas Pectinex[®] Ultra AFP e Celluclast[®] 1.5 L, respectivamente, aumentaram de forma relevante o rendimento de suco clarificado atendendo a proposta do estudo, porém, a utilização da polpa e do suco resultante do tratamento enzimático não foi possível devido ao sabor extremamente amargo.

O aumento do tempo de tratamento térmico (95 °C) implicou no aumento do volume de sedimento no néctar de mangaba sem adição de hidrocolóide (controle). O néctar com 0,05% de hidrocolóide gelatinizou após 5 minutos de tratamento térmico a 95 °C, descaracterizando a textura fluida comum às bebidas. Obteve-se uma excelente estabilização do néctar de mangaba com adição de 0,01% de goma gelana, tipo Kelcogel[®] HF-B (CPKelco[©]) até 25 minutos de tratamento térmico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSESSORIA IBRAVIN. Comercialização de vinhos e espumantes apresenta estagnação no semestre. Disponível em: <http://www.artwine.com.br/noticias/315/comercializacao-de-vinhos-e-espumantes-apresenta-estagnacao-no-semester>. Acesso em: 22 set. 2013.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). 1997. Official methods of analysis. 16th ed. Washington, DC, USA.

BESSA, L. A.; SILVA, F. G.; MOREIRA, M. A.; TEODORO, J. P. R.; SOARES, F. A. L. 2013. Characterization of Nutrient Deficiency in Hancornia speciosa Gomes Seedlings by Omitting Micronutrients from the Nutrient Solution. Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal, 35, 616 - 624.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. 2001. Química do processamento de alimentos. 3 ed. Sao Paulo: Livraria Varela. 143.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). 2000. Instrução normativa nº 1, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). 2003. Instrução Normativa nº 12, de 04 de Setembro de 2003. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade de Néctares.

CORRÊA NETO, R. S.; FARIA, J. A. F. 1999. Fatores que influem na qualidade do suco de laranja. *Ciênc. e Tecnol. de Aliment.*, n.1, 19.

CORREIA, A. A. S. Maceração enzimática da polpa de noni (*Morinda citrifolia* L.). 2010. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

FARIÑA, L. S. C.; RODRIGUES, I. M. M. A.; HENRIQUES, M. H. F.; SARAIVA, R. J. L. 2007. Optimização do rendimento do sumo de cenoura durante o processo produtivo. *R. B. T. A.*, 1, 64-81.

FASOLIN, L. H. Extração e estudo do polissacarídeo solúvel de soja e sua avaliação na estabilidade e reologia de suco de graviola adicionado de isolado protéico de soja. 2009. Dissertação (Mestre em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

GENOVESE, D.B.; LOZANO, J.E. 2001. The effect of hydrocolloids on the stability and viscosity of cloudy apple juices. *Food Hydrocolloids*, 15, 1-7.

LIMA, A. S.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; SILVA, F. V. G.; FIGUEIREDO, E. A. T. 2008. Desenvolvimento de bebida mista à base de água de coco e suco de acerola. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 28 (3), 683 – 690.

PEREIRA, A. V.; PEREIRA, E. B. C.; SILVA JÚNIOR, J. F.; SILVA, D. B. Mangaba. In: VIEIRA, R. F. et al. 2006. Frutas Nativas da região Centro-Oeste do Brasil. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. 188 – 213.

SAMPAIO, T. S.; NOGUEIRA, P. C. L. 2006. Volatile components of mangaba fruit (*Hancornia speciosa* Gomes) at three stages of maturity. Food Chem., 95, 606–610.

SANTOS, G. G.; SILVA, M. R.. 2012. Mangaba (*Hancornia speciosa* Gomez) ice cream prepared with fat replacers and sugar substitutes, Cienc. Tecnol. de Aliment., 32, 621 – 628.

SOUZA, J. L. L. Hidrocolóides nas características físico-químicas e sensoriais do néctar de pêssego [*Prunus pérsica* (L) Batsch]. 2009. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SUN, Y.; WANG, Z.; WU, J.; CHEN, F.; LIAO, X.; HU, X. 2006. Optimising enzymatic maceration in pre-treatment of carrot juice concentrate by response surface methodology. Int. J. Food. Sci. Technol., 41, 1082 – 1089.

UENOJO, M.; PASTORE, G. M. 2007. Pectinases: aplicações industriais e perspectivas. Quim. Nova, 30, 388-394.

VENDRÚSCULO, A. T.; QUADRI, M. G. N. 2008. Efeito dos tratamentos enzimáticos, térmico e mecânico na estabilidade do suco de carambola (*Averrhoa carambola* L.). Braz. J. Food Technol., 11, 28-34.

CAPÍTULO 6

**AVALIAÇÃO SENSORIAL, FÍSICO-QUÍMICA E REOLÓGICA DE BEBIDAS A
BASE DE MANGABA.**

Título curto: CARACTERIZAÇÃO DE BEBIDAS A BASE DE MANGABA

Formatado segundo as normas do **Journal of Food Processing and
Preservation**

RESUMO

A mangaba é um fruto do Cerrado brasileiro com elevado potencial de uso na indústria de alimentos. Esse estudo objetivou desenvolver uma metodologia, com uso de agente gelificante, de incorporação da polpa de mangaba em bebidas, além de caracterizar e avaliar sensorialmente formulações de néctar de mangaba em dois potenciais mercados consumidores. Quatro formulações, variando conteúdo de açúcar e uso de hidrocolóide, foram elaboradas e submetidas a teste de aceitação. A polpa de mangaba também foi gelificada na forma de esferas e incorporada em uma bebida fantasia elaborada com água, açúcar, goma gelena (Kelcogel F[®]), citrato de sódio, lactato de cálcio e benzoato de sódio, a qual também foi submetida a teste de aceitação. A presença do hidrocolóide não aumentou expressivamente a viscosidade dos néctares. As formulações de néctares não diferiram significativamente ($p>0,05$) para os atributos avaliados em ambos os mercados consumidores testados. A bebida com esferas de polpa de mangaba teve bom índice de aceitação assim como intenção de compra positiva.

Palavras-chave: mangaba, néctar, hidrocolóide, avaliação sensorial.

APLICAÇÕES PRÁTICAS DA PESQUISA

O mercado de sucos prontos para beber é promissor devido à busca por uma alimentação saudável, o combate à obesidade e a manutenção da boa forma física. A substituição das bebidas carbonatadas por sucos e néctares de frutas tem crescido nos últimos anos. Em países como o Brasil, a indústria de sucos prontos ainda é recente e a oferta de sabores ainda é limitada quando comparada a diversidade de frutas que o país dispõe. O estudo envolvendo o processamento de frutos nativos, como a mangaba, na forma de néctares amplia a oferta de sabores aos consumidores, difunde o consumo do fruto, favorece o crescimento da indústria regional além de proporcionar a preservação das áreas nativas de cultivo da mangaba.

INTRODUÇÃO

A cada ano surgem novas marcas, sabores, composições e embalagens de sucos prontos nas prateleiras de supermercados para consumidores em todo o Brasil. As frutas nativas estão cada vez mais inseridas nesse mercado atendendo a possibilidade de consumir algo com aparência e sabor diferenciado.

O bioma Cerrado representa uma região muito rica em biodiversidade, detendo uma das mais vastas coleções de espécies vegetais do mundo e destacando-se inclusive pelos seus frutos nativos que oferecem um elevado valor nutritivo, embora a maioria dos brasileiros pouco os conheça (MORZELLE et al, 2009).

Entre os frutos nativos com elevado potencial de uso na indústria de alimentos, destaca-se a mangaba. Os frutos apresentam formato elipsoidal ou esférico, casca extremamente fina, o que confere alta perecibilidade, polpa branca e adocicada. A utilização da mangaba na elaboração de doces, sucos, néctares, geleias e sorvetes por agroindústrias seria uma alternativa para agregar valor ao fruto, disponibilizar o consumo do fruto no período entre safra, além de criar empregos permanentes e interiorizar o desenvolvimento.

De acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) o suco tropical de mangaba adoçado deve conter no mínimo 30% de polpa (BRASIL, 2003). Ainda não há legislação específica para o néctar de mangaba e generalizando, o Ministério da Agricultura determina que um néctar tropical deve conter no mínimo 30% de polpa, ressalvo para frutos com conteúdo de polpa muito elevado (mangaba) ou sabor muito forte, o conteúdo de polpa não pode ser inferior a 20%.

Uma grande diversidade de produtos na indústria de alimentos utilizam os agentes gelificantes, como os texturizados de vegetais e carnes. O processo de formação do gel em alimentos é complexo, visto que são compostos por uma diversidade de ácidos, proteínas, carboidratos, sais, lipídios entre outros, os quais podem interagir com o gel modificando suas propriedades.

Atendendo o apelo dos consumidores pela busca de diferentes bebidas, com novos sabores, esse trabalho teve como objetivos desenvolver uma metodologia, não convencional, com uso de agente gelificante, de incorporação da polpa de mangaba em

bebidas, além de caracterizar e avaliar sensorialmente formulações de néctar de mangaba e da bebida produzida com polpa de mangaba na forma de esferas.

MATERIAL E MÉTODOS

OBTENÇÃO DA POLPA

Os frutos correspondentes à safra de 2010 foram adquiridos no estado de Goiás junto à Castanheira Produtos Alimentícios Ltda. Esses foram colhidos maduros e congelados em freezer a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, acondicionados em sacos plásticos contendo em média 35 frutos por embalagem. As embalagens foram colocadas em caixa de isopor com gelo para o transporte aéreo (duração 2 horas) até Campinas – SP, Brasil.

O processo de despulpamento iniciou-se com o descongelamento e sanitização dos frutos maduros em solução de hipoclorito de sódio (50 mg.L^{-1}) por 15 minutos com posterior enxágue em água potável. As polpas foram obtidas em extrator de escovas da marca Sterling[®] utilizando peneira de 0,5 mm de diâmetro de abertura de malha. A pasteurização foi realizada a $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 3 minutos, seguida de resfriamento e desaeração sob vácuo $0,5\text{ kgf/cm}^2$ durante 1 minuto em multiprocessador *Stephan*, marca Geiger[®]. O acondicionamento foi feito em sacos de polietileno selados à vácuo em seladora SELOVAC[®] 200S contendo cerca de 500 g de polpa para congelamento.

FORMULAÇÃO E PROCESSAMENTO DOS NÉCTARES

Atendendo aos padrões estabelecidos pela legislação do MAPA a qual estabelece que o néctar de fruto polposo, como a mangaba, deve conter no mínimo 20% de polpa (BRASIL, 2003), foi definido pela equipe técnica que o néctar seria elaborado com 25% de polpa de mangaba. Quatro formulações foram testadas, variando o conteúdo de açúcar e o uso de hidrocolóide. As amostras foram avaliadas em Campinas – SP e em Urutaí – GO, simulando populações que não consomem e consomem o fruto, respectivamente. As quatro amostras avaliadas foram:

- Néctar 1 - sem uso de hidrocolóide e 12 °Brix,
- Néctar 2 - sem uso de hidrocolóide e 14 °Brix,
- Néctar 3 - com uso de 0,01% de hidrocolóide e 12 °Brix,
- Néctar 4 - com uso de 0,01% de hidrocolóide e 14 °Brix.

Em relação à concentração de hidrocolóide, goma gelana (tipo Kelcogel[®] HF-B, CPKelco[®]), a quantidade empregada (0,01%) foi suficiente para manutenção do material em suspensão, mesmo após o processamento térmico (determinada de acordo com os resultados dos testes de volume de sedimento descritos no Capítulo 5).

Os néctares foram preparados com a dissolução do açúcar em água sob agitação, em equipamento *Stephan* marca Geiger[®], e posterior adição da polpa. As bebidas foram aquecidas até 85 °C, aquecimento determinado baseado em resultados disponíveis no Capítulo 3, e em seguida foi realizado desaeração sob vácuo de 0,5kgf/cm² por 1 minuto em equipamento *Stephan*. O envase foi realizado a quente. Os néctares foram acondicionados em garrafas de vidro de 500 mL, previamente sanitizadas com solução de hipoclorito de sódio (50 mg.L⁻¹). As garrafas foram invertidas, durante 5 minutos, para assegurar que o produto quente entrasse em contato com a parte superior da embalagem bem como a tampa e resfriadas logo em seguida pela imersão em água.

No processamento dos néctares com goma gelana, um mix do hidrocolóide e açúcar (triplo da quantidade de goma) foi preparado e adicionado, sob agitação, em metade da água da formulação, aquecida a 75 °C. O restante da água, a polpa e o açúcar foram aquecidos sob agitação, em multiprocessador *Stephan*, até atingir a temperatura de 75 °C para então ser realizada a adição da mistura com a solução de goma. O aquecimento e a agitação são necessários para evitar que o hidrocolóide forme grumos. O restante do processamento foi similar às outras formulações, conforme já descrito.

CARACTERIZAÇÃO DA POLPA E NÉCTARES

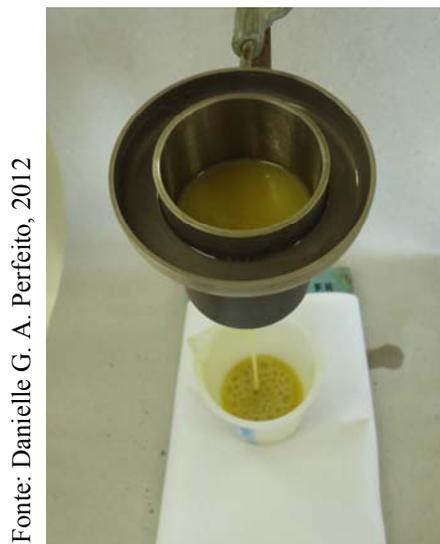
A polpa utilizada para preparo das bebidas e as quatro formulações de néctares foram caracterizadas em triplicata quanto a: acidez total titulável, segundo método n°

942.15 da AOAC (1997) e expressa em porcentagem de ácido cítrico; pH, medido em potenciômetro Digimed[®] DM-20 calibrado com soluções-tampão nos pHs 4 e 7 a 20°C, segundo método n° 981.12 da AOAC (1997); sólidos solúveis (° Brix), baseado na leitura direta dos graus Brix da amostra a 20°C em refratômetro digital da marca LEICA[®] AR200; *ratio* quociente entre teor de sólidos solúveis e acidez total titulável; teor de ácido ascórbico, método n° 43.065 da AOAC (1984), modificado por Benassi (1990) que se baseia na redução de 2,6-diclorofenolindofenol-sódico (DCFI) pelo ácido ascórbico.

A composição centesimal da bebida foi avaliada após os resultados sensoriais. Uma amostra foi caracterizada, em triplicata, em relação ao teor de sólidos totais, determinado por secagem em estufa Tecnal[®] TE 394/1 a 85°C, segundo método n° 920.151 da AOAC (1997); açúcares redutores e totais, por titulação de oxi-redução (Lane e Eynon) segundo método n° 31.034-6 da AOAC (1984) com auxílio de equipamento Redutec TE086 da marca TECNAL; proteína segundo o método n° 920.152 da AOAC (1997) (Kjeldahl); lipídios de acordo com método de Bligh e Dyer (1959); cinzas pelo método gravimétrico n° 940.26 da AOAC (1997); fibras pelo método enzimático-gravimétrico n° 991.43 da AOAC (1997); determinação instrumental da Cor através de um espectrofotômetro Colorquest Hunterlab[®] usando um sistema de leitura CIELAB, para refletância especular incluída, as amostras foram colocadas em cubeta de quartzo opticamente limpa com 10 mm de caminho óptico.

Amostras de néctares da formulação sem hidrocolóide (Formulação 1) e com hidrocolóide (Formulação 3) foram avaliadas com relação à viscosidade em viscosímetro de orifício, também conhecido como copo Ford, (Figura 1) nas temperaturas de 5, 25, 60 e 85 °C. A viscosidade foi determinada tomando como padrão a viscosidade da água nas temperaturas citadas. A viscosidade do néctar foi definida como aquela proporcional ao tempo de escoamento da água (ABNT, 2003).

FIGURA 1. Viscosímetro de Orifício



ANÁLISE SENSORIAL DOS NÉCTARES

Para aplicação dos testes sensoriais o projeto foi submetido à avaliação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Unicamp que emitiu parecer favorável (CAAE 0819.0.146.000-11). Os consumidores antes de receberem as amostras assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) com informações da pesquisa e a concordância em participar da análise sensorial (Anexo III).

Foi aplicado o teste de aceitação com escala hedônica estruturada de nove pontos, abrangendo de “desgostei muitíssimo” (1) a “gostei muitíssimo” (9), (Anexo I). Os 100 consumidores degustaram de forma monádica quatro formulações de néctares: formulação 1 - sem uso de hidrocolóide e 12 °Brix, Formulação 2 - sem uso de hidrocolóide e 14 °Brix, Formulação 3 - com uso de 0,01% de hidrocolóide e 12 °Brix, Formulação 4 - com uso de 0,01% de hidrocolóide e 14 °Brix.

Foram avaliados os atributos: aparência, aroma, sabor, textura e impressão global. A intenção de compra do produto foi testada, na mesma ficha, em uma escala de cinco pontos, de certamente não compraria (1) a certamente compraria (5). De acordo com as formulações, o conteúdo de açúcar era variado e o teste do ideal foi empregado para o atributo gosto doce, utilizando uma escala de nove pontos variando de “extremamente menos doce que o ideal” a “extremamente mais doce que o ideal”.

As amostras de néctar foram servidas na temperatura de refrigeração (8 °C), em copos descartáveis, codificados com números aleatórios de três dígitos, contendo 40 mL de amostra, de forma casualizada em blocos completos balanceados, em cabines individuais com iluminação utilizando luz branca. Juntamente com a amostra os consumidores receberam a ficha de análise (Anexo I) e um copo com água para lavar a boca entre as amostras.

Para comparação das médias de aceitação em diferentes potenciais mercados consumidores o teste foi aplicado a 100 consumidores no laboratório de análise sensorial da Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Tecnologia de Alimentos, e também no laboratório de análise sensorial do Instituto Federal Goiano *campus* Urutaí, região em que a mangaba é um fruto nativo.

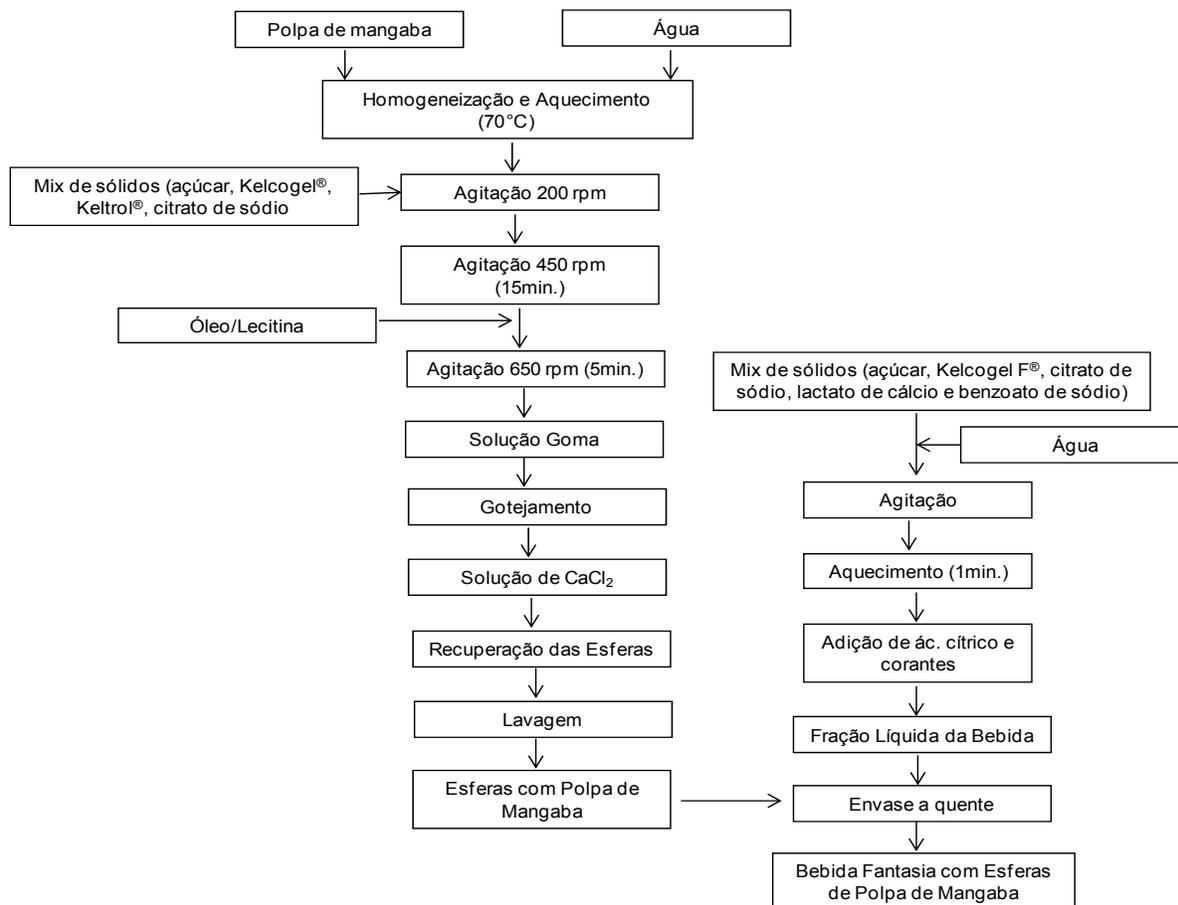
Os resultados obtidos no teste de aceitação foram analisados por ANOVA/teste tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software SAS. Para o teste do ideal e teste de intenção de compra foi realizada análise de frequência das respostas pelos consumidores.

ELABORAÇÃO DE BEBIDA FANTASIA COM ESFERAS DE POLPA DE MANGABA

Uma solução viscosa denominada solução goma, com polpa de mangaba, foi preparada (Figura 2) tomando-se como base uma metodologia sugerida pela empresa fornecedora dos agentes gelificantes, CPKelco[®], porém, diversas formulações e metodologias foram testadas nesse trabalho.

Inicialmente foi preparado um mix com o açúcar, goma gelana (Kelcogel[®] F - CPKelco[®]), goma xantana (Keltrol[®] - CPKelco[®]) e citrato de sódio. Em paralelo, a água e a polpa de mangaba foram misturadas e aquecidas a 70 °C. Sob agitação a 200 rpm em agitador mecânico digital Tecnal[®] TE 039/1, o mix de sólidos foi adicionado vagarosamente na mistura de água e polpa. A velocidade de agitação foi aumentada para 450 rpm a fim de evitar a formação de grumos e facilitar a dissolução de todos componentes. Após 15 minutos de agitação, uma pequena quantidade de óleo de soja foi dissolvida na lecitina e adicionada à mesma mistura, quando a velocidade do agitador foi aumentada para 650 rpm por mais 5 minutos.

FIGURA 2. Fluxograma de elaboração bebida fantasia com esferas de polpa de mangaba



Para obter as esferas a solução goma foi gotejada através de uma seringa em uma solução com cloreto de cálcio para endurecimento do gel devido à liberação de íons cálcio e formação de uma rede tridimensional com a goma gelana (Kelcogel F[®]). Esta solução de cálcio foi preparada pela dissolução do cloreto de cálcio e ácido cítrico em água com auxílio de um agitador magnético. Diversas concentrações de polpa de mangaba, goma gelana e cloreto de cálcio foram testadas para obtenção das esferas. A combinação das concentrações de polpa de mangaba, goma gelana e cloreto de cálcio em que foi possível a obtenção das esferas está apresentada no item resultados e discussão.

As esferas foram recuperadas com espátulas, lavadas em água corrente e armazenadas em uma solução de água e açúcar a 11,5% até o uso. A adição das esferas ocorreu numa formulação translúcida, já que um líquido turvo não permite a visualização das partículas em suspensão.

Para o preparo da fração líquida da solução fantasia, um mix com açúcar, goma gelana (Kelcogel F[®]), citrato de sódio, lactato de cálcio e benzoato de sódio foi adicionado em água, sob agitação. Essa solução foi aquecida até fervura e mantida por 1 minuto. O ácido cítrico foi pré-dissolvido em 2% de água e adicionado à solução. Como o suco de mangaba é verde, tentando associar a bebida com a fruta, foi adicionado corante azul brilhante (Arty Indústria de Alimentos Ltda) e corante amarelo crepúsculo (Duas Rodas Industrial).

O produto foi envasado em garrafas de 500 mL, as quais receberam aproximadamente 250 esferas com polpa de mangaba. Em seguida garrafas de 500 mL receberam a solução fantasia ainda quente (> 85°C). O produto foi estabilizado pela presença de conservante benzoato de sódio.

Caracterização da solução de goma e fração líquida

A solução de goma e a fração líquida da bebida fantasia foram caracterizadas em triplicata quanto: acidez total titulável, segundo método nº 942.15 da AOAC (1997) e expressa em porcentagem de ácido cítrico; pH, medido em potenciômetro, DIGIMED DM20, calibrado com soluções-tampão nos pHs 4 e 7 a 20°C, segundo método nº 981.12 da AOAC (1997); sólidos solúveis (° Brix), baseado na leitura direta dos graus Brix da amostra a 20°C em refratômetro digital da marca LEICA, mod. AR200; *ratio* quociente entre teor de sólidos solúveis e acidez total titulável.

Análise sensorial da bebida fantasia com esferas de polpa de mangaba

A avaliação sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos – FEA – Unicamp, em cabines individuais com iluminação utilizando luz branca por 100 consumidores de suco e néctar.

O objetivo principal dessa análise sensorial foi avaliar a opinião do consumidor ao deparar com uma bebida com esferas “flutuantes”. Assim, seis garrafas de 300 mL foram preparadas para avaliação visual pelos consumidores. A aparência do produto foi julgada pela visualização da bebida na embalagem por meio de escala hedônica estruturada de nove

pontos, ancorada nos pontos “desgostei muitíssimo” (1) a “gostei muitíssimo” (9), (Anexo II). A intenção de compra foi questionada baseada na aparência da bebida nas garrafas, em uma escala de cinco pontos, de certamente não compraria (1) a certamente compraria (5).

Posteriormente a essas avaliações os consumidores receberam a amostra a ser degustada, servida na temperatura de refrigeração (8 °C), em copos descartáveis, codificados com números aleatórios de três dígitos, contendo 40 mL de amostra. Os consumidores avaliaram o sabor e a textura do produto na boca. Essa resposta também foi obtida por utilização de escala hedônica estruturada de nove pontos (Anexo II).

Para avaliação dos resultados foi calculado média aritmética dos atributos avaliados na amostra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CARACTERIZAÇÃO DA POLPA E NÉCTARES

A acidez e os sólidos solúveis das quatro formulações de néctares testadas atendem aos padrões de identidade e qualidade estabelecidos pelo MAPA para o suco tropical de mangaba adoçado, o qual estabelece acidez mínima de 0,20% e sólidos solúveis mínimo de 11 °Brix (Tabela 1).

TABELA 1. Caracterização da polpa e néctares de mangaba.

Produto	Acidez Total Titulável (% ác. cítrico)	pH	Sólidos Solúveis (°Brix)	Ratio	Ácido ascórbico (mg/100g)
Polpa	0,83 ± 0,013	3,64 ± 0,047	11,63 ± 0,208	13,95 ± 0,276	8,74 ± 0,947
Néctar 1	0,31 ± 0,014	3,56 ± 0,007	12,05 ± 0,071	38,75 ± 1,738	3,85 ± 0,071
Néctar 2	0,31 ± 0,014	3,55 ± 0,001	14,00 ± 0,000	45,21 ± 2,065	3,44 ± 0,191
Néctar 3	0,33 ± 0,007	3,54 ± 0,000	12,00 ± 0,000	36,93 ± 0,806	2,99 ± 0,014
Néctar 4	0,32 ± 0,000	3,54 ± 0,000	14,02 ± 0,007	43,75 ± 0,000	3,35 ± 0,148

1- Média ± desvio padrão

O pH dos néctares foi fixado para 3,5 com adição de ácido cítrico, conforme foi descrito no item formulação e processamento dos néctares. O *ratio* encontrado foi superior ao dos néctares (30% de polpa) 12 e 14 °Brix elaborados por Souza Filho et al. (2000), os quais foram 28,3 e 30,7 respectivamente. Isso é explicado pelo fato da acidez dos néctares elaborados com as mangabas do Cerrado ser inferior à acidez dos néctares elaborados por Souza Filho et al. (2000) com as mangabas da Caatinga, região Nordeste do Brasil, acidez 0,42 e 0,50%.

A polpa apresentou o maior conteúdo de ácido ascórbico, o que era de se esperar, visto que os néctares passaram por tratamento térmico e sabe-se que o ácido ascórbico é termolábil. Hansen (2011) processou um suco tropical de mangaba, pasteurizado a 90 °C por 1 minuto, com 40% de polpa e 10% de açúcar e também observou uma redução acentuada no conteúdo de ácido ascórbico de 95,63 mg/100g na polpa para 45 mg/100g no suco.

Os frutos da mangabeira oriundos do Cerrado Goiano tendem a apresentar menor conteúdo de ácido ascórbico quando comparados aos frutos oriundos da Caatinga da região Nordeste do Brasil. As grandes variações nos conteúdos de vitamina C dos frutos, polpa e néctares, nos diferentes trabalhos de pesquisa, principalmente de regiões distintas, estão relacionadas às diferentes condições edafoclimáticas e genéticas às quais as mangabeiras estão submetidas.

O néctar 1 - 12 °Brix sem hidrocolóide – foi mais detalhadamente caracterizado visto que é uma formulação sem uso de hidrocolóide (água, açúcar e polpa) e com menor conteúdo de açúcar (Tabela 2).

A legislação brasileira não estabelece padrões de identidade e qualidade para o néctar de mangaba. No entanto, os padrões estabelecidos para o suco tropical de mangaba adoçado com relação à acidez, açúcares totais e teor de sólidos solúveis são atendidos pelo néctar formulado. O conteúdo de açúcares totais encontrado (11,60%) foi superior ao mínimo estabelecido pelo MAPA que é de 8% (Tabela 2).

Não foi encontrado na literatura conteúdo de fibras para néctar de mangaba. O conteúdo de fibra total apresentado no néctar elaborado ($0,69 \pm 0,001$ g/100g) é mais próximo ao encontrado por Hiane (1992) para polpa de mangaba de frutos da região do Mato Grosso do Sul, os quais apresentaram conteúdo médio de fibras de $0,91 \pm 0,11$ g/100g.

O conteúdo de fibras apresentado no néctar de mangaba também foi inferior ao determinado por Damiani et al. (2011) para um néctar misto de cajá-manga e hortelã que apresentou $0,97 \pm 0,10$, o que era de se esperar, visto que o cajá-manga é um fruto bastante fibroso.

TABELA 2. Resultados caracterização físico-química do néctar de mangaba (Néctar 1).

Parâmetro	Média ± Desvio Padrão
Sólidos Totais (%)	13,46 ± 0,040
Açúcares Totais (g glicose/100g)	11,60 ± 0,002
Açúcares Redutores (g glicose/100g)	3,23 ± 0,035
Proteína (g/100g)	0,58 ± 0,021
Lípidios (g/100g)	0,36 ± 0,092
Cinzas (g/100g)	0,11 ± 0,003
Fibra Total (g/100g)	0,69 ± 0,001
Cor	
L*	53,68 ± 0,182
a*	1,65 ± 0,033
b*	25,59 ± 0,279

Os parâmetros de cor, realizados utilizando a escala Hunter L* a* b*, apresentaram para luminosidade (L*) 53,68, para a* 1,65 (tonalidades tendendo ao vermelho) e para b* 25,59 (tonalidades tendendo ao amarelo). Analisando os parâmetros, verificou-se que a cor tendeu para a tonalidade amarelada.

Como era de se esperar a viscosidade aparente do néctar 3 é ligeiramente maior do que a do néctar 1 nas temperaturas de 5 e 25 °C, isso porque o néctar 3 contém em sua formulação 0,01% de hidrocolóide (Tabela 3). Com o aumento da temperatura a viscosidade dos néctares diminuíram e se igualaram. Botaro (2010) estudou o extrato aquoso de tremoço branco (*Lupinus albus L.*) e avaliou o tempo de escoamento do mesmo também por meio de viscosímetro de orifício encontrando 27,96 s para temperatura de 25 °C, indicando que o extrato de tremoço é mais viscoso que os néctares de mangaba, já que nesta temperatura o tempo de escoamento foi de 17,5 e 18 s, respectivamente para os néctares 1 e 3.

TABELA 3. Resultados das viscosidades aparentes dos néctares de mangaba.

Parâmetros	Temperaturas			
	5 °C	25 °C	60 °C	85 °C
Viscosidade água (cP)	1,5190	0,8904	0,4665	0,3337
Tempo escoamento água (s)	12,50 ± 0,71	11,00 ± 0,00	11,0 ± 0,00	10,0 ± 0,00
Tempo escoamento néctar 1 (s)	20,50 ± 0,71	17,50 ± 0,71	14,0 ± 0,00	14,0 ± 0,00
Tempo escoamento néctar 3 (s)	23,50 ± 0,71	18,00 ± 0,00	14,0 ± 0,00	14,0 ± 0,00
Viscosidade nectar 1 (cP)	2,49 ± 0,09	1,42 ± 0,06	0,59 ± 0,00	0,47 ± 0,00
Viscosidade néctar 3 (cP)	2,86 ± 0,09	1,46 ± 0,00	0,59 ± 0,00	0,47 ± 0,00

1- Média ± desvio padrão

Oliveira et al. (2005) avaliaram a viscosidade de “sherbts” com diferentes concentrações de goma guar (0,2 a 0,5%) e polpa de mangaba (21,1; 25,8 e 28,6%) verificando que a viscosidade aparente variou de 85,8 a 286,1 cP e essa aumentou com as concentrações de goma e polpa. O aumento da concentração de goma e polpa diminui o conteúdo de água livre, elevando a viscosidade e a estabilidade da suspensão.

As viscosidades dos néctares de mangaba foi bem inferior às dos “sherbts” por se tratar de um outro produto, de característica bem mais fluida. A presença do hidrocolóide, goma gelana (tipo Kelcogel[®] HF-B, CPKelco[©]), não influenciou no aumento expressivo da viscosidade devido à baixa concentração empregada (0,01%).

ANÁLISE SENSORIAL DOS NÉCTARES

Os diferentes atributos avaliados, aparência, aroma, sabor, corpo e impressão global não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) nas quatro formulações testadas pelos consumidores de Campinas – SP (Tabela 4). Os néctares 3 e 4 não apresentaram diferença significativa das outras amostras para o atributo corpo, indicando que a goma gelana inserida na formulação não interferiu na textura percebida pelo consumidor de Campinas – SP, assim como os outros atributos avaliados.

TABELA 4. Médias relativas à análise sensorial nas quatro formulações de néctares avaliados por consumidores de Campinas – SP.

Amostra	Aparência	Aroma	Sabor	Corpo	Impressão Global
Néctar 1	6,66 ^a	6,34 ^a	6,49 ^a	6,84 ^a	6,55 ^a
Néctar 2	6,52 ^a	6,38 ^a	6,55 ^a	7,08 ^a	6,56 ^a
Néctar 3	6,47 ^a	6,18 ^a	6,39 ^a	6,98 ^a	6,44 ^a
Néctar 4	6,47 ^a	6,32 ^a	6,59 ^a	7,08 ^a	6,60 ^a

I- Médias com expoentes iguais em uma mesma coluna não indicam diferença estatística ($p>0,05$)

Os quatro néctares apresentaram tendência maior de notas na região indicativa de aceitação do produto, superior a 6, para os cinco atributos analisados. Também pode se observar uma tendência das notas estarem entre 6 e 7, ou seja, entre os termos correspondentes à escala hedônica estruturada “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”. Pelo fato de ser um produto novo para a região, com sabor exótico, ser associado a notas relativas à aceitação é de grande valia para uma futura inserção desse produto no mercado.

Um teste de aceitação similar, avaliando os mesmos atributos, para as quatro formulações, foi realizado em outro potencial mercado consumidor, na região sudeste do Estado de Goiás, cidade de Urutaí (Tabela 5).

TABELA 5. Médias relativas à análise sensorial das quatro formulações de néctares avaliados por consumidores de Urutaí – GO.

Amostra	Aparência	Aroma	Sabor	Corpo	Impressão Global
Néctar 1	6,83 ^a	6,52 ^a	6,28 ^a	6,55 ^a	6,59 ^a
Néctar 2	6,83 ^a	6,73 ^a	6,80 ^a	6,80 ^a	6,55 ^a
Néctar 3	7,13 ^a	6,66 ^a	6,61 ^a	6,65 ^a	6,57 ^a
Néctar 4	7,04 ^a	6,52 ^a	6,72 ^a	6,37 ^a	6,70 ^a

I- Médias com expoentes iguais em uma mesma coluna não indicam diferença estatística ($p>0,05$)

Apesar da mangaba ser um fruto do Cerrado, poucos consumidores da região em que o teste sensorial foi aplicado já tinham consumido o fruto. Isso explica a similaridade dos resultados da avaliação sensorial nas duas regiões, São Paulo e Goiás.

Também no teste realizado em Goiás os diferentes atributos avaliados, aparência, aroma, sabor, corpo e impressão global não diferiram estatisticamente ($p>0,05$) nas quatro formulações testadas. As notas também apresentaram tendência para 6 e 7, ou seja, entre os termos correspondentes à escala hedônica estruturada “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”.

Gouveia et al. (2006) estudaram características sensoriais do suco de pinha integral e do blend suco de pinha e leite obtiveram resultados similares aos encontrados nesse trabalho para os néctares de mangaba. A maioria das notas dos atributos aparência, cor, sabor e aroma para os blends de suco de pinha e leite estavam entre 6 e 7.

Os néctares de mangaba formulados obtiveram aceitação superior à bebida fermentada de mangaba formulada com 30% de polpa por Muniz et al. (2002). A bebida fermentada obteve média 5,7 para impressão global.

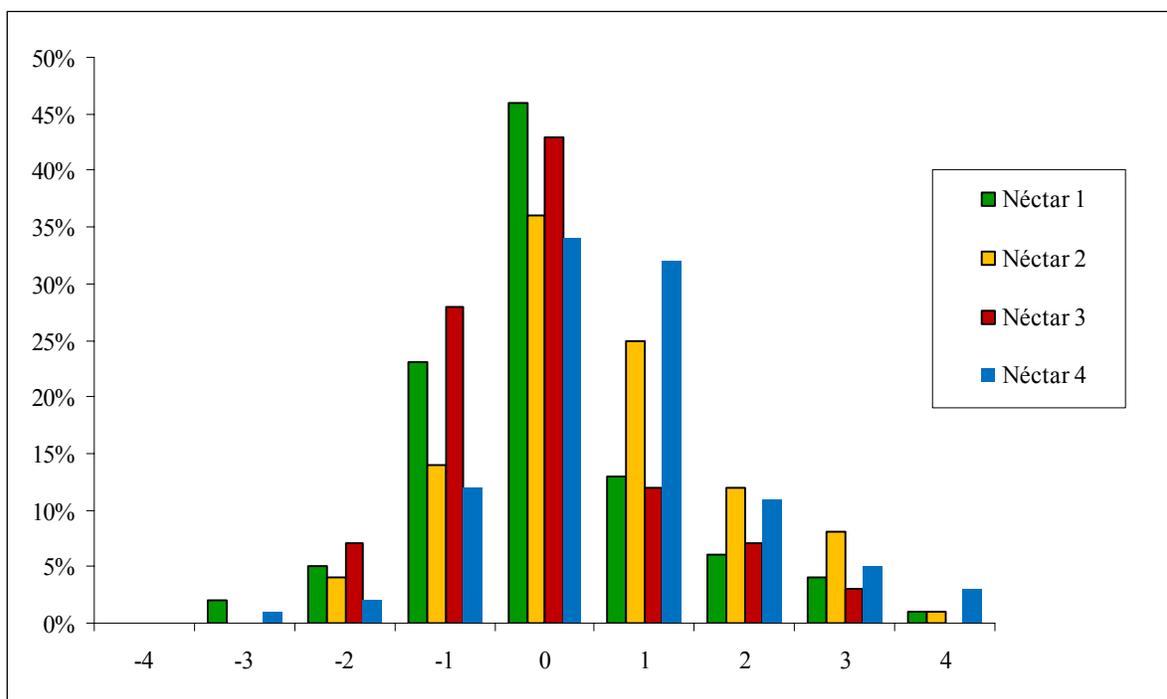
Souza Filho (2000) avaliou sensorialmente dois sucos tropicais de mangaba com 30% de polpa, 12 e 14 °Brix e também não detectou diferença significativa ($p>0,05$) entre as duas formulações para os atributos impressão global, aparência e aroma. As notas de todos os atributos avaliados também tenderam para o intervalo entre 6 e 7.

Os resultados do teste do ideal para o gosto doce das amostras de néctares de mangaba avaliadas pelos consumidores de Campinas – SP estão apresentados na Figura 3. Os valores da escala do ideal aplicada variaram de -3 (muito menos doce que o ideal) a +4 (extremamente mais doce que o ideal). De acordo com a Figura 3, as quatro formulações apresentaram maior frequência de notas tendendo para o ideal (0), porém o néctar 1 formulado sem hidrocolóide e 12 °Brix obteve a maior porcentagem de notas (46%) tendendo ao ideal com relação ao gosto doce, seguido do néctar 3 (43%) que também tem teor de sólidos solúveis 12 ° Brix. Os néctares 2 e 4, com teor de sólidos solúveis 14 °Brix, apresentaram maior frequência de notas (73 e 77% respectivamente) entre os termos “ideal” e “moderadamente mais doce” que o ideal".

O mesmo teste do ideal foi aplicado para consumidores em Urutaí – GO e ao contrário dos resultados de Campinas – SP, em Goiás, as amostras de néctares 2 e 4, com 14 °Brix, apresentaram maiores porcentagens de notas tendendo para o ideal com 50 e 59% respectivamente de notas 0, que indica gosto doce ideal (Figura 4). As amostras 1 e 3, com

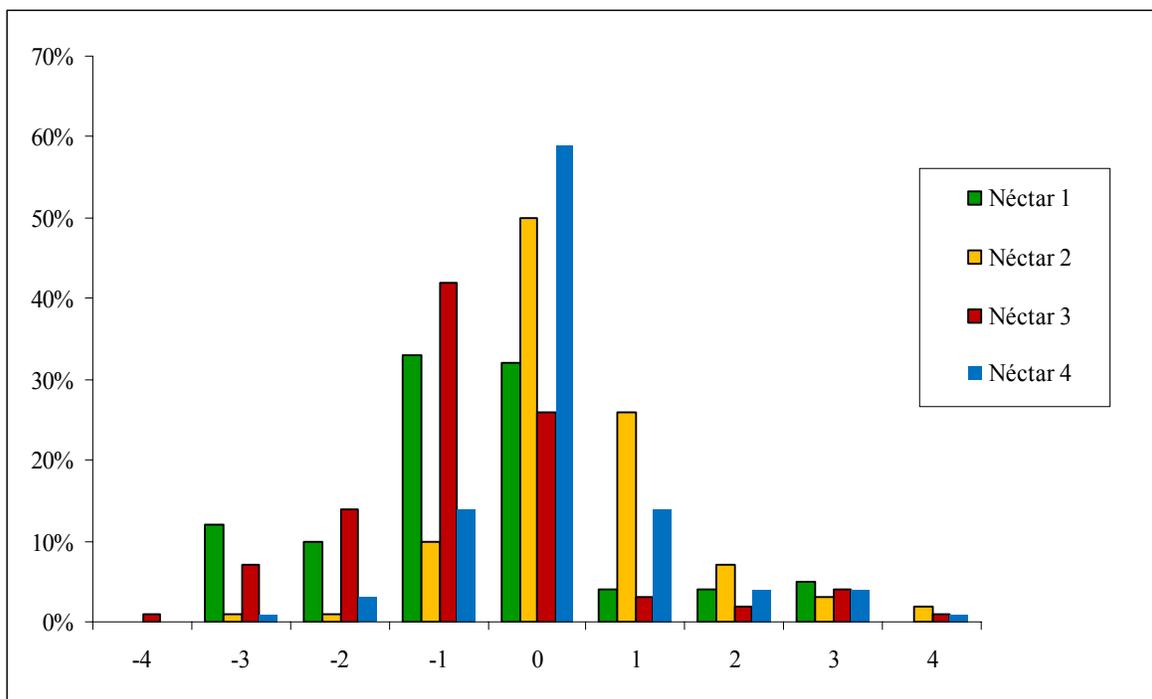
12 °Brix, obtiveram maior índice de notas para o termo “ligeiramente menos doce que o ideal” (-1) com 33 e 42% respectivamente.

FIGURA 3. Histograma de frequência de notas do teste de escala do ideal para amostras dos néctares de mangaba avaliadas por consumidores de Campinas - SP.



-4: extremamente menos doce que o ideal; -3: muito menos doce que o ideal; -2: moderadamente menos doce que o ideal; -1: ligeiramente menos doce que o ideal; 0, ideal: +1, ligeiramente mais doce que o ideal; +2: moderadamente mais doce que o ideal; +3: muito mais doce que o ideal; +4: extremamente mais doce que o ideal.

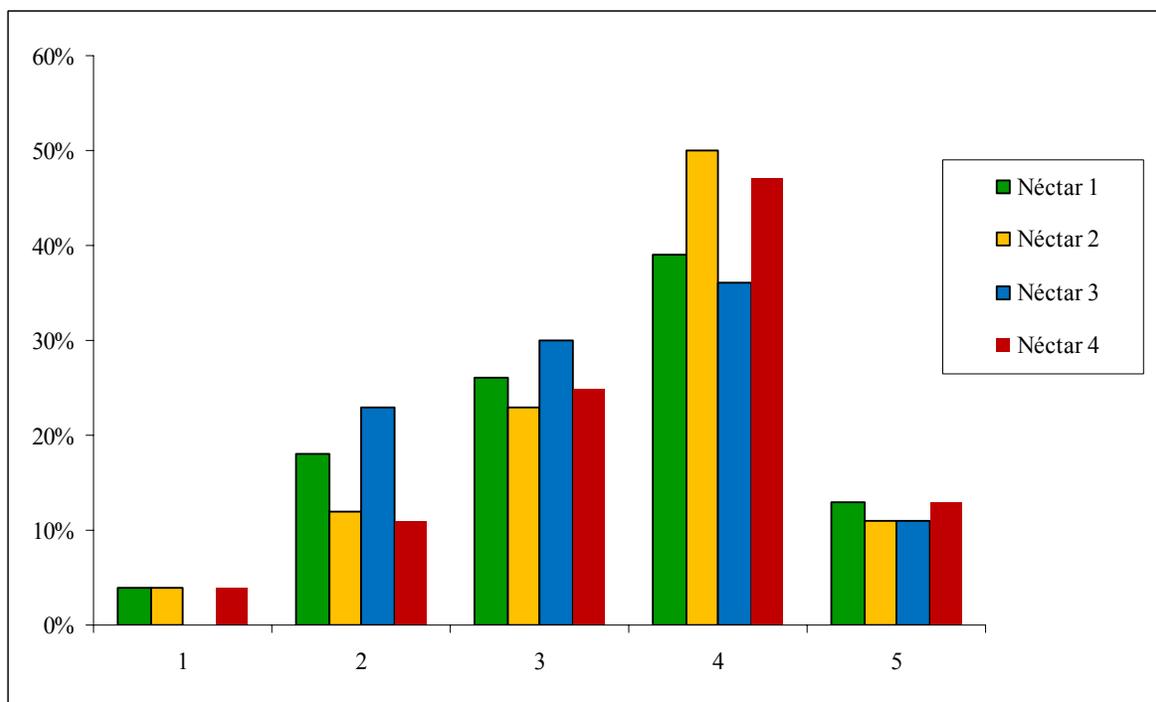
FIGURA 4. Histograma de frequência de notas do teste de escala do ideal para amostras dos néctares de mangaba avaliadas por consumidores de Urutaí - GO.



-4: extremamente menos doce que o ideal; -3: muito menos doce que o ideal; -2: moderadamente menos doce que o ideal; -1: ligeiramente menos doce que o ideal; 0, ideal; +1, ligeiramente mais doce que o ideal; +2: moderadamente mais doce que o ideal; +3: muito mais doce que o ideal; +4: extremamente mais doce que o ideal.

Os néctares 2 e 4 apresentaram as maiores porcentagens de intenção de compra positiva, com 61 e 60%, respectivamente, dos consumidores de Campinas – SP localizados na atitude de compra “possivelmente compraria” e “certamente compraria” (Figura 5). Os néctares 1 e 3 obtiveram maiores atitudes de intenção de compra negativa, com 22 e 23% dos consumidores localizados na atitude de compra “possivelmente não compraria” e “certamente não compraria”. O néctar 3 apresentou a maior porcentagem para a atitude de compra “tenho dúvidas se compraria” (30%).

FIGURA 5. Histograma de intenção de compra em relação às amostras de néctares de mangaba avaliadas por consumidores de Campinas – SP.



1: certamente não compraria; 2: provavelmente não compraria; 3: tenho dúvidas se compraria; 4: provavelmente compraria; 5: certamente compraria.

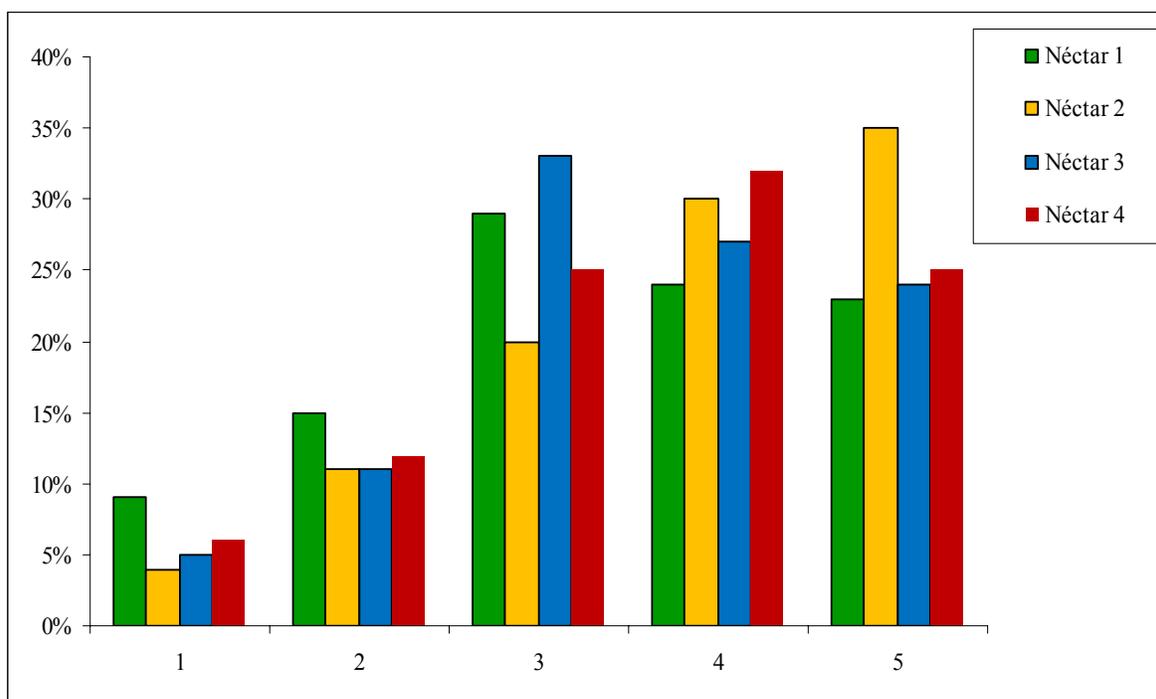
Os consumidores de Urutaí – GO avaliaram o néctar 2 com maior intenção de compra positiva, 65% dos provadores opinaram positivamente pelas atitudes de compra “possivelmente compraria” ou “certamente compraria”, seguido do néctar 4 com 57%. (Figura 6).

Dentre as amostra avaliadas, o néctar 1 obteve maior atitude de intenção de compra negativa, com 24% dos consumidores localizados na atitude de compra “possivelmente não compraria” e “certamente não compraria”. O néctar 3 apresentou a maior frequência de resposta pelos consumidores para a atitude de compra “tenho dúvidas se compraria” (33%).

Hansen (2011) avaliou a intenção de compra para um suco tropical de mangaba com 40% de polpa e teor de sólidos solúveis de 17,08 °Brix observando que 90,52% dos consumidores opinaram para a atitude de compra certamente compraria. É fato que a região em que o teste foi aplicado, Cruz das Almas – BA, o consumo do fruto é mais difundido e isso pode influenciar em resultados positivos para a aceitação do néctar.

Resultados semelhantes para intenção de compra encontrados nesse estudo para os néctares de mangaba foram observados também por Abreu (2011) para uma bebida mista de manga, maracujá e caju adicionada de prebióticos, em que o maior índice de atitude de compra “certamente compraria” foi de 33%.

FIGURA 6. Histograma de intenção de compra em relação às amostras de néctares de mangaba avaliadas por consumidores de Urutaí – GO.



1: certamente não compraria; 2: provavelmente não compraria; 3: tenho dúvidas se compraria; 4: provavelmente compraria; 5: certamente compraria.

CARACTERIZAÇÃO DA SOLUÇÃO DE GOMA E FRAÇÃO LÍQUIDA DA BEBIDA FANTASIA

A fração líquida da bebida fantasia, apesar de não conter polpa de mangaba, atende aos padrões de identidade e qualidade estabelecidos pelo MAPA nos parâmetros acidez total titulável e sólidos solúveis. Essa comparação é justificada pela proposta inicial desse trabalho que seria adicionar a goma na forma de esferas no suco clarificado de mangaba, no entanto, não foi possível obter o suco clarificado com boas características sensoriais, assim a bebida fantasia foi elaborada para tal substituição do suco.

Apesar de terem sido avaliadas a adição de várias concentrações de polpa de mangaba à solução de goma comestível, em concentrações acima de 10% de polpa as esferas se desintegravam com facilidade, sendo 10% de polpa o limite tecnológico obtido (Tabela 6).

TABELA 6. Composição da solução goma comestível com polpa de mangaba.

Componentes da solução	Quantidade (%)
Água	73,700
Polpa de mangaba	10,000
Açúcar	10,680
Kelcogel F [®]	0,800
Keltrol [®]	0,400
Citrato de sódio	0,900
Óleo	3,500
Lecitina	0,025

Diversas concentrações de solução com cloreto de cálcio (2 a 8 %) foram testadas para a formação das esferas e a solução utilizada com resultados satisfatórios continha 8% do sal (Tabela 7).

TABELA 7. Composição da solução de cloreto de cálcio.

Componentes	Quantidade (%)
Água	89
Ácido cítrico	3
Cloreto de cálcio	8

A Tabela 8 apresenta a composição da fração líquida da bebida fantasia enquanto a Figura 7 apresenta o aspecto da bebida formulada e o efeito da adição do corante.

TABELA 8. Composição da fração líquida da bebida fantasia

Componentes	Quantidade (%)
Água	87,54
Açúcar	12,00
Ácido cítrico	0,30
Kelcogel F [®]	0,03
Citrato de sódio	0,06
Lactato de cálcio	0,05
Benzoato de sódio	0,02

FIGURA 7. Bebidas com esferas em suspensão, sendo a formulação intermediária sem adição de corantes.



A solução de goma apresentou um conteúdo reduzido de ácido cítrico (Tabela 9) devido à polpa de mangaba não apresentar acidez elevada e também ser adicionada em baixa concentração (10%). Esse fato também justifica o pH ser mais alto, já que na formulação da goma não é adicionado nenhum ácido, apenas o citrato de sódio que é um sal muito utilizado em gelatinas como conservante.

Para o mercado de fruto fresco e ou processado a relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável (*ratio*) elevada é desejável. A bebida fantasia com *ratio* médio

de $43,98 \pm 0,74$ aproxima do valor de *ratio* encontrado para o néctar 4 formulado nesse trabalho e é superior ao *ratio* do néctar de mangaba formulado por Hansen (2011).

TABELA 9. Caracterização das frações líquida e da solução de goma.

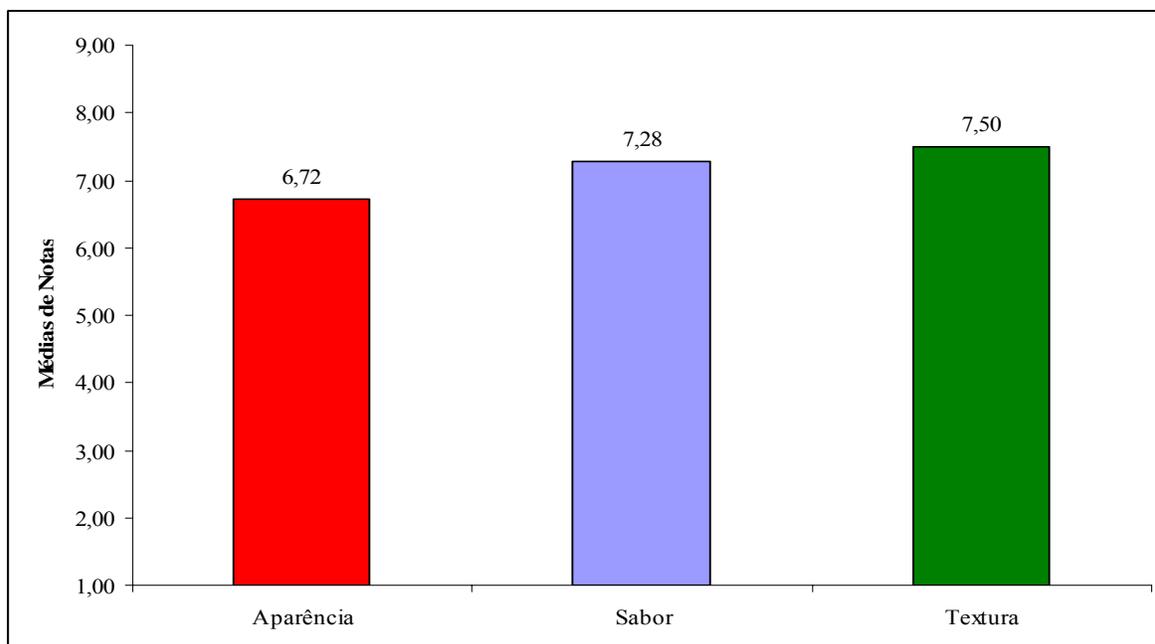
Produto	Acidez Total Titulável (% ác. Cítrico)	pH	Sólidos Solúveis (°Brix)	Ratio
Fração líquida	$0,31 \pm 0,01$	$3,38 \pm 0,07$	$13,73 \pm 0,06$	$43,98 \pm 0,74$
Solução de goma	$0,08 \pm 0,01$	$6,54 \pm 0,11$	$15,50 \pm 0,46$	$191,68 \pm 19,52$

1- Média \pm desvio padrão

ANÁLISE SENSORIAL DA BEBIDA FANTASIA COM ESFERAS DE POLPA DE MANGABA

Os três atributos testados obtiveram médias hedônicas relativas à aceitação, acima de 6 (Figura 8). A aparência foi o atributo com menor média 6,72, valor esse próximo às médias hedônicas para aparência, dos quatro néctares formulados nesse trabalho submetidos a teste de aceitação por consumidores de Campinas.

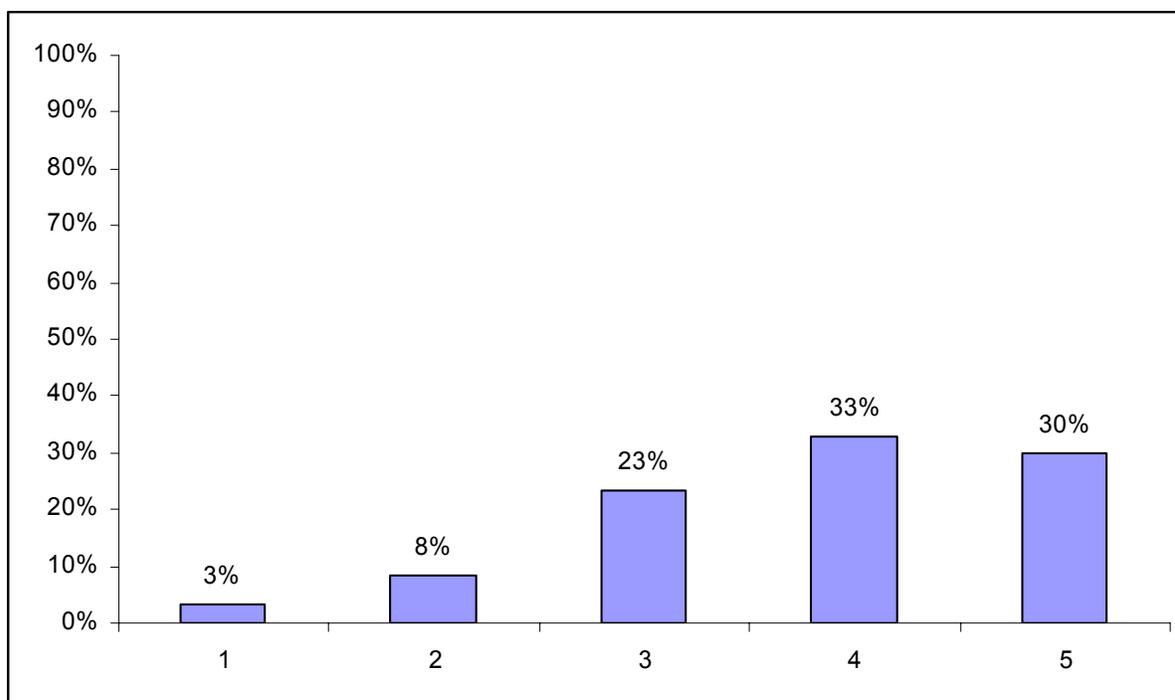
FIGURA 8. Gráfico de aceitação dos atributos avaliados na bebida com esferas de polpa por consumidores de Campinas – SP.



O sabor e a textura do produto na boca foram avaliados com médias hedônicas superiores à aparência com valores de 7,28 e 7,50, respectivamente. Os valores numéricos das médias para o sabor e a textura correspondem entre os termos hedônicos “gostei moderadamente” e “gostei muito”. Comparando com o teste de aceitação dos quatro néctares de mangaba, as médias hedônicas para os atributos sabor e textura da bebida com esferas foram superiores. Observa-se que o consumidor após ingerir a amostra da bebida respondeu de maneira mais positiva, isso é notório ao comparar a média hedônica do atributo aparência com os atributos sabor e textura.

De acordo com o gráfico de intenção de compra (Figura 9), 63% dos consumidores opinaram positivamente indicando atitude de compra “provavelmente compraria” ou “certamente compraria”. Apenas 11% dos consumidores apresentaram atitude de compra negativa.

FIGURA 9. Histograma de intenção de compra em relação à bebida com esferas de polpa de mangaba avaliadas por consumidores de Campinas – SP.



1: certamente não compraria; 2: provavelmente não compraria; 3: tenho dúvidas se compraria; 4: provavelmente compraria; 5: certamente compraria.

CONCLUSÕES

As quatro formulações de néctares de mangaba atendem aos padrões de qualidade e identidade estabelecidos pelo MAPA para suco tropical de mangaba adoçado, com relação à acidez total titulável, teor de sólidos solúveis e açúcares totais. O conteúdo de ácido ascórbico diminui com o tratamento térmico, portanto, o conteúdo do ácido na polpa foi superior aos néctares.

A viscosidade dos néctares diminui com o aumento da temperatura e nas temperaturas de 60 e 85 °C a viscosidade do néctar sem hidrocolóide (néctar 1) se igualou à viscosidade do néctar com hidrocolóide (néctar 3).

Os testes de aceitação não revelaram diferença significativa ($p > 0,05$) para aparência, aroma, sabor, corpo e impressão global entre os quatro néctares, nas duas regiões em que o teste foi aplicado, Campinas – SP e Urutaí - GO. As notas também apresentaram tendência para 6 e 7, ou seja, entre os termos correspondentes à escala hedônica estruturada “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”.

Na região de Campinas – SP as amostras com menor conteúdo de açúcar (12 ° Brix), néctares 1 e 3, apresentaram maior frequência de notas tendendo para o ideal, no entanto, em Urutaí – GO os néctares 2 e 4 (14 ° Brix) que apresentaram maior tendência para o ideal com relação ao gosto doce.

Os néctares 2 e 4 apresentaram maiores índices de intenção de compra positiva para ambas regiões com porcentagens acima de 60%.

A formação de esferas foi possível com a solução goma composta de: 73,7% de água, 10,68% de açúcar, 10% de polpa de mangaba, 0,8% de goma gelana (Kelcogel F[®]), 0,4% de goma xantana (Keltrol[®]), 0,9% de citrato de sódio, 3,5% de óleo de soja e 0,025% de lecitina; gotejada em solução com 8% de cloreto de cálcio. A bebida fantasia com esferas de polpa de mangaba apresentou médias hedônicas para sabor e textura do produto na boca de 7,28 e 7,50, respectivamente que correspondem entre os termos hedônicos “gostei moderadamente” e “gostei muito”. Dentre os consumidores, 63% opinaram positivamente para intenção de compra.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, D. A.; SILVA, L. M. R.; LIMA, A. S.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUSA, P. H. M. 2011. Desenvolvimento de bebidas mistas a base de manga, maracujá e caju adicionadas de prebióticos. Alim. Nutr., Araraquara, 22, 197-203.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). 2003. NBR 5849. Determinação de viscosidade pelo copo Ford. CB-10. Comitê Brasileiro de Química, Petroquímica e Farmácia.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). 1984. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical chemists. 14. ed. Washington, DC, EUA.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). 1997. Official methods of analysis. 16 ed. Washington, DC, EUA.

BENASSI, M.T. Análise dos efeitos de diferentes parâmetros na estabilidade de vitamina C em vegetais processados. 1990. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J., C. J. Biochem. Physiol, 1959.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). 2003. Instrução Normativa nº 12, de 04 de Setembro de 2003. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade de Néctares.

BOTARO, J. A. Otimização para obtenção de extrato aquoso de tremoço branco (*Lupinus albus* L.) adicionado de suco de pitanga. 2010. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Programa de Pós Graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Estadual Paulista. “Júlio de Mesquita Filho”, Araraquara.

DAMIANI, C.; SILVA, F. A.; AMORIM, C.C. M.; SILVA, S. T. P.; BASTOS, I. M.; ASQUIERI, E. R.; VERA, R. 2011. Néctar misto de cajá-manga com hortelã: caracterização química, microbiológica e sensorial. Rev. Bras. Prod. Agroind., Campina Grande 13, 301-309.

GOUVEIA, D. S.; MATA, M. E. R. M. C.; DUARTE, M. E. M.; UGULINO, S. M. P. Avaliação físico-química e teste de aceitação sensorial do suco de pinha e do blend pinha-leite. 2006. Rev. Bras. Prod. Agroind., Campina Grande, 8, 127-133.

HANSEN, O. A. S. Agregação de valor aos frutos da mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes): desenvolvimento e avaliação da estabilidade de néctar e geleia. 2011. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas.

HIANE, P. A.; RAMOS, M. I. L.; RAMOS FILHO, M. M.; PEREIRA, J. G. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos de alguns frutos nativos do estado de Mato Grosso do Sul. 1992. Bol. Ceppa, Curitiba, 10, 35-42.

LIMA, A. S.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; SILVA, F. V. G.; FIGUEIREDO, E. A. T. 2008. Desenvolvimento de bebida mista à base de água de coco e suco de acerola. Ciênc. Tecnol. Aliment., 28 (3), 683 – 690.

MORZELLE, M. C.; SOUZA, E. C.; ASSUMPÇÃO, C. F.; FLORES, J. C. J.; OLIVEIRA, K. A. M. Agregação de valor a frutos de ata através do desenvolvimento de néctar misto de maracujá (*Passiflora edulis sims*) e ata (*Annona squamosa* L.). 2009. Alim. Nutr., Araraquara, 20, 389-393.

MUNIZ, C. R.; BORGES, M. F.; ABREU, F. A. P.; NASSU, R. T.; FREITAS, C. A. S. Bebidas fermentadas a partir de frutos tropicais. 2002. Bol. Ceppa, Curitiba, 20, 309-322.

OLIVEIRA, A. L.; SILVA, M. G. F.; SOBRAL, P. J. A.; OLIVEIRA, C. A. F.; HABITANTE, A. M. Q. B. 2005. Propriedades físicas de misturas para *sherbet* de mangaba. Pesq. Agropec. Bras., 40, 581-586.

SOUZA FILHO, M. S. M.; LIMA, J. R.; NASSU, R. T.; MOURA, C. F. H.; BORGES, M. F. Formulações de néctares de frutas nativas das regiões norte e nordeste do Brasil. 2000. Bol. Ceppa, Curitiba, 18, 275-283.

CONCLUSÕES GERAIS

A mangaba é um fruto do Cerrado com características atrativas para a agroindústria, como alto rendimento em polpa, 77%, e boa estabilidade física do néctar mesmo sem a adição de hidrocolóides.

As mangabas do Cerrado apresentaram apenas uma ligeira mudança de coloração no estágio maduro, possibilitando a verificação da maturidade com maior exatidão pelos parâmetros de textura e teor de sólidos solúveis.

O conteúdo de ácido ascórbico aumentou com o decorrer do processo de maturação, porém, as mangabas do Cerrado apresentaram conteúdo de ácido ascórbico inferior ($59,16 \pm 2,04$ mg/100g fruto maduro) quando comparada aos resultados obtidos por outros autores para mangabas da Caatinga, região Nordeste do Brasil. O processo de despulpamento e tratamento térmico provoca a redução do conteúdo de ácido ascórbico em 64,47%.

O ácido cítrico é o ácido orgânico predominante na polpa de mangaba (935,5 mg/100g), seguido pelo málico (227,67 mg/100g) e tartárico (66,92 mg/100g).

A atividade da enzima peroxidase na polpa de mangaba é máxima na faixa de temperatura de 25 a 30 °C. A atividade da enzima na polpa é limitada com tratamento térmico de 1 min. sob as temperaturas de 75, 80 e 85 °C.

A polpa de mangaba e os “frutos de vez” apresentaram maior conteúdo de fenóis. Os extratos brutos dos frutos, polpa e néctar de mangaba apresentaram atividade antioxidante *in vitro* para as três metodologias testadas, DPPH, TEAC, e ORAC. O maior potencial antioxidante em relação ao radical DPPH foi observado no néctar e na polpa. No ensaio TEAC, não houve diferença estatística ($p > 0,05$) no potencial antioxidante das amostras de frutos *in natura*, polpa e néctar analisados. No método ORAC a maior atividade antioxidante foi encontrada na polpa de mangaba.

O tratamento enzimático aliado ao processo de centrifugação proporcionou um aumento de rendimento do suco clarificado, porém, o sabor do suco assim como da polpa pós-tratamento enzimático ficou bastante amargo, o que

impossibilitou a elaboração de néctar com suco clarificado. A enzima pectino liase (Pectinex[®] Ultra AFP) na concentração de 100 mg.L⁻¹ foi mais eficiente na liberação de suco clarificado de mangaba visto que aumentou 9,4 vezes o rendimento de suco.

O tratamento térmico do néctar de mangaba diminuiu a estabilidade física do mesmo, no entanto, merece destaque que o néctar sem tratamento térmico possui grande estabilidade (no período observado). A adição de 0,01% de goma gelana proporcionou um produto com boa estabilidade física mesmo após tratamento térmico e cuja viscosidade não foi alterada drasticamente com o acréscimo do hidrocolóide, o que foi bastante favorável sensorialmente, já que a mangaba é um fruto bastante polposo.

As formulações de néctares avaliadas sensorialmente não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) para os atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão global em ambos os mercados consumidores Campinas – SP e Urutaí – GO. Acredita-se que com a difusão do consumo do fruto, a aceitabilidade do néctar aumente, já que o fruto tem um sabor bastante diferenciado.

A bebida fantasia com esferas de polpa de mangaba foi bastante atrativa ao consumidor em potencial do produto. A formação das esferas por gotejamento em solução de cloreto de cálcio (8%) foi possível com a adição máxima de 10% de polpa de mangaba à solução goma.

Sugere-se para outros trabalhos o teste de novas formulações com maiores teores de polpa, uso de adoçantes, edulcorantes e, para a bebida fantasia o uso de outras polpas de frutas na elaboração das esferas, além da otimização do processo de formação das esferas com utilização de maior conteúdo de polpa de fruta testando outros agentes gelificantes como alginato.

ANEXOS

ANEXO I
Ficha Análise Sensorial dos Néctares

Nome: _____ Idade: _____ Data: _____ / _____

No. da Amostra: _____

Por favor, observe, aspire, prove e avalie a amostra de **NÉCTAR DE MANGABA**, e de acordo com a escala abaixo, descreva o quanto você gostou ou desgostou:

9	Gostei muitíssimo
8	Gostei muito
7	Gostei moderadamente
6	Gostei ligeiramente
5	Nem gostei nem desgostei
4	Desgostei ligeiramente
3	Desgostei moderadamente
2	Desgostei muito
1	Desgostei muitíssimo

Em relação à **APARÊNCIA** _____

Em relação ao **AROMA** _____

Em relação ao **SABOR** _____

Em relação à **TEXTURA** _____

Em relação à **IMPRESSÃO GLOBAL** _____

Indique com um X a sua opinião a respeito do **GOSTO DOCE** da amostra:

EXTREMAMENTE MAIS DOCE que o ideal	
MUITO MAIS DOCE que o ideal	
MODERADAMENTE MAIS DOCE que o ideal	
LIGEIRAMENTE MAIS DOCE que o ideal	
IDEAL	
LIGEIRAMENTE MENOS DOCE que o ideal	
MODERADAMENTE MENOS DOCE que o ideal	
MUITO MENOS DOCE que o ideal	
EXTREMAMENTE MENOS DOCE que o ideal	

Indique com um X a sua opinião quanto à **INTENÇÃO DE COMPRA** da amostra.

Certamente eu compraria	
Provavelmente eu compraria	
Tenho duvidas se compraria	
Provavelmente não compraria	
Certamente não compraria	

Comentários: _____

ANEXO II

Ficha Análise Sensorial da Bebida com polpa de mangaba em suspensão

Nome: _____ Idade: _____ Data: ____/____/____

Por favor, observe e avalie a **APARÊNCIA** da **Bebida com Polpa de Mangaba em Suspensão**, e de acordo com a escala abaixo, descreva o quanto você gostou ou desgostou:

9	Gostei muitíssimo
8	Gostei muito
7	Gostei moderadamente
6	Gostei ligeiramente
5	Nem gostei nem desgostei
4	Desgostei ligeiramente
3	Desgostei moderadamente
2	Desgostei muito
1	Desgostei muitíssimo

Em relação à **APARÊNCIA** _____

Baseado na **APARÊNCIA** da amostra indique com um X a sua opinião quanto à **INTENÇÃO DE COMPRA**

Certamente eu compraria	
Provavelmente eu compraria	
Tenho duvidas se compraria	
Provavelmente não compraria	
Certamente não compraria	

No. da Amostra: _____

Por favor, deguste a amostra da **Bebida com Polpa de Mangaba em Suspensão** e de acordo com a escala abaixo, descreva o quanto você gostou ou desgostou:

9	Gostei muitíssimo
8	Gostei muito
7	Gostei moderadamente
6	Gostei ligeiramente
5	Nem gostei nem desgostei
4	Desgostei ligeiramente
3	Desgostei moderadamente
2	Desgostei muito
1	Desgostei muitíssimo

Em relação ao **SABOR** _____

Em relação à **TEXTURA (Na Boca)** _____

Comentários: _____

ANEXO III

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Título do projeto: Elaboração de bebida de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) a partir da polpa integral, clarificada e peletizada em suspensão.

Responsável pela pesquisa: Danielle Godinho de Araújo

Você está sendo convidado para participar, como voluntário, de uma pesquisa. Após ser esclarecido sobre as informações a seguir e no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento.

Justificativa: O mercado de bebidas a base de frutas prontas para beber tem crescido substancialmente nos últimos anos. Os consumidores buscam por produtos de alta qualidade e com sabores mais exóticos. Neste trabalho foram elaborados néctares a partir da polpa de mangaba. A utilização de frutos com sabores exóticos, como a mangaba, no desenvolvimento de sucos e néctares é uma alternativa para difundir o consumo da fruta e otimizar metodologias para seu processamento.

Objetivo: Desenvolver uma tecnologia para o processamento industrial de uma bebida saborizada com mangaba a partir de diferentes formas de adição da polpa.

Os ingredientes utilizados na formulação do néctar foram mangaba, água, açúcar e estabilizante.

Eu, _____ RG _____ concordo em participar do estudo aqui descrito. Fui devidamente informado e esclarecido pelo pesquisador sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade e que minha identidade será mantida sob sigilo.

Pesquisador responsável:

Laboratório de Frutas e Hortaliças – DTA/ FEA/ Unicamp **Telefone:** (19) 35214006

ANEXO IV

Estudo da Viabilidade Técnico-Econômica de Unidade Produtora de Néctar de Araticum (Marolo), Cagaita, Gabiroba, Goiaba, Graviola e Mangaba

Legislação

A legislação brasileira de alimentos é regida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e pelo Ministério da Saúde, por meio da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). A Lei 8.918, de 14 de julho de 1994 (BRASIL, 1994), dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, sendo regulamentada pelo Decreto nº 6.871 do MAPA, de 04 de junho de 2009 (BRASIL, 2009).

Na Seção II, do Capítulo VII, do Decreto nº 6.871 (BRASIL, 2009), é tratada a padronização das bebidas não-alcoólicas, em que néctar é definido no Art. 21 como a bebida não fermentada, obtida da diluição em água potável da parte comestível do vegetal ou de seu extrato, adicionado de açúcares, destinada ao consumo direto. A mesma seção trata sobre suco ou sumo (Art. 18) e polpa de fruta (Art. 19).

Os sucos e bebidas à base de frutas são ainda regulamentados por Instruções Normativas (IN) que complementam a Lei nº 8.918 (BRASIL, 1994) e o Decreto nº 6.871 (BRASIL, 2009). A Instrução Normativa nº 12, de 04 de Setembro de 2003 (BRASIL, 2003), aprova no Art. 1 os Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) dos néctares de abacaxi, acerola, cajá, caju, goiaba, graviola, mamão, manga, maracujá, pêssego e pitanga e define no Art. 3 que o néctar, cuja quantidade mínima de polpa de uma determinada fruta não tenha sido fixada em Regulamento Técnico específico, deve conter no mínimo 30% (m/m) da respectiva polpa, ressalvado o caso de fruta com acidez ou conteúdo de polpa muito elevado ou sabor muito forte e, neste caso, o conteúdo de polpa não deve ser inferior a 20% (m/m).

Assim, conforme determinado pela IN nº 12 (BRASIL, 2003), os néctares de goiaba e graviola devem conter um mínimo de 35% e 25% (m/m) de polpa ou suco da fruta, respectivamente, além de atender às características descritas na Tabela 1. Por outro lado, os néctares de araticum (marolo), cagaita, gabioba e mangaba não tem regulamento específico que estabelece a quantidade de polpa na formulação, assim foi estabelecida nesse estudo a quantidade de 30% (m/m) de polpa para os néctares de araticum, cagaita e gabioba. De acordo com a formulação padrão designada nesse trabalho, o néctar de mangaba utilizou 25% de polpa do fruto (Capítulo 6), visto que a mangaba é um fruto muito polposo.

Tabela 1 – Padrões de Identidade e Qualidade para os néctares de goiaba e graviola de acordo com o Anexo III da Instrução Normativa nº 12 (BRASIL, 2003).

Características\Néctar	Goiaba		Graviola	
Cor	Variando de branco a avermelhada		Variando de branco a marfim	
Sabor	Característico		Característico	
Aroma	Próprio		Próprio	
Composição	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Suco ou polpa (g/100 g)	35,00	-	25,00	-
Sólidos solúveis em °Brix a 20 °C	10,00	-	11,00	-
Acidez total em ácido cítrico (g/100 g)	0,10	-	0,15	-
Açúcares totais (g/100 g)	7,00	-	7,00	-
Ácido ascórbico (g/100 g)	14,00	-	-	-

No Regulamento Técnico Geral para fixação dos PIQ para polpa de fruta estabelecidos na IN nº 1 (BRASIL, 2000), a polpa de fruta destinada à industrialização de outras bebidas e não destinada ao consumo direto poderá ser adicionada de aditivos químicos previstos para a bebida a que se destina. Além disso, na polpa de fruta poderão ser adicionados acidulantes, conservadores

químicos e corantes naturais, nos mesmos limites estabelecidos para sucos de fruta, ressalvados os casos específicos. Todos os aditivos a serem empregados em alimentos devem ser utilizados obedecendo aos limites estabelecidos na legislação vigente para cada produto. Um aditivo a destacar é o ácido cítrico, que apresenta versatilidade e inocuidade e possui ação acidulante, i.e., é capaz de comunicar ou intensificar o gosto ácido dos alimentos (PANTOJA et al., 2010). Segundo o Decreto nº 55.871, de 26 de março de 1965 (BRASIL, 1965), a concentração de ácido cítrico em produtos de frutas não deve ultrapassar 0,20%.

A ANVISA, por meio do Regulamento Técnico instituído na resolução RCD nº 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), sobre padrões microbiológicos para alimentos, estabelece que os limites microbiológicos para polpa de frutas, concentradas ou não, com ou sem tratamento térmico, refrigeradas ou congeladas, é de 10^2 coliformes por grama de polpa a 45 °C. Para refrescos, sucos e néctares, adicionados ou não de conservadores, congelados ou não, não deve existir crescimento de coliformes em 50 mL do produto a 35 °C.

Descrição do Processo

As frutas utilizadas para elaboração dos néctares, araticum, cagaita, gabioba, goiaba, graviola e mangaba foram selecionadas em função do período de safra de cada fruta, visando não deixar a planta de processamento ociosa em algum período do ano (ver Tabela 7).

Conforme mencionado anteriormente, o néctar é obtido da diluição da parte comestível do vegetal ou de seu extrato em água potável, adicionado de açúcares. A parte comestível ou polpa é obtida por meio da passagem da matéria-prima através de peneiras, de forma a separar a parte comestível do fruto da casca e da(s) semente(s), ressalvo na mangaba que pelo fato da casca ser muito fina é incorporada na polpa. Antes de realizar essa separação, a matéria-prima passa por etapas de preparação. Além disso, os néctares podem ser feitos imediatamente após a produção da polpa ou podem ser feitos em um momento posterior com polpas concentradas (HUI et al., 2006). Assim, de posse da polpa, o

processo de produção de néctares de frutas consiste basicamente das etapas de formulação, tratamento térmico e envase (PINHEIRO, 2008). Um fluxograma genérico do processo de produção de néctar a partir das frutas é apresentado na Figura 1.

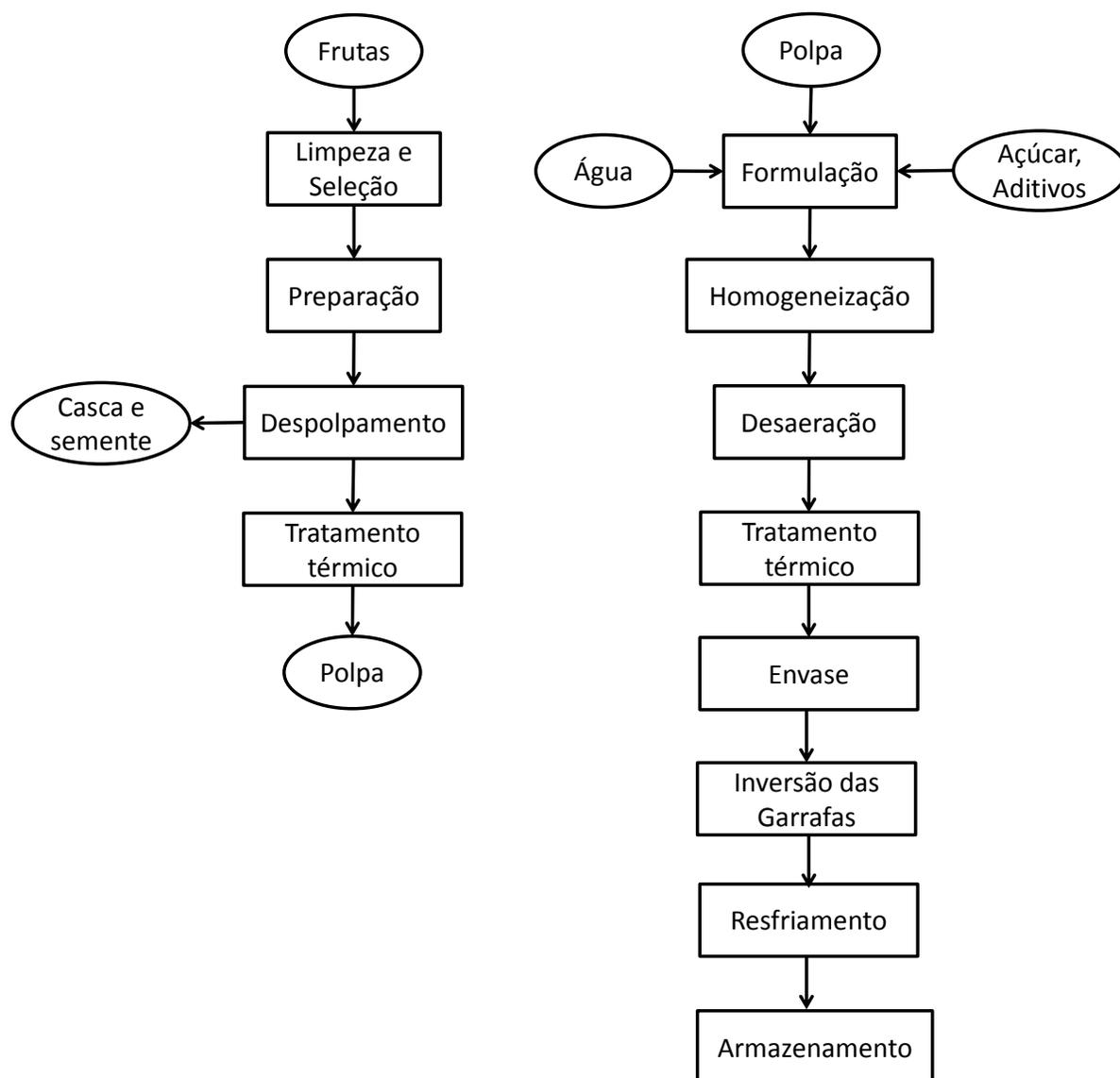


Figura 1 – Fluxograma genérico do processo de produção de néctar de frutas, adaptado de Soler *et al.* (1991).

A limpeza, além da importância técnica relacionada ao processamento das frutas, também está prevista na legislação. Segundo o Anexo 1 da IN nº 1 do MAPA, de 7 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000), aplicado à polpa de fruta

destinada ao consumo como bebida, a polpa de fruta será obtida de frutas frescas, sãs e maduras, com características físicas, químicas e organolépticas provenientes do fruto de sua origem, observando-se os limites mínimos e máximos fixados para cada polpa de fruta previstos nas normas específicas. Além disso, é afirmado que a polpa de fruta não deverá conter terra, sujidade, parasitas, fragmentos de insetos e pedaços das partes não comestíveis da fruta e da planta e não deverá ter suas características físicas, químicas e organolépticas alteradas pelos equipamentos, utensílios, recipientes e embalagens utilizados durante o seu processamento e comercialização.

Após a lavagem, frutas como goiaba, mangaba, cagaita e gabioba podem seguir direto para o despulpamento. No entanto, alguns frutos exigem uma preparação prévia ao despulpamento, que pode envolver a remoção da casca (descascamento), dos talos e das sementes e o corte do fruto. Para o araticum e a graviola, abre-se a fruta com auxílio de uma faca e retira-se os gomos para então serem despulpados.

O despulpamento é o processo utilizado para separar a polpa das sementes, da casca e do material fibroso da fruta. Para cagaita e gabioba, a despulpa pode ser realizada macerando os frutos e pressionando-os sobre uma peneira, onde ficarão retidas a casca e as sementes. Para a mangaba, os frutos maduros apresentam casca muito fina e a polpa mole e o processo de despulpa também é realizado pela maceração do fruto seguido de peneiramento (PANTOJA et al., 2010). O araticum e a graviola as polpas que recobrem as sementes são retiradas pressionando sobre peneiras. Diante disso, o despulpador de escovas é eficiente para todos os processos citados.

As peneiras utilizadas no despulpamento devem estar adequadas para cada tipo de matéria-prima e, para algumas frutas como a goiaba, é necessário fazer o refinamento da polpa, que consiste na repetição do processo utilizando peneiras mais finas (FERNANDES e SILVA, 2003).

Ao néctar, além do conteúdo necessário do fruto, que é regulado pela legislação, água e açúcares são adicionados para a formulação, bem como ácidos e vitaminas. Durante a formulação do néctar, primeiro mistura-se a água e o

açúcar; o xarope formado é aquecido e a polpa da fruta é adicionada; na sequência, são adicionados os aditivos, como vitaminas e acidulantes (e.g., ácido cítrico) (HUI et al., 2006).

A pasteurização, o néctar passa por um trocador de calor, que elevará sua temperatura de forma que o líquido seja envasado na temperatura recomendada de 88 a 95 °C. Esse processo é denominado enchimento a quente (do inglês *hot filling*) e um tempo de residência de no mínimo 3 minutos é normalmente aplicado ao líquido antes do resfriamento. Após o fechamento da embalagem, esta pode ser invertida por vários minutos antes do resfriamento para eliminar micro-organismos que possam estar presentes na tampa. (BARRET et al., 2005).

Para a elaboração dos néctares de araticum, cagaita, gabioba, goiaba, graviola e mangaba a adição de ácido cítrico na formulação para correção do pH ($\text{pH} \leq 4,5$) viabiliza a utilização do processo de enchimento a quente que por hora é economicamente mais viável para pequenas unidades de produção.

Balances de Massa

Os balanços de massa foram efetuados considerando como base de cálculo o processamento de 300 kg h⁻¹ de fruto *in natura*.

Limpeza e Seleção

Para o balanço de massa das etapas de limpeza e seleção foi assumida uma eficiência para cada operação, uma eficiência de limpeza (η_L) e uma eficiência de seleção (η_S), e foi definido um valor para a fração mássica de impurezas no material (x_{imp}). Considerando o esquema ilustrado na Figura 2, em que a corrente de frutas é representada por F e os resíduos por R, o balanço de massa global para as operações é:

$$F_1 = R_{1L} + R_{1S} + F_2$$

Eq.(1)

Em que as correntes R_{1L} e R_{1S} são calculadas de acordo com as expressões:

$$R_{1L} = \eta_L X_{imp} F_1 \quad \text{Eq.(2)}$$

$$R_{1S} = (1 - \eta_S) (1 - X_{imp}) F_1 \quad \text{Eq.(3)}$$



Figura 2 – Representação esquemática das correntes envolvidas nas etapas de limpeza e seleção.

Utilizando os valores:

$$F_1 = 300 \frac{kg}{h}$$

$$X_{imp} = 0,50 \%$$

$$\eta_L = 100 \%$$

$$\eta_S = 99 \%$$

Nas equações Eq. (2), Eq. (3) e Eq. (1) respectivamente, obtêm-se:

$$R_{1L} = 1,50 \frac{kg}{h}$$

$$R_{1S} = 2,99 \frac{kg}{h}$$

$$F_2 = 295,53 \frac{kg}{h}$$

Preparação

Na etapa de preparação, a fração do material composta pelas partes não comestíveis (x_{nc}) é removida, conforme ilustrado na Figura 3, em que F representa a corrente de frutos e R os resíduos.

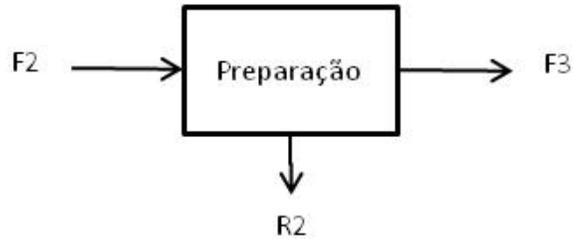


Figura 3 – Representação esquemática das correntes envolvidas na etapa de preparação.

O balanço de massa para a etapa é:

$$F_2 = R_2 + F_3 \quad \text{Eq.(4)}$$

Em que a corrente R_2 é calculada de acordo com a expressão:

$$R_2 = X_{nc} F_2 \quad \text{Eq.(5)}$$

Definindo $x_{nc} = 0,50\%$, tem-se que:

$$R_2 = 1,48 \frac{kg}{h}$$
$$F_2 = 294,04 \frac{kg}{h}$$

Despolpamento

O balanço de massa para o despolpamento foi realizado considerando uma eficiência para a operação (η_{DP}). A etapa está ilustrada na Figura 4, em que F representa a corrente de frutos, R os resíduos e P a polpa produzida.

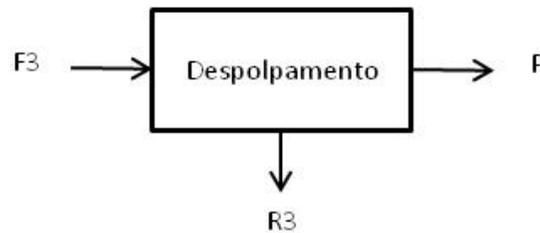


Figura 4 – Representação esquemática das correntes envolvidas na etapa de despolpamento.

O balanço de massa para a etapa é:

$$F_3 = R_3 + P \quad \text{Eq.(6)}$$

Em que a corrente P, representando a polpa da fruta, é calculada de acordo com a expressão:

$$P = \eta_{DP} F_3 \quad \text{Eq.(7)}$$

O equipamento de despolpamento exhibe rendimentos diferentes conforme a fruta processada, de acordo com Silva et al. (2009) para o araticum, Siqueira et al. (1997) para a cagaita, Santos (2011) para gabioba, Correa (2002) para a goiaba, Freitas (2012) para a graviola e para a mangaba baseado em dados não publicados dessa tese (capítulo 2), as eficiências e o valor resultante das correntes para cada uma das frutas consideradas estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores de eficiência, produção de polpa e resíduos na etapa de despulpamento para as frutas consideradas.

Fruta	Araticum	Cagaita	Gabioba	Goiaba	Graviola	Mangaba
η_{DP} (%)	55	60	60	70	60	77
R_3 (kg/h)	132,32	117,61	117,61	88,21	117,61	67,63
P (kg/h)	161,72	176,42	176,42	205,83	176,42	226,41

Formulação

Para a etapa de formulação do néctar, água, polpa, sacarose e aditivo foram considerados como ingredientes e suas proporções variaram para cada néctar produzido respeitando as restrições impostas pela legislação. Um esquema da etapa é apresentado na Figura 5, em que as correntes são P (polpa), W (água), Sac (sacarose), Ac (aditivo, e.g., ácido cítrico) e N (néctar).

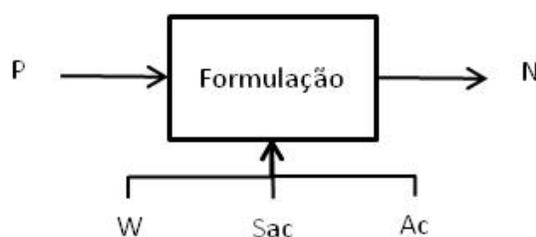


Figura 5 – Representação esquemática da etapa de formulação.

O balanço de massa para a etapa é:

$$N = P + W + Sac + Ac \quad \text{Eq.(8)}$$

A partir das proporções de polpa, água, sacarose e aditivo usados na formulação do néctar, x_P , x_W , x_{Sac} e x_{Ac} , respectivamente, as variáveis N, W, Sac e Ac foram calculadas por meio das equações:

$$P = X_P N \Rightarrow N = \frac{P}{X_P} \quad \text{Eq.(4)}$$

$$W = X_W N \quad \text{Eq.(5)}$$

$$S_{ac} = X_{sac} N \quad \text{Eq.(6)}$$

$$Ac = X_{ac} N \quad \text{Eq.(7)}$$

Como as formulações dos néctares são diferentes, as proporções dos ingredientes em cada formulação e o valor resultante das variáveis para cada uma das frutas consideradas estão apresentadas na Tabela 3.

Após a etapa de formulação, não há variação na composição e na massa da corrente N (néctar) nas etapas tratamento térmico, envase e armazenamento. Além disso, é considerado que a remoção de gases dissolvidos no fluido na etapa desaeração não causa variações na composição e na massa do néctar. Assim, não há necessidade de se explicitar os balanços de massa para as etapas posteriores.

Tabela 3 – Formulações de néctar, quantidades dos ingredientes utilizados na formulação e quantidade de néctar produzido.

Néctar Variáveis	Araticum	Cagaita	Gabiroba	Goiaba¹	Graviola	Mangaba
x_P (%)	30,0	30,0	30,0	43,0	25,0	25,0
x_W (%)	56,4	56,4	56,4	43,0	61,4	61,4
x_{sac} (%)	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4
x_{ac} (%)	0,2	0,2	0,2	0,6	0,2	0,2
W (kg/h)	304,03	331,67	331,67	205,83	433,29	556,06
Sac (kg/h)	72,24	78,80	78,80	64,14	94,56	121,36
Ac (kg/h)	1,08	1,18	1,18	2,87	1,41	1,81
N (kg/h)	539,07	588,07	588,07	478,67	705,69	905,64

¹ Formulação de Martin e Lynch (1988, *apud* MARTIN e KATO, 1991).

Balances de Energia

Formulação

Quando sacarose cristalizada é dissolvida em água, energia térmica é absorvida e a temperatura da solução diminui (REISER *et al.*, 1995) por meio de um efeito endotérmico com calor de solução à temperatura ambiente (15-20 °C) de 1319 cal/mol (16,13 kJ/kg) (POLING *et al.*, 2008). Como a diluição de sacarose está presente na etapa de formulação, os efeitos térmicos envolvidos foram considerados para estimar a temperatura final do néctar (corrente N). O emprego de aditivos também pode produzir efeitos térmicos, mas sua contribuição foi desprezada.

No balanço de energia, água líquida a 0 °C foi utilizada como referência para o cálculo das entalpias, tendo nesta condição a entalpia de 0,0 kJ/kg. Além disso, considerou-se uma capacidade calorífica (C_p) constante para a água no estado líquido a 1 atm, correspondente a 4,2 kJ kg⁻¹ °C⁻¹. As capacidades caloríficas da polpa e do néctar também foram consideradas constantes e foram estimadas pela correlação de Siebel (1982), que sugere uma dependência linear entre a capacidade calorífica e a fração de água no alimento variando de acordo com a equação:

$$C_p \left(\frac{\text{kJ}}{\text{kg } ^\circ\text{C}} \right) = 0,837 + 3,349 X_w \quad \text{Eq.(8)}$$

Em que: x_w – fração de água do alimento, na forma decimal.

Baseado nos resultados de Moura *et al.* (1998), assumiu-se que a fração de água na polpa é 0,9 para todas as frutas, resultando em C_p de 3,85 kJ kg⁻¹ °C⁻¹ para a polpa. Por meio do balanço de massa para a água na etapa de formulação, equação Eq. (9), determinou-se a fração de água no néctar (x_w^N).

$$x_w^N N = x_w^P P + W \Rightarrow x_w^N = \frac{x_w^P P + W}{N} \quad \text{Eq.(9)}$$

Em que: x_w^P – fração mássica de água na polpa.

O balanço de energia considerado para a etapa de formulação foi:

$$N H_N = P H_P + W H_W \quad \text{Eq.(10)}$$

$$H_N = C_{pW} (20 - 0) + x_{sac}^N q_{diss} + C_{pN} (T^N - 20) \quad \text{Eq.(11)}$$

$$H_P = C_{pP} (T^P - 0) \quad \text{Eq.(12)}$$

$$H_W = C_{pW} (T^W - 0) \quad \text{Eq.(13)}$$

Em que: H_b – entalpia da corrente b ($b = N, P, W$) (kJ/kg);
 C_{pb} – capacidade calorífica da corrente b ($b = N, P, W$) ($\text{kJ kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$);
 T^b – temperatura da corrente b ($b = N, P, W$) ($^\circ\text{C}$);
 q_{diss} – calor de solução da sacarose em água (kJ/kg de sacarose);
 x_{sac}^N – fração mássica de sacarose no néctar.

O procedimento utilizado para o cálculo da entalpia do néctar consistiu na elevação da temperatura da água de $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ para $25 \text{ } ^\circ\text{C}$. Em seguida, considerou-se o calor de solução da sacarose na temperatura de $25 \text{ } ^\circ\text{C}$ e a posterior elevação ou diminuição da temperatura do néctar considerando a capacidade calorífica estimada pela correlação de Siebel (1982). Para as entalpias da polpa e da água, considerou-se apenas a elevação da temperatura da referência ($0 \text{ } ^\circ\text{C}$) para a temperatura de operação por meio da capacidade calorífica correspondente.

As equações Eq. (11), Eq. (12) e Eq. (13) foram substituídas na equação Eq.(10) e a expressão foi resolvida para T^N . Nos cálculos, considerou-se $T^W = T^P = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$. A Tabela 4 traz os resultados de fração de água, capacidade calorífica e temperatura do néctar para as frutas consideradas.

Tabela 4 – Fração mássica de água, capacidade calorífica e temperatura do néctar para as frutas consideradas.

Fruta Variáveis	Araticum	Cagaita	Gabiroba	Goiaba	Graviola	Mangaba
x_w^N (%)	83,4	83,4	83,4	81,7	83,9	83,9
C_{pN} (kJ kg ⁻¹ °C ⁻¹)	3,63	3,63	3,63	3,57	3,65	3,65
T^N (°C)	21,73	21,73	21,73	21,32	21,84	21,84

Tratamento Térmico

Para o tratamento térmico do néctar, considerou-se a pasteurização a 95 °C com posterior resfriamento para 5 °C. O balanço de energia, tanto para o aquecimento quanto para o resfriamento, é:

$$Q = N C_{pN} (T_f^N - T_i^N) \quad \text{Eq.(14)}$$

Em que: Q – quantidade de energia transferida (kJ/h);

T_f^N – temperatura final do néctar (°C);

T_i^N – temperatura inicial do néctar (°C).

Os resultados obtidos para as quantidades de energia necessárias para elevar a temperatura do néctar à temperatura de pasteurização e para seu posterior resfriamento estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Quantidades de energia necessárias para o tratamento térmico do néctar das frutas consideradas.

Q (10 ³ kJ/h)	Araticum	Cagaita	Gabiroba	Goiaba	Graviola	Mangaba
Pasteurização	143,387	156,422	156,422	126,020	188,285	241,632
Resfriamento	-176,117	-192,128	-192,128	-153,930	-231,617	-297,241

Dimensionamento

Tanque de Formulação

Considerou-se a formulação como uma operação batelada e, portanto, é preciso determinar o número de tanques de formulação necessários para garantir uma produção contínua. Para isso, utilizou-se o procedimento proposto por Schmidell *et al.* (2001) originalmente aplicado para a determinação do número de dornas em processos fermentativos, baseado na vazão volumétrica necessária para a operação contínua. No presente trabalho, esta vazão correspondeu à vazão volumétrica de néctar (corrente N), determinada pela razão entre a vazão mássica e a massa específica da solução. Para estimar a massa específica da corrente N (ρ_N), o néctar foi considerado como uma solução de sacarose e foram utilizados os dados de ICUMSA (2005) na temperatura de 20 °C. De acordo com Schmidell *et al.* (2001), o número de tanques é calculado pela expressão:

$$ntq = 2 + \frac{n t_f}{V} \quad \text{Eq.(15)}$$

Em que: ntq - número de tanques;

n - N/ρ_N – vazão volumétrica de néctar (m^3/h);

t_f - tempo de formulação (h);

V - volume do tanque (m^3).

Considerando tanques de formulação com $0,25 \text{ m}^3$ capacidade definida com base em Fernandes e Silva (2003), definindo o tempo de formulação em 0,5 h e utilizando a maior vazão de néctar (905,64 kg/h, néctar de mangaba), possuindo massa específica de $1046,77 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ correspondente a uma fração mássica de sacarose de 13,4%, tem-se da equação Eq.(15) que o número de tanques necessários para operação contínua é quatro.

Pasteurizador e Resfriador

O dimensionamento do pasteurizador e do resfriador consistiu na determinação da área do equipamento de troca térmica e das vazões mássicas de fluido de aquecimento e fluido refrigerante. A equação de projeto para trocadores de calor é:

$$Q = U.A.MLDT \quad \text{Eq.(16)}$$

$$MLDT = \frac{\Delta T (\text{terminal quente}) - \Delta T (\text{terminal frio})}{\ln \frac{\Delta T (\text{terminal quente})}{\Delta T (\text{terminal frio})}} \quad \text{Eq.(17)}$$

Em que: U - coeficiente global de transferência de calor ($\text{kJ h}^{-1} \text{m}^{-2} \text{°C}^{-1}$);

A - área de troca térmica (m^2);

MLDT - média logarítmica da diferença de temperatura (°C).

Fellows (2000) afirma que trocadores de calor de placas empregados na pasteurização podem fornecer altos valores de U, na faixa $3000 - 11\,500 \text{ W m}^{-2} \text{K}^{-1}$ ($10\,800 - 41\,400 \text{ kJ h}^{-1} \text{m}^{-2} \text{K}^{-1}$).

Como fluido de aquecimento considerou-se vapor saturado a $6,3 \text{ kg/cm}^2$ (160 °C), com calor latente (λ) de $2081,3 \text{ kJ/kg}$, enquanto como fluido refrigerante considerou-se água a 3 °C . Para o cálculo das vazões mássicas de fluido utilizou-se as equações a seguir:

$$Q = m_v \lambda \quad \text{Eq.(18)}$$

$$Q = m_{WR} C_{PW} (T_f^{WR} - T_i^{WR}) \quad \text{Eq.(19)}$$

Em que: m_v - vazão mássica de vapor (kg/h);

λ - calor latente de condensação do vapor (kJ/kg);

m_{Wr} - vazão mássica de água de resfriamento (kg/h);

T_f^{Wr} - temperatura final da água de resfriamento (°C);

T_i^{Wr} - temperatura inicial da água de resfriamento (°C).

Baseando os cálculos para o néctar com maior demanda energética no tratamento térmico, néctar de mangaba, utilizando $U = 10\,800 \text{ kJ h}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ K}^{-1}$ (FELLOWS, 2000) para a pasteurização e resfriamento, e definindo a temperatura de saída da água de resfriamento em 18 °C obteve-se os resultados apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Resultados do dimensionamento para o tratamento térmico.

Variáveis	Pasteurização	Resfriamento
MLDT (°C)	97,03	20,54
A (m ²)	0,23	1,34
m_v , m_{Wr} (kg/h)	116,10	4740,69

Análise de Investimento

Para realizar a análise de investimento da planta de produção de néctar de araticum, cagaita, gabioba, goiaba, graviola e mangaba, foi utilizado o método da taxa interna de retorno com base nos valores calculados nos balanços de massa e energia, no dimensionamento e em estimativas para o investimento fixo, custos e despesas anuais, receita e capital de giro. Nessa etapa, as análises de investimento apresentadas em Fernandes e Silva (2003) e Sousa et al. (2005) serviram como referência para as estimativas.

Foi considerado o regime de trabalho de 8 h por dia em 22 dias por mês. Considerou-se também que o processamento de cada néctar de fruta varia de acordo com os meses do ano, conforme a distribuição apresentada na Tabela 7.

Tabela 7 – Regime anual do processamento das frutas.

Mês de processamento	Fruta
Janeiro	Cagaita
Fevereiro e Março	Araticum
Abril a Agosto	Graviola (2 meses) Goiaba (3 meses) (entressafra frutos do cerrado)
Setembro	Gabiroba
Outubro a Dezembro	Mangaba

Com base na Tabela 7 e nos resultados apresentados no balanço de massa, são apresentadas na Tabela 8 as quantidades anuais de consumo de matéria-prima, produção de polpa e produção de néctar das frutas consideradas.

Tabela 8 – Quantidades anuais de consumo de matéria-prima, produção de polpa e produção de néctar das frutas consideradas.

Fruta	Período de processamento (mês)	Consumo de matéria-prima (t/ano)	Produção de polpa (t/ano)	Produção de néctar (t/ano)
Araticum	2	105,600	56,926	189,752
Cagaita	1	52,800	31,050	103,501
Gabiroba	1	52,800	31,050	103,501
Goiaba	3	158,400	108,676	252,735
Graviola	2	105,600	62,101	248,403
Mangaba	3	158,400	119,543	478,175
Total	12	633,600	409,347	1.376,068

Investimento Fixo

É considerado investimento fixo todo o investimento em equipamentos, utilidades, controle e automação, laboratório, construção civil, instalações elétricas e hidráulicas e despesas legais. As estimativas feitas para o investimento fixo estão listadas a seguir e foram divididas em aquisição e instalação de equipamentos (Tabela 9), utilidades, controle e automação e laboratórios (Tabela 10) e terreno e edificações (Tabela 11). Os equipamentos e demais componentes do laboratório da unidade industrial são apresentados na Tabela 12.

Tabela 9 – Investimento fixo estimado para a aquisição e instalação de equipamentos.

Item	Descrição	Qtde.	Preço (R\$)	Total (R\$)
1	Lavador por imersão (80 L)	1	4.300,00 ¹	4.300,00
2	Lavador por aspersão	1	3.800,00 ¹	3.800,00
3	Mesa para preparo	2	2.800,00 ¹	5.600,00
4	Despolpadeira	1	8.700,00 ¹	8.700,00
5	Peneira para refinamento	3	300,00 ¹	900,00
6	Pasteurizador de placas	1	12.800,00 ¹	12.800,00
7	Tanque de formulação (250 L)	4	4.800,00 ¹	19.200,00
8	Dosador semi automático	1	7.900,00 ¹	7.900,00
9	Mesa auxiliar	2	1.200,00 ¹	2.400,00
10	Bomba de transferência	2	1.500,00 ¹	3.000,00
11	Datador	1	2.800,00 ¹	2.800,00
12	Utensílios (bandejas, baldes, etc)	1	90,00 ¹	90,00
Item	Descrição	Qtde.	Preço (R\$)	Total (R\$)
13	Câmara fria	1	25.400,00 ¹	25.400,00
14	Picotadeira de resíduos	1	3.900,00 ¹	3.900,00
15	Balança comercial (15 kg)	1	2.400,00 ¹	2.400,00
	Subtotal			107.490,00
16	Montagem	1	10% ^{2,3}	10.749,00
	Subtotal			118.239,00
17	Linhas externas	1	5% ^{2,4}	5.911,95
18	Segurança e proteção contra incêndio	1	1% ^{2,4}	1.182,39
19	Gastos eventuais	1	5% ^{2,4}	5.911,95
20	Frete	1	3% ^{2,3}	3.244,70
21	Materiais permanentes ⁵	1	3.000,00 ²	3.000,00
22	Veículo utilitário	1	23.000,00 ¹	23.000,00
	TOTAL			160.469,99

¹ Ideia de Negócios Fábrica de Polpas de Frutas – SEBRAE-SC – Disponível em: <<http://www.sebrae-sc.com.br/ideais/default.asp?vcdtexto=4097&%5E%5E>>. Acesso em: 01 jun. 2012.

² FERNANDES, A.R.; SILVA, C.A.B. Produção de polpa de frutas e extrato de tomate. In: SILVA, C.A.B.; FERNANDES, A.R. (Ed.). Projetos de Empreendimentos Agroindustriais – Vol. 2: Produtos de Origem Vegetal. 1ª Edição. Editora UFV, Viçosa – MG, 2003, pp. 275 – 306.

³ Calculado sobre o custo dos equipamentos (FOB)

⁴ Calculado sobre o custo do equipamento montado.

⁵ Móveis utensílios, materiais de escritório, linhas telefônicas, etc. são englobados neste item.

Tabela 10 – Investimento fixo estimado em utilidades, controle e automação e laboratório.

Item	Descrição	Qtde.	Preço (R\$)	Total (R\$)
1	Caldeira a vapor (100 kg/h)	1	8.700,00 ¹	8.700,00
2	Estações de tratamento de água (ETA) e esgotos (ETE)	1	30% ^{2,3}	32.247,00
3	Controle e automação	1	5% ^{2,3}	5.374,50
4	Instrumentos para laboratório	1	18.429,43 ⁴	18.983,43
Subtotal				64.750,93
5	Frete e montagem	1	13% ^{1,5}	8.417,62
TOTAL				73.168,55

¹ Ideia de Negócios Fábrica de Polpas de Frutas – SEBRAE-SC – Disponível em: <<http://www.sebrae-sc.com.br/ideais/default.asp?vcdtexto=4097&%5E%5E>>. Acesso em: 01 jun. 2012.

² BERNARDO - GIL, M.G. Avaliação Econômica de Projetos. Instituto Superior Técnico. Disponível em: <http://web.ist.utl.pt/ist11061/ebi/AVALIA_ECON_PROJECTOS.pdf>. Acesso em: 23 out. 2013.

³ Devido à baixa complexidade da planta, utilizou-se os índices inferiores sugeridos pela literatura para o cálculo.

⁴ De acordo com valores apresentados na Tabela 12.

⁵ Calculado sobre o custo dos equipamentos (FOB).

Tabela 11 – Investimento fixo estimado em terreno e edificações.

Item	Descrição	Qtde.	Preço (R\$)	Total (R\$)
1	Terreno e terraplanagem (m ²)	500	0,00 ¹	0,00
2	Construção civil (m ²)	200	838,23 ²	167.646,00
3	Instalações elétricas e hidráulicas	1	16% ³	26.823,36
4	Despesas legais	1	6% ⁴	10.058,76
TOTAL				204.528,12

¹ A doação de terrenos e levantamentos topográficos, terraplanagem e infraestrutura são benefícios concedidos pela Prefeitura Municipal de Ipameri/GO aos interessados em instalar novas empresas, de acordo com o artigo 3º da Lei Municipal nº 2727/2010 .

² Valor dado pelo Índice Nacional da Construção Civil (SINAPI), calculado pelo IBGE em parceria com a Caixa Econômica Federal, para o custo médio do metro quadrado construído para o estado de Goiás, em setembro de 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/precos/sinapi/default.shtm>>. Acesso em: 24 out. 2013.

³ Estimativa obtida em: Sindusconsp. Execução de Instalações Hidráulicas e Elétricas: Procedimentos e Inspeções Necessárias à Garantia da Qualidade. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/downloads/eventos/2011/sistemas_prediais170611/03.pdf>. Acesso em 24 out. 2013.

⁴ FERNANDES, A.R.; SILVA, C.A.B. Produção de polpa de frutas e extrato de tomate. In: SILVA, C.A.B.; FERNANDES, A.R. (Ed.). Projetos de Empreendimentos Agroindustriais – Vol. 2: Produtos de Origem Vegetal. 1ª Edição. Editora UFV, Viçosa – MG, 2003, p. 275 – 306.

Tabela 12 – Lista dos equipamentos de laboratório da unidade industrial

Item	Descrição	Qtde.	Preço (R\$) ¹	Total (R\$)
1	Balança semi-analítica	1	1.200,00	1.200,00
2	Agitador magnético	1	1.114,77	1.114,77
3	Bureta de 25 mL	2	76,00	152,00
4	Suporte para bureta	1	34,15	34,15
5	Medidor de pH de bancada	1	714,20	714,20
6	Refratômetro digital de bancada	1	3.100,00	3.654,00
7	Densímetro para massa específica	1	51,20	51,20
8	Viscosímetro digital	1	11.578,38	11.578,38
9	Termômetro digital	1	174,12	174,12
Item	Descrição	Qtde.	Preço (R\$) ¹	Total (R\$)
10	Balão volumétrico de 500 mL	2	14,80	29,60
11	Becker de 250 mL	4	5,40	21,60
12	Funil de vidro de 10 cm	1	3,76	3,76
13	Bastão de vidro	5	0,49	2,45
14	Pipeta graduada de 1 mL	3	6,90	20,70
15	Pipeta graduada de 5 mL	5	8,55	42,75
16	Pipeta graduada de 10 mL	5	9,25	46,25
17	Pipeta graduada de 25 mL	5	12,60	63,00
18	Suporte para pipetas	1	80,50	80,50
TOTAL				18.983,43

¹ Os valores dos equipamentos e vidrarias foram obtidos juntos com os seguintes fornecedores: SPLABOR – Equipamentos para laboratório e Adamo Produtos para Laboratório Ltda. Acesso aos dados em: outubro de 2013.

Com base nas estimativas, o investimento fixo total correspondeu a R\$ 438.166,66.

Custos e Despesas Anuais Projetados

Segundo a terminologia de custos, custo é o valor de bens e serviços consumidos na produção de outros bens e serviços, enquanto despesa é o valor dos bens e serviços não relacionados com a produção dos bens e serviços produzidos. Os custos e despesas podem variar de acordo com o nível de operação da planta, sendo dessa forma classificados em fixos e variáveis. As

estimativas feitas para os custos e despesas são apresentadas a seguir e foram divididas em custos variáveis diretos de fabricação (Tabela 13), custos variáveis indiretos de fabricação (Tabela 14), custos fixos indiretos de fabricação (Tabela 15) e despesas fixas anuais (Tabela 18). Na Tabela 16 estão detalhados os custos com mão-de-obra (salários e encargos).

Tabela 13 – Custos variáveis diretos de fabricação (custos com matéria-prima).

Material	Custo (R\$/t)	Consumo (t/ano)	Total (R\$/ano)
Cagaita	1.500,00 ¹	52,80	79.200,00
Araticum	1.250,00 ¹	105,60	132.000,00
Graviola	1.280,00 ¹	105,60	135.168,00
Goiaba	330,00 ¹	158,40	52.272,00
Gabiroba	1.500,00 ¹	52,80	79.200,00
Mangaba	1.500,00 ¹	158,40	237.600,00
TOTAL		633,60	715.440,00

¹ Valores fornecidos pela Sorveteria Frutos do Brasil Ltda.

Tabela 14 – Custos variáveis indiretos de fabricação.

Material	Unidade	Custo (R\$/un)	Consumo (un/ano)	Total (R\$/ano)
Sacarose	t	840,00 ¹	184,39	154.890,23
Aditivos (Ác. Cítrico)	t	3.300,00 ¹	3,76	12.418,16
Tratamento de água	t	1,20 ²	904,90	723,92
Tratamento de efluentes	t	1,20 ²	126,34	151,61
Combustível para caldeira	m ³	35,00 ¹	63,00	2.205,00
Cloro ativo	t	2.020,00 ¹	0,50	1.010,00
Embalagem (300 mL/un.)	un	0,20 ¹	4.381.950	876.390,01
Energia elétrica	kWh	0,29350 ³	13.213,00 ⁴	3.878,02
TOTAL				1.052.028,91

¹ Estimados com referências em valores anunciados nos sites de e-commerce para pequenas empresas <<http://www.alibaba.com/>> e <<http://www.mfrural.com.br>>. Valores anunciados pelos fornecedores entre outubro e novembro de 2013.

² Valores estimados com base na seguinte referência: HESPANHOL, I. Conservação e reúso como instrumentos de gestão para atenuar os custos de cobrança pelo uso da água no setor industrial. Disponível em: <<http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-810.pdf>>. Acesso em 05 nov. 2013.

³ Tarifas praticadas pela CELG – empresa responsável pela distribuição de energia elétrica no Estado de Goiás – para o subgrupo B3, que inclui as indústrias.

⁴ FERNANDES, A.R.; SILVA, C.A.B. Produção de polpa de frutas e extrato de tomate. In: SILVA, C.A.B.; FERNANDES, A.R. (Ed.). Projetos de Empreendimentos Agroindustriais – Vol. 2: Produtos de Origem Vegetal. 1ª Edição. Editora UFV, Viçosa – MG, 2003, p. 275 – 306.

Tabela 15 – Custos fixos indiretos de fabricação.

Material	Custo (R\$)	Consumo	Total (R\$/ano)
Energia elétrica (kWh)	0,29350 ¹	2.160,00	633,96
Manutenção	2,5% ^{1,2}	-	4.011,75
Serviços gerais	5,0% ^{1,2}	-	8.023,50
Salários e encargos	-	-	486.597,89
TOTAL			499.267,10

¹ FERNANDES, A.R.; SILVA, C.A.B. Produção de polpa de frutas e extrato de tomate. In: SILVA, C.A.B.; FERNANDES, A.R. (Ed.). Projetos de Empreendimentos Agroindustriais – Vol. 2: Produtos de Origem Vegetal. 1ª Edição. Editora UFV, Viçosa – MG, 2003, p. 275 – 306.

² Baseado no custo total de aquisição e instalação de equipamentos.

Tabela 16 – Quadro de colaboradores¹.

Cargo	Salário (R\$/mes)	Encargos (60%) (R\$/mes)	Qtde.	Total (R\$/ano)
Gerente Geral	6.373,20	3.823,92	1	122.365,44
Contador	1.911,96	1.147,18	1	36.709,63
Gerente de Processos	5.098,56	3.059,14	1	97.892,35
Assistente de Produção	1.356,00	813,60	6	156.211,20
Secretário	2.549,28	1.529,57	1	24.960,00
Faxineiro	1.274,64	764,78	1	24.473,09
TOTAL	18.563,64	11.138,18	11	486.597,89

¹ Com base nos salários estimados por SOUSA et al. (2005), considerando-se o salário mínimo atualmente em vigor de R\$ 678,00, de conforme o Decreto 7.872/2012.

Com base nos valores estimados, os custos totais correspondem a R\$ 2.266.736,01. Também é interessante explicitar o custo unitário dos produtos fabricados, apresentado na Tabela 17.

Tabela 17 – Custo unitário dos produtos fabricados.

Produto	Produção (kg/ano)	Custo fixo (R\$/ano)	Custo variável (R\$/ano)	Custo unitário (R\$/kg)
Néctar de Cagaita	103.501,17	41.605,59	158.137,41	1,93
Néctar de Araticum	189.752,15	83.211,18	276.821,31	1,90
Néctar de Graviola	248.402,82	83.211,18	324.386,14	1,64
Néctar de Goiaba	252.735,42	124.816,77	248.665,62	1,48
Néctar de Gabiroba	103.501,17	41.605,59	158.137,41	1,93
Néctar de Mangaba	478.175,42	124.816,77	601.321,03	1,52
TOTAL		499.267,10	1.767.468,91	

Adicionando os valores das despesas fixas, apresentados na Tabela 18, aos custos totais, obtém-se que o valor dos custos e despesas totais correspondem a R\$ 2.568.074,89.

Tabela 18 – Despesas fixas anuais.

Despesa	Total (R\$/ano)
Administrativas e financeiras ¹	120.000,00
Vendas ^{2,3}	181.338,88
TOTAL	301.338,88

¹ Estimativa baseada em: Ideia de Negócios Fábrica de Polpas de Frutas – SEBRAE-SC – Disponível em: <<http://www.sebrae-sc.com.br/ideais/default.asp?vcdtexto=4097&%5E%5E>>. Acesso em: 01 jun. 2012.

² FERNANDES, A.R.; SILVA, C.A.B. Produção de polpa de frutas e extrato de tomate. In: SILVA, C.A.B.; FERNANDES, A.R. (Ed.). Projetos de Empreendimentos Agroindustriais – Vol. 2: Produtos de Origem Vegetal. 1ª Edição. Editora UFV, Viçosa – MG, 2003, p. 275 – 306.

³ Calculadas sobre a receita anual bruta anual; referem-se à comissão concedida aos vendedores.

Receita Anual Projetada

Como estimativa da receita anual, adotou-se um ganho de 60% sobre o custo unitário dos produtos para a definição do preço de venda, considerando ainda que frete, ICMS e demais encargos são pagos pelo cliente. Preços, produção anual e receita bruta anual encontram-se descritos na Tabela 19.

Tabela 19 – Receita bruta anual projetada.

Produto	Ganho (%)	Preço de venda (R\$/kg)	Produção (kg/ano)	Receita bruta (R\$/ano)
Néctar de Cagaita	60%	3,09	103.501,17	319.588,80
Néctar de Araticum	60%	3,04	189.752,15	576.051,99
Néctar de Graviola	60%	2,63	248.402,82	652.155,72
Néctar de Goiaba	60%	2,36	252.735,42	597.571,82
Néctar de Gabiroba	60%	3,09	103.501,17	319.588,80
Néctar de Mangaba	60%	2,43	478.175,42	1.161.820,48
TOTAL				3.626.777,61

Ponto de Equilíbrio

Com base nos valores anuais estimados para custos, despesas e receita, calculou-se o ponto de equilíbrio, o ponto no qual a operação da empresa não

resulta em lucro e nem em prejuízo. Para o cálculo do ponto de equilíbrio considerou-se a variação linear da receita e dos custos e despesas variáveis em relação ao percentual de uso da capacidade produtiva da planta. A equação do ponto de equilíbrio contábil (PE) tradicionalmente utilizada¹ pode ser adaptada para levar em consideração diferentes produtos com margens de contribuição distintas (diferença entre receita e custos variáveis), como é o caso deste trabalho, sendo então definida matematicamente por:

$$PE = \frac{\text{Custo Total} + \text{Despesas}}{\text{Receita} - \text{Custos Variáveis}} \quad \text{Eq.(25)}$$

O ponto de equilíbrio correspondeu a 43,1% da utilização da planta, o que corresponde a uma receita de R\$ 1.561.670 e pode ser visto no gráfico apresentado na Figura 6.

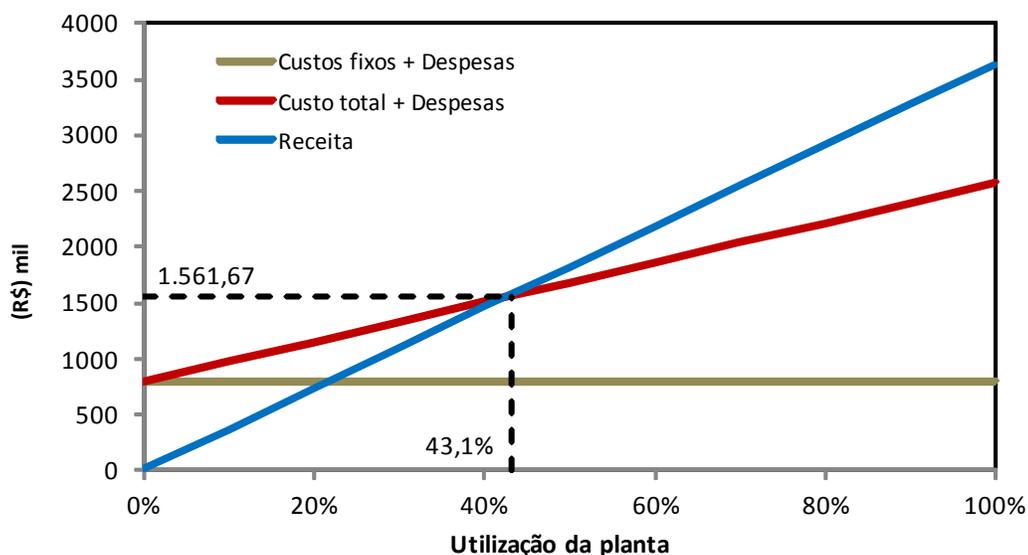


Figura 6 – Ponto de equilíbrio da planta de produção de néctar.

¹ ZAGO, A. P. P.; ARANTES, B. R. M.; LEMES, S.; NUNES, E. F. Cálculo do Ponto de Equilíbrio em Condições de Risco e Incerteza. In: IX SEMEAD - Seminário de Administração FEA/USP, 2006, São Paulo. IX SEMEAD, 2006. Disponível em: http://www.ead.fea.usp.br/semead/9semead/resultado_semead/trabalhosPDF/433.pdf. Acesso em: 11 set. 2013.

Capital de Giro

Para a determinação do capital de giro estabeleceu-se o valor equivalente aos custos e despesas dos primeiros seis meses, conforme prática comumente adotada no mercado e sugerida por especialistas (CENIZE, 2012) de forma que a empresa possa se instalar com estabilidade no mercado oferecendo prazos de pagamento flexíveis aos clientes. Desta forma, o capital de giro correspondeu a R\$ 1.284.037,44.

Origem dos Investimentos

Visto que a quantia de R\$ 1.722.830,13, equivalente à soma do investimento fixo e do capital de giro, pode não estar prontamente disponível para o início do negócio, também foi considerado o financiamento dos recursos para a análise do investimento. Assim, optou-se pelo financiamento por meio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), empresa pública federal que é hoje o principal instrumento de financiamento de longo prazo para a realização de investimentos em todos os segmentos da economia, em uma política que inclui as dimensões social, regional e ambiental². O BNDES tem como uma de suas prioridades apoiar as micro, pequenas e médias empresas (MPME) de todo o país e, por isso, oferece opções de financiamento com melhores condições de custos, prazos e níveis de participação. De acordo com a política do BNDES, para efeitos de concessão de financiamento, são consideradas MPMEs as empresas cuja receita operacional bruta anual ou anualizada seja inferior ou igual a R\$ 90 milhões³.

² Informações sobre o BNDES obtidas em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/O_BNDES/A_Empresa/>. Acesso em: 01 jun. 2012.

³ Informações sobre o apoio do BNDES às Micro, Pequenas e Médias empresas obtidas em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Navegacao_Suplementar/Perfil/Micro_Pequena_e_Media_Empresa_e_Pessoa_Fisica/>. Acesso em: 01 jun. 2012.

O programa do BNDES que melhor se adéqua ao presente projeto é o BNDES Automático, que apoia investimentos para implantação, ampliação, recuperação e modernização de ativos fixos, bem como investimentos em meio ambiente, e projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação nos setores de indústria, comércio, prestação de serviços e agropecuária, financiando projetos de investimento de micro, pequenas, médias e média-grandes empresas cujo valor seja inferior ou igual a R\$ 20 milhões por meio de instituições financeiras credenciadas. Dentro do programa BNDES Automático, a linha de financiamento adequada ao presente projeto é a MPME Investimento, que apoia projetos de investimento para aquisição de equipamentos nacionais novos e o capital de giro associado para MPMEs de qualquer setor de atuação e produtores rurais⁴.

Dentro da linha MPME Investimento, a participação máxima do BNDES corresponde a 90% dos itens financiáveis, em que os prazos de carência e total das operações são definidos pela instituição financeira credenciada em função da capacidade de pagamento do empreendimento, do cliente ou do grupo econômico ao qual pertença. Para o presente projeto, assumiu-se o prazo de pagamento de cinco anos sem período de carência. A taxa de juros da linha MPME Investimento consiste na soma dos seguintes itens:

- Custo financeiro dado pela taxa de juros de longo prazo (TJLP), de 5,5% a.a.⁵;
- Remuneração do BNDES, de 0,9% a.a.;
- Remuneração da instituição financeira credenciada, a ser negociada entre a instituição financeira credenciada e o cliente (para a presente análise, essa remuneração foi estimada em 1,5% a.a.).

⁴ Informações sobre o programa BNDES Automático e sobre a linha de financiamento MPME Investimento obtidas respectivamente em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Produtos/BNDES_Automatico/index.html> e <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Produtos/BNDES_Automatico/mpme_investimento.html>. Acesso em: 01 jun. 2012.

⁵ Informações sobre a TJLP obtidas em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Custos_Financeiros/Taxa_de_Juros_de_Longo_Prazo_TJLP/index.html>. Acesso em: 01 jun. 2012.

Adotando-se os valores da presente análise de investimento, financiamento de R\$ 1.550.547,11 (= 90% do investimento fixo e do capital de giro) com prazo de pagamento de cinco anos sem período de carência, taxa de juros total de 7,9% a.a. e sistema de amortização constante (SAC, sistema utilizado como regra geral pelo BNDES), o financiamento do empreendimento é apresentado na Tabela 20.

Tabela 20 – Financiamento de 90% do capital de giro e do investimento fixo com prazo de pagamento de 5 anos sem período de carência e taxa de 7,9% a.a. calculado pelo sistema de amortização constante (SAC).

Período (ano)	Saldo devedor (R\$)	Juros (R\$)	Amortização (R\$)	Prestação (R\$)
0	1.550.547,11	-	-	-
1	1.240.437,69	122.493,22	310.109,42	432.602,64
2	930.328,27	97.994,58	310.109,42	408.104,00
3	620.218,85	73.495,93	310.109,42	383.605,36
4	310.109,42	48.997,29	310.109,42	359.106,71
5	0,00	24.498,64	310.109,42	334.608,07

Desta forma, a quantia restante de R\$ 172.283,01, referente a 10% do investimento fixo e do capital de giro, será considerada um valor investido com recursos próprios.

Demonstração do Resultado do Exercício (DRE) e Fluxo de Caixa

Para a construção da DRE para a presente análise, foi considerado que a empresa iniciará suas atividades utilizando 70% da sua capacidade produtiva total, aumentando a taxa de utilização em 10% ao início de cada ano com a finalidade de considerar o período de adaptação das operações em que ocorre o treinamento dos funcionários e a identificação e solução de problemas no processo. Assim, a planta operará com 70%, 80% e 90% em cada um dos primeiros três anos de operação, utilizando 100% da capacidade total a partir do quarto ano.

A DRE foi calculada para 10 anos de operação e usada para comparar duas situações: i) investimento considerando o financiamento pelo MPME Investimento do BNDES, e ii) investimento sem financiamento, supondo-se que todo o investimento inicial é capital próprio do(s) empreendedor(es). As Tabelas

21 e 22 apresentam a DRE para o investimento com financiamento e sem financiamento. Nas tabelas a seguir, os valores negativos encontram-se entre parênteses.

Para o item depreciação, que consiste no custo ou as despesas decorrentes do desgaste ou da obsolescência dos ativos imobilizados, como por exemplo, máquinas, veículos, móveis, imóveis ou instalações, foram utilizados os critérios determinados pelo governo, através da Secretaria da Receita Federal, art. 305 do RIR/99 (Regulamento do Imposto de Renda - RIR/99, Decreto n° 3.000, de 26 de março de 1999), que estipula o prazo de 10 anos para depreciação de máquinas, 5 anos para veículos, 10 anos para móveis e 25 anos para os imóveis.

Tabela 21 – DRE da empresa para a análise com financiamento, do início das operações ao 3º ano de funcionamento.

Período (ano)	0	1	2	3
Utilização da planta	0%	70%	80%	90%
Financiamento	1.550.547,11			
Investimento fixo	(438.792,68)			
Capital de giro	(1.284.037,44)			
RECEITA				
Néctar de Cagaita	-	223.712,16	255.671,04	287.629,92
Néctar de Araticum	-	403.236,39	460.841,59	518.446,79
Néctar de Graviola	-	456.509,01	521.724,58	586.940,15
Néctar de Goiaba	-	418.300,28	478.057,46	537.814,64
Néctar de Gabiroba	-	223.712,16	255.671,04	287.629,92
Néctar de Mangaba	-	813.274,34	929.456,39	1.045.638,43
TOTAL	0,00	2.538.744,33	2.901.422,09	3.264.099,85
CUSTOS VARIÁVEIS				
Material Direto				
Cagaita	-	(55.440,00)	(63.360,00)	(71.280,00)
Araticum	-	(92.400,00)	(105.600,00)	(118.800,00)
Graviola	-	(94.617,60)	(108.134,40)	(121.651,20)
Goiaba	-	(36.590,40)	(41.817,60)	(47.044,80)
Gabiroba	-	(55.440,00)	(63.360,00)	(71.280,00)
Mangaba	-	(166.320,00)	(190.080,00)	(213.840,00)
SUBTOTAL	0,00	(500.808,00)	(572.352,00)	(643.896,00)
Custos Ind. de Fab.				
Sacarose	-	(108.423,16)	(123.912,19)	(139.401,21)
Aditivos (Ác. Cítrico)	-	(8.692,71)	(9.934,53)	(11.176,34)
Tratamento de águas	-	(760,12)	(868,71)	(977,30)
Tratamento de efluentes	-	(106,13)	(121,29)	(136,45)
Combustível para caldeira	-	(1.543,50)	(1.764,00)	(1.984,50)
Cloro ativo	-	(707,00)	(808,00)	(909,00)
Embalagem	-	(613.473,01)	(701.112,01)	(788.751,01)
Energia elétrica	-	(2.714,61)	(3.102,41)	(3.490,21)
SUBTOTAL	0,00	(736.420,24)	(841.623,13)	(946.826,02)

CUSTOS FIXOS				
Custos Ind. de Fab.				
Energia elétrica	-	(633,96)	(633,96)	(633,96)
Manutenção	-	(4.011,75)	(4.011,75)	(4.011,75)
Serviços gerais	-	(8.023,50)	(8.023,50)	(8.023,50)
Salários e encargos	-	(486.597,89)	(486.597,89)	(486.597,89)
SUBTOTAL	0,00	(499.267,10)	(499.267,10)	(499.267,10)
TOTAL	0,00	(1.736.495,34)	(1.913.242,23)	(2.089.989,12)
LUCRO BRUTO	0,00	802.248,99	988.179,86	1.174.110,74
IMPOSTOS E TRIBUTOS				
Simplex Nacional - Industria				
Alíquota	-	0,09	0,10	0,10
Valor devido	-	(71.801,29)	(94.173,54)	(112.949,45)
DESPESAS				
Administrativas	-	(120.000,00)	(120.000,00)	(120.000,00)
Vendas	-	(126.937,22)	(145.071,10)	(163.204,99)
Juros	-	(122.493,22)	(97.994,58)	(73.495,93)
DEPRECIÇÃO				
	-	(32.432,30)	(32.432,30)	(32.432,30)
LUCRO ANTES DO IR	-	328.584,98	498.508,35	672.028,06
IMPOSTOS				
IR (15%)	-	(492,88)	(747,76)	(1.008,04)
Adicional (10%)	-	(88,58)	(258,51)	(432,03)
Saldo após IR	-	328.003,51	497.502,07	670.587,99
Depreciação	-	32.432,30	32.432,30	32.432,30
Amortização	-	(432.602,64)	(408.104,00)	(383.605,36)
SALDO FINAL	(172.283,01)	(72.166,84)	121.830,37	319.414,93

Tabela 22 – DRE da empresa para a análise com financiamento, do 4º ao 10º ano de operação.

Período (ano)	4	5	6 a 10
Utilização da planta	100%	100%	100%
Financiamento			
Investimento fixo			
Capital de giro			
RECEITA			
Néctar de Cagaita	319.588,80	319.588,80	319.588,80
Néctar de Araticum	576.051,99	576.051,99	576.051,99
Néctar de Graviola	652.155,72	652.155,72	652.155,72
Néctar de Goiaba	597.571,82	597.571,82	597.571,82
Néctar de Gabiroba	319.588,80	319.588,80	319.588,80
Néctar de Mangaba	1.161.820,48	1.161.820,48	1.161.820,48
TOTAL	3.626.777,61	3.626.777,61	3.626.777,61
CUSTOS VARIÁVEIS			
Material Direto			
Cagaita	(79.200,00)	(79.200,00)	(79.200,00)
Araticum	(132.000,00)	(132.000,00)	(132.000,00)
Graviola	(135.168,00)	(135.168,00)	(135.168,00)
Goiaba	(52.272,00)	(52.272,00)	(52.272,00)
Gabiroba	(79.200,00)	(79.200,00)	(79.200,00)
Mangaba	(237.600,00)	(237.600,00)	(237.600,00)
SUBTOTAL	(715.440,00)	(715.440,00)	(715.440,00)
Custos Ind. de Fab.			
Sacarose	(154.890,23)	(154.890,23)	(154.890,23)
Aditivos (Ác. Cítrico)	(12.418,16)	(12.418,16)	(12.418,16)
Tratamento de águas	(1.085,89)	(1.085,89)	(1.085,89)
Tratamento de efluentes	(151,61)	(151,61)	(151,61)
Combustível para caldeira	(2.205,00)	(2.205,00)	(2.205,00)
Cloro ativo	(1.010,00)	(1.010,00)	(1.010,00)
Embalagem	(876.390,01)	(876.390,01)	(876.390,01)
Energia elétrica	(3.878,02)	(3.878,02)	(3.878,02)
SUBTOTAL	(1.052.028,91)	(1.052.028,91)	(1.052.028,91)

CUSTOS FIXOS			
Custos Ind. de Fab.			
Energia elétrica	(633,96)	(633,96)	(633,96)
Manutenção	(4.011,75)	(4.011,75)	(4.011,75)
Serviços gerais	(8.023,50)	(8.023,50)	(8.023,50)
Salários e encargos	(486.597,89)	(486.597,89)	(486.597,89)
SUBTOTAL	(499.267,10)	(499.267,10)	(499.267,10)
TOTAL	(2.266.736,01)	(2.266.736,01)	(2.266.736,01)
LUCRO BRUTO	1.360.041,61	1.360.041,61	1.360.041,61
IMPOSTOS E TRIBUTOS			
Simplex Nacional - Industria			
Alíquota	0,10	0,10	0,10
Valor devido	(142.124,35)	(142.124,35)	(142.124,35)
DESPESAS			
Administrativas	(120.000,00)	(120.000,00)	(120.000,00)
Vendas	(181.338,88)	(181.338,88)	(181.338,88)
Juros	(48.997,29)	(24.498,64)	0,00
DEPRECIÇÃO			
	(32.432,30)	(32.432,30)	(32.432,30)
LUCRO ANTES DO IR	835.148,79	859.647,44	884.146,08
IMPOSTOS			
IR (15%)	(1.252,72)	(1.289,47)	(1.326,22)
Adicional (10%)	(595,15)	(619,65)	(644,15)
Saldo após IR	833.300,92	857.738,32	882.175,72
Depreciação	32.432,30	32.432,30	32.432,30
Amortização	(359.106,71)	(334.608,07)	0,00
SALDO FINAL	506.626,50	555.562,55	914.608,01

A partir dos valores do saldo final de cada ano construiu-se o diagrama representativo do fluxo de caixa da empresa, apresentado na Figura7.

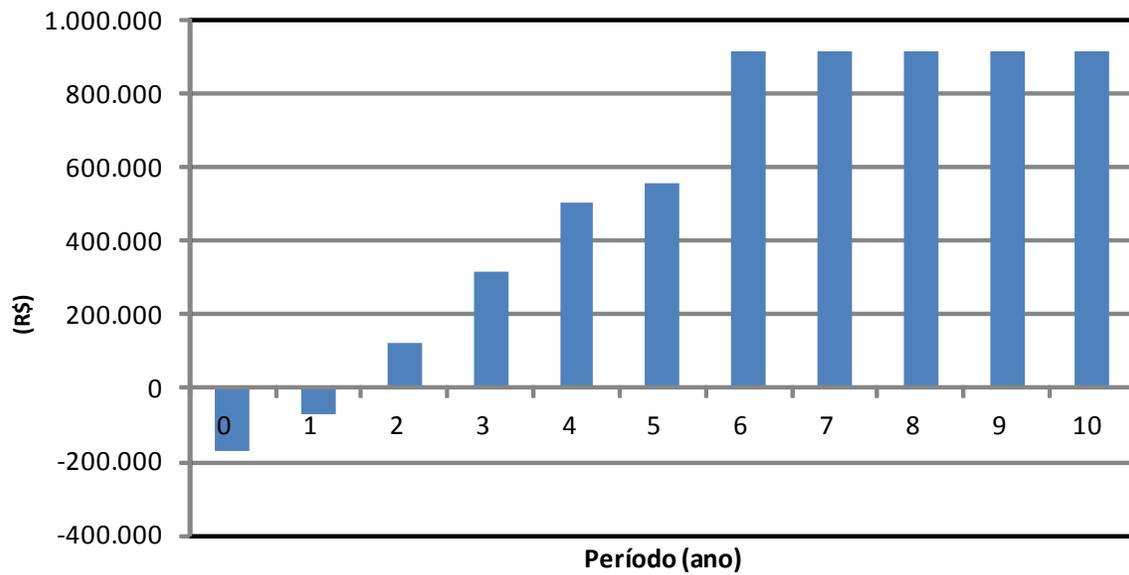


Figura 7 – Fluxo de caixa presumido dos 10 primeiros anos da empresa para a análise de investimento com financiamento.

Para o investimento sem financiamento, a DRE está apresentada na Tabela 23 e o fluxo de caixa na Figura 8.

Tabela 23 – DRE da empresa para a análise de investimento sem financiamento.

Período (ano)	0	1	2	3	4 a 10
Utilização da planta	0%	70%	80%	90%	100%
Financiamento	0,00				
investimento fixo	(438.792,68)				
Capital de giro	(1.284.037,44)				
RECEITA					
Néctar de Cagaita	-	223.712,16	255.671,04	287.629,92	319.588,80
Néctar de Araticum	-	403.236,39	460.841,59	518.446,79	576.051,99
Néctar de Graviola	-	456.509,01	521.724,58	586.940,15	652.155,72
Néctar de Goiaba	-	418.300,28	478.057,46	537.814,64	597.571,82
Néctar de Gabiroba	-	223.712,16	255.671,04	287.629,92	319.588,80
Néctar de Mangaba	-	813.274,34	929.456,39	1.045.638,43	1.161.820,48
TOTAL	0,00	2.538.744,33	2.901.422,09	3.264.099,85	3.626.777,61
CUSTOS VARIÁVEIS					
Material direto					
Cagaita	-	(55.440,00)	(63.360,00)	(71.280,00)	(79.200,00)
Araticum	-	(92.400,00)	(105.600,00)	(118.800,00)	(132.000,00)
Graviola	-	(94.617,60)	(108.134,40)	(121.651,20)	(135.168,00)
Goiaba	-	(36.590,40)	(41.817,60)	(47.044,80)	(52.272,00)
Gabiroba	-	(55.440,00)	(63.360,00)	(71.280,00)	(79.200,00)
Mangaba	-	(166.320,00)	(190.080,00)	(213.840,00)	(237.600,00)
SUBTOTAL	0,00	(500.808,00)	(572.352,00)	(643.896,00)	(715.440,00)
Custos indiretos de fabricação					
Sacarose	-	(108.423,16)	(123.912,19)	(139.401,21)	(154.890,23)
Aditivos (Ác. Cítrico)	-	(8.692,71)	(9.934,53)	(11.176,34)	(12.418,16)
Tratamento de águas	-	(760,12)	(868,71)	(977,30)	(1.085,89)
Tratamento de efluentes	-	(106,13)	(121,29)	(136,45)	(151,61)
Combustível para caldeira	-	(1.543,50)	(1.764,00)	(1.984,50)	(2.205,00)
Cloro ativo	-	(707,00)	(808,00)	(909,00)	(1.010,00)
Embalagem	-	(613.473,01)	(701.112,01)	(788.751,01)	(876.390,01)
Energia elétrica	-	(2.714,61)	(3.102,41)	(3.490,21)	(3.878,02)
SUBTOTAL	0,00	(736.420,24)	(841.623,13)	(946.826,02)	(1.052.028,91)

CUSTOS FIXOS					
Custos indiretos de fabricação					
Energia elétrica	-	(633,96)	(633,96)	(633,96)	(633,96)
Manutenção	-	(4.011,75)	(4.011,75)	(4.011,75)	(4.011,75)
Serviços gerais	-	(8.023,50)	(8.023,50)	(8.023,50)	(8.023,50)
Salários e encargos	-	(486.597,89)	(486.597,89)	(486.597,89)	(486.597,89)
SUBTOTAL	0,00	(499.267,10)	(499.267,10)	(499.267,10)	(499.267,10)
TOTAL	0,00	(1.736.495,34)	(1.913.242,23)	(2.089.989,12)	(2.266.736,01)
LUCRO BRUTO	0,00	802.248,99	988.179,86	1.174.110,74	1.360.041,61
IMPOSTOS E TRIBUTOS					
Simples Nacional - Industria					
Alíquota	-	0,09	0,10	0,10	0,10
Valor devido	-	(71.801,29)	(94.173,54)	(112.949,45)	(142.124,35)
DESPESAS					
Administrativas	-	(120.000,00)	(120.000,00)	(120.000,00)	(120.000,00)
Vendas	-	(126.937,22)	(145.071,10)	(163.204,99)	(181.338,88)
Juros	-	0,00	0,00	0,00	0,00
DEPRECIÇÃO					
	-	(32.432,30)	(32.432,30)	(32.432,30)	(32.432,30)
LUCRO ANTES DO IR	-	451.078,20	596.502,92	745.523,99	884.146,08
IMPOSTOS					
IR (15%)	-	(676,62)	(894,75)	(1.118,29)	(1.326,22)
Adicional (10%)	-	(211,08)	(356,50)	(505,52)	(644,15)
Saldo após IR	-	450.190,50	595.251,67	743.900,18	882.175,72
Depreciação	-	32.432,30	32.432,30	32.432,30	32.432,30
Amortização	-	0,00	0,00	0,00	0,00
SALDO FINAL	(1.722.830,13)	482.622,80	627.683,96	776.332,48	914.608,01

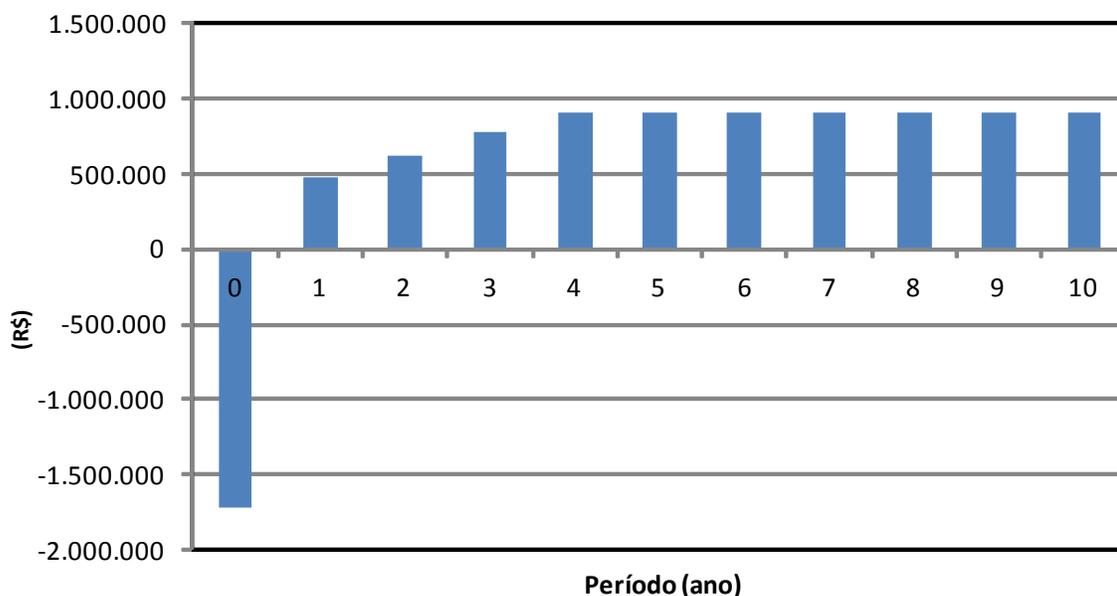


Figura 8 – Fluxo de caixa presumido dos 10 primeiros anos da empresa para a análise de investimento sem financiamento.

Taxa Interna de Retorno e Tempo de Retorno do Investimento

De posse dos valores do fluxo de caixa, calculou-se a taxa interna de retorno do investimento pelo método do valor presente. O tempo de retorno do investimento (*payback* nominal, calculado com base no fluxo de caixa com valores nominais) também foi determinado. Os resultados estão apresentados na Tabela 24, em que se observa que o projeto com financiamento é mais atraente, com maior taxa interna de retorno e menor tempo de retorno do investimento.

A taxa interna de retorno (TIR) é uma taxa de desconto hipotética que, quando aplicada a um fluxo de caixa, faz com que os valores das despesas, trazidos ao valor presente, seja igual aos valores dos retornos dos investimentos, também trazidos ao valor presente (BRANCO, 2002).

Para encontrar o valor da TIR, calcular a taxa que satisfaz a seguinte equação:

$$VPL = 0 = \text{Investimento Inicial} + \sum_{t=1}^N \frac{F_t}{(1 - TIR)^t} \quad \text{Eq.(26)}$$

Onde VPL é o valor líquido presente e F_t é o fluxo de caixa em cada um dos períodos considerados.

Por sua vez, o *payback* nominal consiste na determinação do tempo necessário para que o dispêndio de capital seja recuperado por meio de fluxos de caixas promovidos pelo investimento. É um importante indicador do nível de risco de um projeto de investimento. Entretanto, há que se considerar duas importantes restrições ao método *payback*: não leva em conta as magnitudes dos fluxos de caixa e sua distribuição nos períodos que antecedem ao método *payback* e não leva em consideração os fluxos de caixa que ocorrem após o período de *payback* (Assaf Neto, 2009).

Para o cálculo do *payback nominal*, utiliza-se a seguinte expressão:

$$\text{Payback} = \frac{\text{Investimento Inicial}}{\text{Fluxo de Caixa Regular}} \quad \text{Eq.(27)}$$

Tabela 24 – Taxa interna de retorno do investimento para os projetos analisados.

Projeto	Taxa Interna de Retorno (%)	Payback nominal (ano)
Sem financiamento	39,54	2,8
Com financiamento	83,02	2,4

Conclusão

A instalação da unidade processadora de néctares de araticum, cagaita, gabioba, goiaba, graviola e mangaba favorece o desenvolvimento social e econômico da região de Ipameri – GO através do fortalecimento da economia local, geração de empregos (diretos e indiretos), aumento da arrecadação e sustentabilidade ambiental.

Pela análise de fluxo de caixa a unidade processadora de néctares apresentou viabilidade econômica com taxa interna de retorno (TIR) de 39,54% para o projeto sem financiamento e 83,02% para o projeto com financiamento. Em ambos os estudos, os valores da taxa interna de retorno foram superiores às taxas de juros vigentes para implantação de projetos agroindustriais, nesse estudo a taxa de juros foi 7,9%, relativa ao programa BNDS automático, linha MDME investimento para micro, pequenas, médias e média-grandes empresas. Assim como na avaliação da viabilidade econômica pela TIR, na avaliação do *payback* nominal o projeto com financiamento é mais atrativo com *payback* de 2 anos e 4 meses.

Referências Bibliográficas

ASSAF NETO, A. **Finanças Corporativas e Valor**. São Paulo: Atlas, 2009.

BARRET, D.M.; SOMOGYI, L.; RAMASWAMY, H. **Processing fruits: Science and technology**, 2nd ed. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, 2005.

BRANCO, A. C. C. **Matemática Financeira Aplicada**. São Paulo: Thomson-Pioneira, 2002.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Decreto Nº 55871, de 26 de março de 1965. **Modifica o Decreto nº 50.040, de 24 de janeiro de 1961, referente às normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos**. Diário Oficial da União, 09 abr. 1965, Seção 1, p. 3610.

_____. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Decreto Nº 6.871, de 04 de abril de 2009. **Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de bebidas**. Diário Oficial da União, 05 jun. 2009, p. 20.

_____. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa Nº 1, de 07 de janeiro de 2000. **Aprova o Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta**. Diário Oficial da União, 10 jan. 2000, Seção 1, p. 54.

_____. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº 12, de 04 de Setembro de 2003. **Dispõe sobre o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade de Néctares**. Diário Oficial da União, 09 set. 2003, Seção 1, p. 2.

_____. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA). Lei Nº 8.918, de 14 de julho de 1994. **Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas**. Diário Oficial, 15 jul. 1994, p. 10661.

_____. Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Resolução RDC Nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Diário Oficial da União, 10 jan. 2001, Seção 1, p. 45.

CENIZE SOFTWARE. **J Finanças Empresas**. Disponível em: <http://blog.cenize.com/planilha-de-gastos-ajuda-a-formar-capital-de-giro/>. Acesso em: 13 mai. 2012.

CORRÊA, M.I.C. **Processamento de néctar de goiaba (*Psidium guajava* L. var. *Paluma*): compostos voláteis, características físicas e químicas e qualidade sensorial**. 2002. 98p. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2002.

FERNANDES, A.R.; SILVA, C.A.B. **Produção de polpa de frutas e extrato de tomate**. In: SILVA, C.A.B.; FERNANDES, A.R. (Ed.). *Projetos de Empreendimentos Agroindustriais: Produtos de Origem Vegetal*. 1ª Edição. Editora UFV: Viçosa – MG, 2003, p. 275 – 306.

FREITAS, A. L. G. E. **Caracterização da produção e do mercado da graviola (*Annona muricata* L.) no estado da Bahia**. 2012. 109p. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista - BA, 2012.

HUI, Y.H.; BARTA, J.; CANO, M.P.; GUSEK, T.W.; SIDHU, J.S.; SINHA, N.K. **Handbook of fruits and fruit processing**. 1st ed. Blackwell Publishing Professional, Ames: Iowa, 2006.

International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis (ICUMSA). **ICUMSA Methods Book**. Verlag Dr. A. Bartens, Berlin, 2005, sect. SPS-4, 1998, 13p.

MARTIN, Z.J.; KATO, K. **Matéria-prima**. In: Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL). *Goiaba: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos*. Série frutas tropicais, 2 ed. ITAL, Campinas – SP, 1991. p. 141–175.

MOURA, S.C.S.R.; GERMER, S.P.M.; JARDIM, D.C.P.; SADAHIRA, M.S. Thermophysical properties of tropical fruit juices. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.1, p 70-76,1998.

PANTOJA, L.; SANTOS, A.S.; PINTO, N.A.V.D. **Polpas e sucos de frutas do cerrado**. In: VENTURINI FILHO, G.W. (coord.). *Bebidas Não-Alcoólicas, Ciência e Tecnologia*. Bebidas – Vol. 2. 1ª Edição. Editora Edgar Blucher: São Paulo – SP, 2010, p. 159 – 175.

PINHEIRO, A.M. **Desenvolvimento de néctares mistos à base de caju (*Anacardium occidentale* L.) e açaí (*Euterpe oleracea* mart)**. 2008. 109p. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências. Depto. de Tecnologia de Alimentos, Fortaleza – CE, 2008.

POLING, B.E.; THOMSON, G.H.; FRIEND, D.G.; ROWLEY, R.L.; WILDING, W.V. **Physical and Chemical Data**. In: GREEN, D.W.; PERRY, R.H. *Perry's Chemical Engineers' Handbook* (8th Edition). McGraw-Hill, 2008, Section 2.

REISER, P.; BIRCH, G.G.; MATHLOUTHI, M. **Physical properties**. In: REISER, P.; MATHLOUTHI, M. (Ed.). *Sucrose, properties and applications*. Blackie

Academic and Professional, Wester Cleddens Road, Bishopbriggs, Glasgow G64 2NZ, UK, 1995, cap. 8, p. 186 – 222.

SANTOS, M. S. **Impacto do processamento sobre as características físico-químicas, reológicas e funcionais dos frutos da gabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa Berg*)**. 2011. 148f. Tese (Doutorado em Tecnologia de alimentos). Universidade Federal do Paraná – Curitiba, 2011.

SCHMIDELL, W.; LIMA, U.A.; AQUARONE, E.; BORZANI, W. **Biotechnologia Industrial**, Volume 2. São Paulo, Edgard Blücher Ltda, 2001.

SIEBEL, J.E. Specific heat of various products. **Ice Refrigeration**, v.2, p. 256–257, 1982.

SILVA, A. M. L.; GOMES, G. A. C.; MARTINS, B. A. Alterações físico-químicas e estudo enzimático da polpa de araticum (*Anona crassiflora* Mart.). **Estudos**, v. 36, n. 5/6, p. 775-783, 2009.

SIQUEIRA, M. I. D. de; GERALDINE, R. M.; QUEIROZ, K. da S.; TORRES, M. C. L.; SILVEIRA, M. F. A. **Processamento de geléia, doce de corte e pastoso e néctar de cagaita**. Goiânia, Editora: UFG, 1997, 28p.

SOLER, M.P.; BLEINROTH, E.W.; IADEROZA, M.; DRAETTA, I.S.; LEITÃO, M.F.F; RADOMILLE, L.R.; TOCCHINI, R.P.; FERREIRA, V.L.P.; MORI, E.E.M.; SOLER, R.M.; ARDITO, E.F.G.; XAVIER, R.L.; TEIXEIRA NETO, R.O.T. **Industrialização de Frutas**. Manual Técnico nº 8. Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), Campinas – SP, 1991, 206 p.

SOUSA, S.C.; SANTIAGO, R.R.; VAL, F.G.D.; RAMOS, B.F.; FARIA, E.R. **Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica para Abertura de uma Agroindústria Processadora de Polpa de Frutas no Município Aimorés-MG**. Intec Assessoria e Consultoria em Gestão Estratégica, Coordenação Geral e Análises Econômico Financeiras, Viçosa, 2005. Disponível em: <<http://goo.gl/Y1iPz>>. Acesso em: 01 mai. 2012.