



**EMANUELLE MARA DE ALCÂNTARA**

**CARACTERIZAÇÃO E AGREGAÇÃO DE  
VALORES À BACABA (*Oenocarpus bacaba* Mart  
ARECACEAE)**

**LAVRAS – MG**

**2015**

**EMANUELLE MARA DE ALCÂNTARA**

**CARACTERIZAÇÃO E AGREGAÇÃO DE VALORES À BACABA**  
**(*Oenocarpus bacaba* Mart ARECACEAE)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Microbiologia de alimentos, para a obtenção do título de Doutor.

Orientadora

Dra. Roberta Hilsdorf Piccoli

Coorientador

Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

**LAVRAS - MG**

**2014**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Alcântara, Emanuelle Mara.

Caracterização e Agregação de Valores à bacaba (*Oenocarpus  
bacaba* Mart ARECACEAE) / Emanuelle Mara Alcântara. –

Lavras : UFLA, 2015.

90 p. : il.

Tese(doutorado)–Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientadora: Roberta Rilsdorf Piccoli.

Bibliografia.

1. Cerrado. 2. Bacaba. 3. Ciclo vital. 4. Polpa. I. Universidade  
Federal de Lavras. II. Título.

**EMANUELLE MARA DE ALCÂNTARA**

**CARACTERIZAÇÃO E AGREGAÇÃO DE VALORES À BACABA**  
**(*Oenocarpus bacaba* Mart ARECACEAE)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Microbiologia de alimentos, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 18 de dezembro de 2014.

Dra. Sandra Maria Oliveira Moraes Veiga	UNIFAL
Dr. Luís Ronaldo de Abreu	UFLA
Dr. Disney Ribeiro Dias	UFLA
Dr. Victor Maximiliano Reis Tebaldi	UFLA

Dra. Roberta Hilsdorf Piccoli  
Orientadora

Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas  
Coorientador

**LAVRAS - MG**

**2014**

Aos meus pais, João e Eliane, irmãos que me incentivaram e me ajudaram durante este percurso, fazendo com que este sonho se concretizasse,

**OFEREÇO!**

Às minhas filhas, Maria Clara e Alice, e ao meu noivo Marcelo,

**DEDICO!**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por estar do meu lado, guardando-me, guiando-me e dando-me forças para prosseguir em frente e crescer.

Aos meus familiares pais, irmãos, tios, tias, em especial, às minhas filhas e ao meu noivo que sempre estão sempre me apoiando e presentes na minha vida.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade de realização do curso de doutorado e pelas condições de trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Capes e FAPEMIG pelo apoio financeiro.

À professora Dra. Roberta Hilsdorf Piccoli, meus sinceros agradecimentos pela orientação, carinho, amizade e contribuição neste trabalho.

Ao professor Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas, pela coorientação e oportunidade.

A todos os professores do Departamento de Ciência dos Alimentos, pelos ensinamentos que contribuíram para a minha formação profissional.

Aos amigos e colegas conquistados no convívio do Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças: Helô, Kely, Esequiel, Lucas Rafael.

À Tina, pelo convívio, amizade e por todos os ensinamentos.

Aos colegas de pós-graduação, pela agradável convivência e amizade.

A todos que, embora não citados, contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

“Se um dia tiver que escolher entre o mundo e o amor... Lembre-se: Se escolher o mundo, ficará sem o amor, mas se escolher o amor, com ele conquistará o mundo.”

Albert Einstein

## RESUMO GERAL

Os frutos do Cerrado são pouco explorados cientificamente e ainda pouco difundidos no mercado consumidor, mas com características sensoriais exóticas que despertam o interesse dos consumidores que os conhecem. Tais características exóticas, como o sabor (gosto e aroma), tornam-nos, na forma “in natura” e processada, candidatos, em potencial, a exportações, bem como alternativas para geração de renda, mesmo no mercado interno. O desconhecido valor funcional dos frutos do Cerrado, também, sugere a necessidade de investimentos científicos nesta área, tão valorizada atualmente, visto que a bacaba, fruto típico do Cerrado, é praticamente desconhecida no mercado interno e externo, mas com apreciáveis peculiaridades sensoriais e nutricionais e com grande potencial funcional e considerando-se, ainda, que sua produção seja limitada em de três meses do ano, a sua caracterização e a avaliação de métodos de prolongamento de sua vida útil, como a refrigeração, modificação atmosférica e congelamento, são medidas importantes na popularização de tais frutos, na sua disponibilização ao longo de todo o ano e na criação de alternativas sustentáveis de renda para o produtor rural brasileiro. O intervalo do estágio 1 (frutílo) até o estágio 9 (fruto maduro coloração roxa escura) compreendeu um período de 120 dias. A mudança mais marcante observada visualmente, durante o desenvolvimento da bacaba, é quanto ao tamanho do fruto e na coloração que passa de verde clara para violáceo (roxo escuro). Quanto ao teor de extrato etéreo (gordura), ocorreu um aumento, durante o amadurecimento e, em termos quantitativos, passando a ser um dos constituintes mais importantes do fruto maduro. Durante os 9 estágios de maturação da bacaba, não foi encontrada a presença de vitamina C e da atividade da enzima PME. Na polpa congelada da bacaba armazenada por 12 meses a  $-18^{\circ}\text{C}$  não foi verificada presença de microrganismos contaminantes (bactérias, fungos filamentosos e leveduras) estando apta para o consumo humano.

Palavras-chave: Cerrado. Bacaba. Ciclo vital. Polpa.

## GENERAL ABSTRACT

The fruits from the Cerrado are little explored scientifically and still little disseminated within the consumer market, however, with exotic sensory traits that attract the interest of consumers who know them. Such exotic traits as flavor (taste and aroma), make them potential candidates for exportation, as well as alternatives, for generating income, even in the internal market, as fresh and processed. The lack of knowledge on the functional value of fruits from the Cerrado also suggests the need for scientific research in this area so valued recently. Given that the bacaba, typical fruit from the Cerrado, is practically unknown in the internal and external markets, but with applicable sensory and nutritional peculiarities, and with great functional potential, also considering that its production is limited to 3 months of the year, its characterization and the evaluation of methods for prolonging its shelf life, such as refrigeration, atmosphere changes and freezing, are important measures in the popularization of such fruits, in its availability over the year and the creation of sustainable alternatives of income for the farmer. The interval of the stage 1 (frutillio) up to stage 9 (dark purple mature fruit) comprised a period of 120 days. The most distinctive change visually observed during the development of bacaba is in regard of the size of the fruit and its coloration that ranges from light green to violet (dark purple). Considering the ethereal extract (fat), an increase occurred during ripening and, in quantitative terms, becoming one of the most important constituents of the ripe fruit. During the 9 maturation stages of bacaba, we verified no presence of vitamin C and activity of enzyme PME. In the bacaba frozen pulp, stored for 12 months at  $-18^{\circ}\text{C}$ , we found no presence of contaminating microorganisms (bacteria, yeasts and filamentous fungi) being fit for human consumption.

Keywords: Cerrado. Bacaba. Life cycle. Pulp.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 3

Figura 1	Valores médios de Umidade, Proteína Matéria integrable extrato etéreo matéria integral em polpa de bacaba armazenada por 12 meses .....	73
Figura 2	Valores médios de pH e acidez titulável em polpa de bacaba armazenada por 12 meses.....	76
Figura 3	Valores médios de sólidos solúveis e açúcares totais em polpa de bacaba armazenada por 12 meses.....	78
Figura 4	Valores médios de L*, a* e b* em polpa de bacaba armazenada por 12 meses.....	79
Figura 5	Valores médios de fenólicos totais e dpph em polpa de bacaba armazenada por 12 meses.....	81
Figura 6	Valores médios de pectina total, solúvel e solubilidade em g/100g em polpa de bacaba armazenada por 12 meses .....	82

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

Tabela 1	Valores médios de massa(g) e diâmetro (cm) da bacaba ao longo do desenvolvimento.....	46
Tabela 2	Composição centesimal de frutos de bacaba durante seu ciclo vital.....	47
Tabela 3	Composição física, química e da parede celular do ciclo vital da bacaba.....	50

### CAPÍTULO 3

Tabela 1	Equações das retas das variáveis Umidade, Proteína (Matéria Integral) e do Extrato Etéreo (Matéria Integral).....	74
Tabela 2	Equações das retas das variáveis pH e acidez titulável .....	77
Tabela 3	Equações das retas das variáveis sólidos solúveis e açúcares totais .....	78
Tabela 4	Equações das retas das variáveis L*, a*, b*, c*, h* .....	79
Tabela 5	Equações das retas das variáveis Fenólicos e DPPH.....	81
Tabela 6	Equações das retas das variáveis pectina total, pectina solúvel e solubilidade .....	83

## SUMÁRIO

	<b>CAPÍTULO 1 Introdução geral</b> .....	13
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	15
<b>2.1</b>	<b>O potencial do Cerrado em frutos nativos</b> .....	15
<b>2.2</b>	<b>Características da espécie <i>Oenocarpus bacaba</i> Mart.</b> .....	17
<b>2.3</b>	<b>Estádios de desenvolvimento</b> .....	19
<b>2.4</b>	<b>Caracterização física e química</b> .....	22
<b>2.5</b>	<b>Temperatura de Armazenamento</b> .....	25
<b>2.6</b>	<b>Polpa de frutas congeladas</b> .....	26
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	30
	<b>CAPÍTULO 2 Caracterização química e física da bacaba ao longo do seu desenvolvimento</b> .....	34
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	36
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	38
<b>2.1</b>	<b>Obtenção dos frutos, montagem e condução do experimento</b> .....	38
<b>2.2</b>	<b>Cor</b> .....	38
<b>2.3</b>	<b>pH</b> .....	39
<b>2.4</b>	<b>Acidez titulável</b> .....	39
<b>2.5</b>	<b>Sólidos solúveis</b> .....	39
<b>2.6</b>	<b>Umidade</b> .....	40
<b>2.7</b>	<b>Extrato etéreo</b> .....	40
<b>2.8</b>	<b>Proteínas</b> .....	40
<b>2.9</b>	<b>Fibra</b> .....	40
<b>2.10</b>	<b>Cinzas</b> .....	40
<b>2.11</b>	<b>Fração glicídica</b> .....	41
<b>2.12</b>	<b>Vitamina C</b> .....	41
<b>2.13</b>	<b>Pectina total e solúvel</b> .....	41
<b>2.14</b>	<b>Amido</b> .....	41
<b>2.15</b>	<b>PME</b> .....	41
<b>2.16</b>	<b>PG</b> .....	42
<b>2.17</b>	<b>Atividade Antioxidante (DPPH)</b> .....	42
<b>2.18</b>	<b>Compostos fenólicos</b> .....	42
<b>2.19</b>	<b>Extração da parede celular</b> .....	43
<b>2.20</b>	<b>Determinação da celulose</b> .....	43
<b>2.21</b>	<b>Determinação de pectina da parede celular</b> .....	43
<b>2.22</b>	<b>Determinação de hemicelulose</b> .....	44
<b>2.23</b>	<b>Análises estatísticas</b> .....	44
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	45
<b>3.1</b>	<b>Aspectos do desenvolvimento</b> .....	45

3.2	Alterações física e químicas durante o desenvolvimento .....	46
4	CONCLUSÕES .....	54
	REFERÊNCIAS .....	55
	<b>CAPÍTULO 3 Alterações físicas, químicas e microbiológicas da polpa congelada de bacaba (<i>Oenocarpus bacaba</i> Mart) durante seu armazenamento .....</b>	<b>60</b>
1	INTRODUÇÃO .....	62
2	MATERIAIS E MÉTODOS .....	64
2.1	Origem dos Frutos e Pré Processamento .....	64
2.2	Processamento da Bacaba .....	64
2.3	Cor .....	65
2.4	pH .....	66
2.5	Acidez titulável .....	66
2.6	Sólidos solúveis .....	66
2.7	Umidade .....	67
2.8	Extrato etéreo .....	67
2.9	Proteínas .....	67
2.10	Fibra .....	67
2.11	Cinzas .....	67
2.12	Vitamina C .....	68
2.13	Pectina total e solúvel .....	68
2.14	Amido .....	68
2.15	PME .....	68
2.16	PG .....	69
2.17	Atividade Antioxidante (DPPH) .....	69
2.18	Compostos fenólicos .....	70
2.19	Análises microbiológicas .....	70
2.19.1	Quantificação de coliformes termotolerantes .....	71
2.19.2	Determinação de <i>Salmonella</i> sp. ....	71
2.19.3	Quantificação de fungos filamentosos e leveduras .....	72
2.20	Delineamento experimental e análises estatísticas .....	72
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	73
3.1	Resultados análises físicas e químicas .....	73
3.2	Resultados análises microbiológicas .....	84
4	CONCLUSÕES .....	85
	REFERÊNCIAS .....	86

## **CAPÍTULO 1 Introdução geral**

### **1 INTRODUÇÃO**

O Brasil possui cerca de 30% das espécies de plantas e animais conhecidas no mundo, que estão distribuídas em seus diferentes ecossistemas. É o país da maior diversidade biológica do planeta, com cerca de 10% das formas nele viventes (MEYERS et al., 2000), sendo boa parte dessa biodiversidade associada ao bioma da Amazônia. Outro bioma muito importante no Brasil é o Cerrado, sendo segundo maior bioma brasileiro, superado apenas pela floresta Amazônica, ocupando 23% do território nacional, dos quais cerca de 90% estão situados nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso, Goiás e Bahia (FONSECA; MUNIZ, 1992). Ele emerge nesse cenário, em razão, sobretudo, de sua exacerbada flora, atestada por meio do grande número de plantas vasculares, entre 4 mil a 12 mil espécies, superior à maioria das regiões do mundo. Dessas, 44% são endêmicas e, nesse sentido, é considerada a mais rica dentre as savanas do mundo.

A maioria das espécies vegetais do Cerrado não apresenta estudos sobre seu ciclo vital do fruto, não havendo, portanto, o conhecimento das etapas de crescimento, pré-maturação, maturação, amadurecimento e senescência. O estudo do desenvolvimento é importante para o estabelecimento do ponto ideal de colheita e para a aplicação de tecnologias que retardem ou reduzam as atividades fisiológicas, aumentando seu período de conservação (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Neste contexto, citam-se, como exemplos, as palmeiras (Arecaceae) que têm sido utilizadas sob vários aspectos pelo homem da região de Cerrado, suprindo diversas necessidades, como fonte energética na dieta alimentar,

auxiliando na construção de casas, utensílios caseiros, bebida, ou fazendo parte da arborização regional (PERET, 1989).

Dentre as diversas espécies, destaca-se a *Oenocarpus bacaba* Mart., vulgarmente conhecida como bacaba, bastante utilizada para obtenção de vinhos, sucos e sorvetes, além de ser empregada na produção de xarope contra tosse (PERET, 1989). Seu potencial econômico baseia-se principalmente na utilização da polpa, na extração de óleo comestível, semelhante ao azeite de oliva e o palmito. Apesar da importância desta palmeira na realidade regional, pouco ainda tem sido estudado, principalmente quanto à sua conservação pós-colheita de seus frutos.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo a caracterização química e física do fruto da bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.), ao longo do seu desenvolvimento, que se inicia a partir da fertilização, que é seguida por etapas, como a formação, crescimento e maturação, incluindo a fase de amadurecimento e senescência e a avaliação da qualidade e vida útil da polpa da bacaba congelada.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O potencial do Cerrado em frutos nativos

O Brasil possui cerca de 30% das espécies de plantas e animais conhecidas no mundo, que estão distribuídas em seus diferentes ecossistemas. É o país da maior diversidade biológica do planeta, com cerca de 10% das formas nele viventes (MEYERS et al., 2000). A região dos Cerrados, com seus 204 milhões de hectares – aproximadamente, 25% do território nacional, apresentam grande diversificação faunística e florística em suas diferentes fisionomias vegetais (ÁVIDOS; FERREIRA, 2014). Esta é distribuída principalmente nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Bahia, Piauí, Maranhão e Distrito Federal (SILVA et al., 1994).

No bioma do Cerrado com mais de 2.000.000 Km<sup>2</sup>, ocorrem diferentes formações vegetais, florestais, savânicas lenhosas e campestres, com várias fisionomias denominadas localmente de Cerrado, cerradão, mata de galeria, campo e vereda, entre outras (ALMEIDA et al., 1998; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 1997, 1999; PEREIRA, 1992).

O termo “Cerrado”, para a designação de vegetação, é muito genérico e abrange um grupo de formas de vegetação de fisionomia bastante variada. Normalmente, o Cerrado é pouco denso, com indivíduos de porte atrofiado, com troncos tortuosos e de engalhamento baixo e retorcido, copa assimétrica, folhas grandes e grossas, algumas coriáceas, com ausência de espinhos, além de epífitas ou lianas (FERRI, 1963). Esse bioma abrange um grupo de formas vegetais que se apresentam segundo um gradiente de biomassa. A forma de menor biomassa é denominada campo sujo (extrato herbáceo contínuo), à qual se seguem: campo Cerrado (extrato herbáceo com arbustos), Cerrado (arbustos e

árvores mais extrato herbáceo) e, finalmente, a de maior biomassa, cerradão, constituída por árvores de porte mais elevado com extrato quase contínuo. Apesar dessa definição generalizada, o Cerrado é constituído por várias características de vegetação, é classificado em subsistemas: de campo, de Cerrado, de cerradão, de matas, de matas ciliares e de veredas e ambientes alagadiços.

O clima da região do Cerrado é caracterizado como tropical estacional, com chuvas da ordem 1.500mm anuais, com distribuição concentrada na primavera e no verão, distinguindo-se, nitidamente, uma estação chuvosa (setembro a abril) e outra seca (maio a agosto). A duração da época seca, definida como déficit hídrico, varia de quatro a sete meses, em 87% da superfície e se concentra durante o outono e o inverno (BARROS; CALDAS, 1980; SILVA et al., 2001). As temperaturas médias anuais situam-se em torno de 22°C ao Sul e 27°C ao Norte. As diferenças entre as temperaturas máximas e mínimas no conjunto da região oscilam entre 4°C a 5°C, diminuindo progressivamente à medida que se aproxima da região Amazônica (SILVA et al., 2001).

Os solos na sua maioria são profundos, apresentando baixa fertilidade natural, acidez elevada, baixa capacidade de armazenamento de água, relevo plano e suave ondulado, e boas condições físicas para a mecanização (ADÁMOLI et al., 1986 citados por RODRIGUES, 2005). Segundo Lopes (1985 citado por CHAVES, 2014), grandes variações morfológicas e físicas estão presentes nos solos do Cerrado. Entretanto, apresentam algumas características químicas comuns, como elevada acidez, toxidez de alumínio, alta deficiência de nutrientes, alta capacidade de fixação de fósforo e baixa capacidade de troca de cátions. Estima-se a existência de 5.000 a 7.000 espécies na biodiversidade vegetal do Cerrado, sendo 40% lenhosas. A flora predominante é constituída por 42% de plantas nativas, 58% de espécies

acessórias (vindas de outras formações vegetais) e 11% de repetições (espécies que ocorrem em mais de um tipo de formação) (RIZZINI, 1971). A formação mais comum é o chamado Cerrado *stricto sensu*, uma formação do tipo savana, em que vivem gramíneas com espécies lenhosas. Esta formação é a mais rica em espécies nativas frutíferas com interesse para aproveitamento alimentar (AGUIAR; CAMARGO, 2004). Dentre essas, sobressaem às frutíferas, formadas por vários exemplares de diferentes famílias que produzem frutos comestíveis, com formas variadas, cores atrativas e sabor característico; já sendo comercializadas em feiras e com grande aceitação popular. Hoje, existem mais de 58 espécies de frutas nativas conhecidas e utilizadas pela população (ÁVIDOS; FERREIRA, 2014).

O aproveitamento econômico destes recursos tão variados é muito complexo, ao contrário de outras culturas já consagradas, como a soja e o milho, e a criação de suínos na região do Cerrado. O desafio central consiste no desenvolvimento de mercados capazes de representar uma agregação de valor em virtude da especificidade do produto muito maior que na produção de commodities (ALBRAMOVAY et al., 1998 citados por RODRIGUES, 2005).

Os desafios para a exploração dos frutos nativos existem; em contraposição, há um grande potencial a ser buscado, principalmente para a sua exportação, já que possuem sabores *sui generis* e não são encontrados em outros países (ALMEIDA et al., 1998).

## **2.2 Características da espécie *Oenocarpus bacaba* Mart.**

As palmeiras (Arecaceae) têm sido utilizadas sob vários aspectos pelo homem da região amazônica e do Cerrado, suprimindo diversas necessidades, como fonte energética na dieta alimentar; auxiliando na construção de casas, utensílios caseiros, bebida, ou fazendo parte da arborização regional. Dentre as

diversas espécies, destaca-se a *Oenocarpus bacaba* Mart., vulgarmente conhecida como bacaba, que ocorre vegetando em matas secundárias de terra firme e em capoeiras. Segundo Henderson (1995), suas estirpes são solitárias, atingindo de 7 a 22 metros de altura e 12 a 25 cm de diâmetro. É uma palmeira monocaule de porte alto e estipe liso. Pode atingir até 20 metros de altura e 20 a 25 cm de diâmetro. Suas flores são unissexuadas, geralmente uma feminina para duas masculinas, inseridas em toda extensão dos ramos da espádice. A propagação da bacaba é feita por sementes. Para formação das mudas, as sementes ou os frutos são colocados para germinar, após a colheita, em sementeiras contendo adubo orgânico e solo areno-argiloso, como substrato, entre 60 a 120 dias brotam as raízes.

É uma palmeira nativa da Amazônia, sendo encontrada em florestas do Pará e do Amazonas. Seus cachos carregam um fruto semelhante ao açaí, que amadurecem de janeiro a abril e têm a parte interior comestível. Os frutos da bacaba são utilizados no preparo de um vinho, semelhante ao do açaí, porém, muito mais oleoso; as amêndoas também fornecem um óleo comestível de boa qualidade e, também, são empregados na confecção de bolsas e abanos com as fibras de suas folhas. A madeira é empregada localmente em construções rústicas, como vigas, ripas, lanças, bengalas, cabos de guarda-chuva e de ferramentas, mas a madeira tem durabilidade longa somente em ambientes secos (LANA; FINGER, 2000).

O fruto é uma drupa subalongado, quando jovem, subglobosa, quando, adulto podendo atingir até 3,0 gramas. A propagação é feita por sementes que germinam entre 60 e 120 dias, apresentando crescimento lento. É arredondada, de casca roxa e polpa branco-amarelada, rica em um óleo, de cor amarelo-clara, usado na cozinha. A bacaba é extrativa e sofre redução da produção por corte dos estipes para outras finalidades, o que torna a coleta difícil dos frutos em face das distâncias e do custo de manejo (LANA; FINGER, 2000).

A bacaba apresenta folhas regularmente distribuídas, medindo entre 6 a 8 metros de comprimento e flores alvo amareladas com frutos em cachos, drupas subglobosas, de coloração negro violácea, com polpa mucilaginosa muito oleaginosa, de sabor agradável, bastante utilizada para vinhos, sucos e sorvetes, além de ser útil na produção de xarope contra tosse (PERET, 1989). Seu potencial econômico baseia-se principalmente na utilização da polpa e na extração de um óleo comestível, semelhante ao azeite de oliva e o palmito. Os resíduos dos frutos podem ser utilizados como ração animal. Embora não possa competir com *Euterpe oleracea* e *Euterpe edulis*, pelo fato de crescer e produzir menos que as duas espécies de Euterpe, a bacaba também produz palmito, sendo possível o consumo de subsistência. Apesar da importância desta palmeira, na realidade regional, pouco ainda tem sido estudado, principalmente com relação à sua conservação pós-colheita (LANA; FINGER, 2000).

### **2.3 Estádios de desenvolvimento**

As fases mais importantes da formação de frutos e hortaliças são: crescimento, desenvolvimento, pré-maturação, maturação, amadurecimento e senescência e o seu desenvolvimento pode ser resumido em fertilização, formação, crescimento, maturação e senescência (CHITARRA; CHITARRA, 2005; VILAS-BOAS, 1999).

Durante a maturação das frutas, há aumento gradual na condensação dos compostos fenólicos, ao mesmo tempo em que a adstringência diminui. Isso, possivelmente, ocorre porque as formas altamente condensadas são menos solúveis, por se ligarem fortemente a outros componentes celulares. A sensação de adstringência é conectada com a reação tanante (ligação com proteínas) e depende, sobretudo, do número de grupos OH fenólicos por molécula. Surge daí a designação de “taninos” para os compostos que apresentam adstringência

(CHITARRA; CHITARRA, 2005). As frutas, no ponto adequado de maturação, apresentam cor firme, uniforme e atraente (FERNANDES; SOUZA, 2001).

Nos vegetais são encontrados pigmentos pertencentes a três classes principais: carotenoides, antocianinas e clorofilas. Estes pigmentos estão localizados nos plastos, vacúolos e líquido citoplasmático das células (FERNANDES; SOUZA, 2001). Os carotenoides estão presentes como ésteres de xantofila e caroteno, responsáveis pela cor amarela das frutas maduras; as antocianinas: conferem as cores vermelha e violeta, enquanto a clorofila é o pigmento responsável pela cor verde, transformando facilmente em feofitina de cor marrom, quando submetida ao aquecimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O crescimento envolve a divisão celular e subsequente alargamento da célula, que determina o tamanho final do produto. A maturação normalmente começa antes de o crescimento cessar e inclui diferentes atividades em diferentes produtos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A maturação é definida como sequência de mudança na cor, *flavor* e textura conduzindo os frutos ao estado que os torna comestível e, com isto, próprios para o consumo. As principais mudanças que ocorrem nesse período é em relação ao desenvolvimento da semente, mudança na cor, taxa respiratória, produção de etileno, permeabilidade dos tecidos, textura e mudanças químicas nos carboidratos, ácidos orgânicos, proteínas, compostos fenólicos, pigmentos, pectinas, produção de compostos voláteis e produção de cera nas cascas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O estudo dos compostos voláteis é importante, pois estes aportam as peculiaridades de aroma de um alimento, características bem intensas e marcantes nos frutos do Cerrado. Silva (2009), caracterizando os componentes voláteis do marolo maduro (*Annona crassiflora*), concluiu que o fruto tem como voláteis majoritários os compostos octanoato de etila e metila. Resultados

similares foram encontrados por Damiani (2009), tendo o pequi maduro como principal componente volátil o octanoato de etila.

A fase final da maturação é designada como amadurecimento, sendo, porém excluído do desenvolvimento uma vez que nessa etapa há predominância de processos degradativos. Nessa fase, o fruto torna-se macio e colorido em decorrência da degradação da clorofila e desenvolvimento de carotenoides e flavonoides.

O amadurecimento corresponde, basicamente, às mudanças nos fatores sensoriais, ocorrem reações de síntese e degradação e a energia liberada é utilizada para atividades fisiológicas e para manutenção da integridade celular (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A senescência é definida como o período quando os processos bioquímicos anabólicos (sintéticos) dão lugar aos catabólicos (degradativos), levando ao envelhecimento e, finalmente, morte do tecido. Considera-se, geralmente, que o amadurecimento comece nos últimos estádios de maturação até se tornar o primeiro estágio da senescência. A mudança de crescimento para senescência é relativamente fácil de delimitar. Geralmente, a maturação é descrita como o tempo entre estes dois estádios, sem qualquer definição clara sobre a base bioquímica ou fisiológica. É difícil determinar parâmetros bioquímicos ou fisiológicos, para delinear os vários estádios, visto que os parâmetros para diferentes produtos não são idênticos em sua natureza ou tempo (CHITARRA; CHITARRA, 2005; VILAS-BOAS et al., 2006).

Com o avanço da senescência, acelerada pelo etileno e estresse, notam-se mudanças associadas à qualidade. Uma destas mudanças ocorre com a textura, onde a firmeza é desejada para o armazenamento e trânsito do produto, mas o amaciamento é essencial para a aceitação sensorial. O amaciamento, notado com o amadurecimento, é um fenômeno que já está em andamento e é

acelerado com as condições que estimulam o amadurecimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005; VILAS-BOAS, 2002).

O conhecimento a respeito da planta é importante para sua divulgação, preservação em seu estado natural e implantação de futuras lavouras comerciais. Entretanto, não há estudos inerentes a essa frutífera, em especial a seus frutos após a colheita (RODRIGUES, 2005).

O acompanhamento da bacaba, ao longo do seu ciclo vital, assume importância considerável, podendo servir de base para o desenvolvimento e adequação de métodos tecnológicos voltados para o seu máximo aproveitamento e conseqüentemente diminuição de perdas (PERET, 1989).

O estágio de desenvolvimento dos frutos, no momento da colheita, tem influência na qualidade do fruto maduro. Quando os frutos são colhidos verdes ou fisiologicamente imaturos não amadurecem, enrugam e apresentam exsudação da seiva ou, quando o amadurecimento ocorre, a qualidade dos frutos é prejudicada (HULME, 1970). Os frutos colhidos muito maduros deterioram-se rapidamente, não podendo ser armazenados e/ou comercializados em locais distantes (KAYS, 1997).

#### **2.4 Caracterização física e química**

A qualidade dos alimentos pode ser resumida em importantes atributos que sensibilizam os órgãos sensoriais do consumidor, como a aparência, o sabor, o aroma e a textura; o seu valor nutricional e funcional, decorrente de componentes químicos; sua segurança, relacionada à sua microbiota contaminante e compostos tóxicos naturais e/ou adicionados, intencionalmente ou não, podem comprometer a saúde do consumidor (VILAS-BOAS et al., 2006).

Os produtos hortícolas devem sempre apresentar boas características de qualidade não só quando se destinam ao comércio *in natura*, mas também para o processamento, embora as características para avaliação da qualidade nem sempre sejam as mesmas. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), para as cultivares destinadas a produtos alimentícios, a qualidade se refere ao bom paladar. Isso significa combinação agradável de sabor e textura, sabor resultante do paladar e olfato e textura percebida pelas sensações bucais. A aparência se refere aos atributos visíveis, incluindo cor, conformação e tamanho.

A aparência é o primeiro atributo de qualidade normalmente considerado pelo consumidor e leva em consideração tamanho, forma, cor, brilho e presença ou ausência de defeitos (VILAS-BOAS et al., 2006).

O atributo cor é, geralmente, utilizado como indicação de qualidade e maturação dos frutos e, conseqüentemente, determina o aroma, textura, valor nutritivo e mesmo a integridade do vegetal (FERNANDES; SOUZA, 2001). No geral, frutos esverdeados são indicativos de frutos insípidos, muito ácidos e/ou pouco doces (VILAS-BOAS, 2002).

A coloração dos frutos se dá por pigmentos pertencentes a três classes principais: carotenoides, antocianinas e clorofilas. Estes pigmentos estão localizados nos plastos, vacúolos e conteúdos citoplasmáticos das células vegetais (FERNANDES; SOUZA, 2001). Os carotenoides estão presentes na forma de ésteres de xantofila e de caroteno, são responsáveis pela cor amarela das frutas maduras; as antocianinas conferem as cores vermelha e violeta, enquanto a clorofila é o pigmento responsável pela cor verde, que é transformada facilmente em feofitina de cor marrom, quando submetida ao aquecimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O aroma/sabor característico de frutas desenvolve-se, no curto período de amadurecimento pleno, durante o qual o metabolismo das frutas muda para catabolismo de pequenas quantidades de lipídios (ácidos graxos), proteínas

(aminoácidos) e carboidratos, os quais são enzimaticamente convertidos em compostos voláteis. Em algumas frutas, a biossíntese de terpenos e a biodegradação de carotenoides também contribuem para o seu aroma típico (FRANCO; JANZANTTI, 2003).

Os ácidos orgânicos, também, desempenham importante papel na qualidade de frutas, influenciando no sabor, odor, cor, estabilidade e manutenção da qualidade, sendo seu teor reduzido, durante o amadurecimento, à medida que são respirados ou convertidos em açúcares, (VILAS-BOAS, 2002). A acidez titulável de frutas varia de 0,2 a 0,3% em frutas de baixa acidez até 2,0 a 6,0% em frutas com alta acidez, como o limão. O ácido cítrico pode constituir até 60% dos sólidos solúveis totais.

A textura representa uma das mais importantes características físicas, uma vez que frutos com firmeza elevada sugerem vida útil pós-colheita mais prolongada. Essa característica está associada com os componentes químicos das paredes celulares, notadamente com as pectinas presentes na lamela média, que atuam como material cimentante, mantendo a coesão entre as células (VILAS-BOAS et al., 2006). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a textura é definida como o conjunto de propriedades do alimento, composto por características físicas perceptíveis pelo tato e que se relacionam com a deformação, desintegração e fluxo do alimento, sob a aplicação de uma força.

O teor de açúcares usualmente aumenta com o amadurecimento das frutas por meio de processos biossintéticos ou pela degradação de polissacarídeos. Esse acréscimo dos açúcares é atribuído, principalmente, à hidrólise do amido, acumulado durante o crescimento do fruto na planta (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A protopectina é a forma insolúvel das substâncias pécticas. Liga-se a outras cadeias poliméricas adjacentes, por meio de pontes de cálcio, para formar um polímero de alto peso molecular, parcialmente metilado. Durante a

maturação, a protopectina é desesterificada e gradualmente hidrolisada a frações com menor peso molecular, solúveis em água (WILLS et al., 1998).

A protopectina predomina nos tecidos vegetais imaturos. Com a evolução da maturação dos frutos, ocorre liberação do cálcio e solubilização da protopectina, pela ação de duas enzimas específicas, designadas, respectivamente, como pectinametilesterase (PME), responsável pelo rompimento das ligações metiléster e a poligalacturonase (PG), que transforma os polímeros de ácido galacturônico em ácidos pécticos, solúveis em água (CHITARRA, 1998a, 1998b).

Um aumento no teor de pectina solúvel é um sinal indicador do amaciamento do fruto e as enzimas pectolíticas são consideradas como fator controlador desse processo (KING; O'DONOGHUE, 1995).

## **2.5 Temperatura de Armazenamento**

A qualidade de um fruto ou hortaliça nunca, senão raramente, melhora durante o período pós-colheita. Todo fruto deve ter alta qualidade inicial a fim de que se tenha alta qualidade quando alcançar o mercado consumidor. O armazenamento refrigerado a temperaturas ótimas, com o objetivo de estender a vida útil e de se preservar a qualidade dos frutos e hortaliças frescas, é, provavelmente, a maneira mais comum de se reduzir perdas no ambiente pós-colheita (VILAS-BOAS, 2000).

A determinação da temperatura ideal de armazenamento para cada produto deve ser estudada. Frutas e hortaliças são muito diferentes fisiologicamente e respondem a baixas temperaturas de maneiras variadas. Em geral, os produtos minimamente processados devem ser armazenados sob temperaturas entre 0°C e 5°C (BRECHT, 1995). O uso de temperaturas incorretas de armazenamento pode causar descoloração interna do produto,

depressões na superfície e morte de tecidos, perda de sabor e aroma, aparecimento de manchas e aumento da susceptibilidade às doenças (POLLONIO, 1999).

Altas temperaturas são limitantes na qualidade das frutas, pois afetam diretamente as taxas de todos os processos vitais, tais como respiração e produção do calor vital, maturação e produção de etileno e perda de massa. Portanto, quanto mais rapidamente o produto for acondicionado, em sua temperatura ótima de armazenamento, maior será sua vida útil. Para isso, o ideal é que se mantenha o produto em temperaturas adequadas logo após a sua preparação e durante a cadeia de comercialização até seu consumo (LIMA, 2000).

Como a temperatura influencia a multiplicação microbiana, a falta de controle da temperatura de conservação dos alimentos perecíveis acarreta não só importantes perdas econômicas e nutricionais, como também compromete a segurança microbiológica e altera as características sensoriais dos alimentos, como sabor, cor, textura e odor.

## **2.6 Polpa de frutas congeladas**

Os padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta destinada à elaboração de bebida, de acordo com a instrução Normativa n. 12 de 1999 (BRASIL, 1999), define polpa de fruta como o produto não fermentado, não concentrado, não diluído, obtido de frutos polposos, por meio de processo tecnológico adequado, com teor mínimo de sólidos totais, proveniente da parte comestível do fruto, sendo este estabelecido para cada polpa específica.

Para que se obtenham polpas com características sensoriais e nutricionais adequadas, que atendam às exigências dos consumidores, as frutas deverão apresentar boa qualidade quanto à cor, sabor e aroma, características

estas resultantes da interação de vários aspectos das fases de pré e pós-colheita como fatores genéticos (cultivares), climáticos (temperatura, luz, vento, chuva), culturais (solo, irrigação, adubação, desbaste, poda, controle fitossanitário, época e método de colheita) e estágio de maturação adequado, para a obtenção de um produto final que atenda às exigências dos consumidores (SILVA; FERNANDES, 2003). As características físicas, químicas e sensoriais deverão ser as provenientes do fruto de sua origem, observando-se os limites mínimos e máximos fixados para cada polpa de fruta.

Segundo a Instrução Normativa 01/2000 (BRASIL, 2000), do MAPA, a polpa de fruta destinada à industrialização de bebidas e não destinada ao consumo direto poderá ser adicionada de aditivos químicos previstos para a bebida a que se destina. Atente-se para as especificações de cada fruta, determinadas na legislação. A polpa de acerola, por exemplo, é facultada a adição de corantes “naturais” para correção da cor. De forma geral, é estabelecido que na polpa de fruta possam ser utilizados acidulantes como reguladores de acidez, conservadores químicos e corantes naturais nos mesmos limites estabelecidos para sucos de frutas, ressaltando os casos específicos.

Quando a polpa for mista, deverá manter a mesma relação de proporcionalidade com as quantidades de cada polpa que compõe o produto. As frutas empregadas deverão ser sãs, limpas, não conter terra, sujidade, parasitas, fragmentos de insetos e pedaços das partes não comestíveis da fruta. O aspecto é de pasta mole com características de cor, aroma e sabor da própria fruta ou frutas que a constituem. As características não deverão ser alteradas pelos equipamentos, utensílios, recipientes e embalagens utilizadas durante o seu processamento e comercialização (LIMA, 1998).

A polpa de fruta deverá observar os limites máximos microbiológicos fixados como coliformes a 45°C/g máximo de  $10^2$  para amostra indicativa;

*Salmonella*: ausente em 25g, conforme RDC n. 12 de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

O método de congelamento tem a particularidade de preservar as características intrínsecas das frutas e dos produtos que a constituem, e evitar o uso de aditivos químicos, seguindo a tendência das atuais preferências dos consumidores (SILVA; FERNANDES, 2003). No congelamento três etapas merecem destaque: o congelamento propriamente dito, a estocagem e o descongelamento.

O congelamento consiste na redução da temperatura sem promover mudança de fase e cristalização, que compreende a nucleação e o crescimento de cristais. A velocidade de congelamento influencia tanto a localização quanto o tamanho e a quantidade dos cristais de gelo formados. São difundidos 2 tipos de congelamento, o rápido que consiste no abaixamento da temperatura do alimento a  $-18^{\circ}\text{C}$ , em até 2 horas e o lento, cujo tempo pode variar até 72 horas. No congelamento rápido, ocorre a formação de pequenos cristais de gelo e em grandes quantidades, com o mínimo deslocamento de água, visto que a aparência do produto congelado, após o descongelamento, é similar ao produto não congelado. Em condições de congelamento lento, os cristais são maiores e em menor quantidade, ocasionando a ruptura das células, a injúria celular por força do aumento da pressão osmótica e a precipitação irreversível ou a desnaturação dos constituintes coloidais da célula. Esse fato traz, em consequência, forte exsudação no descongelamento, com perda de nutrientes, principalmente no meio intracelular. Para polpas, destinadas ao consumo direto, o descongelamento é realizado triturando a polpa com água potável, não necessitando de descongelamento propriamente dito (TOLENTINO; GOMES, 2009).

A polpa deve ser estocada  $-20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , em câmaras frias ou em freezer doméstico, até o momento do consumo, seguindo a cadeia do frio. Podem

ocorrer modificações das células em virtude do congelamento lento. A retenção dos nutrientes será maior quanto menor for o tempo de duração do processo. Se o processo for bem feito e o tempo de estocagem curto, ocorre pouca alteração sensorial no alimento, e o seu valor nutricional é pouco afetado. Pode ocorrer, também, oxidação lipídica, principalmente naqueles alimentos submetidos ao armazenamento com embalagens inadequadas ou sem embalagens e, subsequentemente, dos outros nutrientes (vitaminas), mas ocorre de uma forma lenta.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. A. **Cerrado**: ecologia e caracterização. Planaltina: EMBRAPA Cerrados; Brasília: EMBRAPA Informações Tecnológicas, 2004. 249 p.
- ALMEIDA, S. P. et al. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA/CPAC, 1998. 464 p.
- ÁVIDOS, M. F. D.; FERREIRA, L. T. **Frutos dos Cerrados**: preservação gera muitos frutos. Disponível em: <<http://www.bioteecnologia.com.br/bio15/frutos.pdf>>. Acesso em: 15 ago. 2014.
- BARROS, M. A. G.; CALDAS, L. S. Acompanhamento de eventos fenológicos apresentados por cinco gêneros nativos do cerrado, Brasília, DF. **Brasil Florestal**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 42, p. 7-14, abr./jun. 1980.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 1**, de 07 de janeiro de 2000. Aprova Regulamento Técnico para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta. Brasília, 2000. Disponível em: <[http://www2.agricultura.rs.gov.br/uploads/126989581629.03\\_enol\\_in\\_1\\_00\\_mapa.doc](http://www2.agricultura.rs.gov.br/uploads/126989581629.03_enol_in_1_00_mapa.doc)>. Acesso em: 28 out. 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 12/99, de 13 de setembro de 1999. Padrões de Identidade e Qualidade para Polpas de Frutas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 13 set. 1999. Seção 1, p. 72.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução RDC nº 12**, de 2 de janeiro de 2001. Dispõe sobre regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Brasília, 2001. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/resolucoes/12\\_01.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resolucoes/12_01.htm)>. Acesso em: 10 nov. 2014.
- BRECHT, J. K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **Horscience**, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 18-22, Feb. 1995.
- CHAVES, L. J. **Melhoramento e conservação de espécies frutíferas do Cerrado**. Disponível em: <<http://www.sbmp.org.br/cbmp.2001/palestras/palestras.htm>>. Acesso em: 16 ago. 2014.

CHITARRA, M. I. F. Fisiologia e qualidade de produtos vegetais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA: ARMAZENAMENTO E PROCESSAMENTO DE PRODUTOS AGRÍCOLAS, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Lavras: UFLA/SBEA, 1998a.p. 35.

CHITARRA, M. I. F. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Viçosa, MG: UFV, 1998b. 88 p.

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

DAMIANI, C. **Caracterização e agregação de frutos do Cerrado: araquá (*Psidium guinnensis* SW) e marolo (*Annona crassiflora* Mart.)**. 2009. 171 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Programa de melhoramento genético e de adaptação de espécies vegetais para a Amazônia oriental**. Belém, 2000. 137p. (EMBRAPA Amazônia Oriental. Documentos, 16).

FERNANDES, P. H. S.; SOUZA, S. D. O. **Tecnologia de produtos de origem vegetal: processamento de frutas e hortaliças**. Uberlândia: SENAI-MG, 2001. 99 p.

FERRI, M. G. História dos trabalhos botânicos sobre o Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 1., 1963, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 1963. p. 15-50.

FONSECA, A. G.; MUNIZ, I. A. F. Informações sobre a cultura de espécies frutíferas nativas da região do Cerrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 173, n. 16, p. 12-17, 1992.

FRANCO, M. R. B.; JANZANTTI, N. S. Avanços na metodologia instrumental da pesquisa do sabor. In: FRANCO, M. R. B. (Ed.). **Aroma e sabor de alimentos: temas atuais**. São Paulo: Varela, 2003. p. 17-27.

HENDERSON, A. **The palms of the Amazon**. New York: Oxford Press, 1995. 162 p.

HULME, A. C. **The Biochemistry of fruits and their products**. London: Academic, 1970. 618 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Extração vegetal e silvicultura. **Anuário Estatístico do Brasil**, Rio de Janeiro, v.57, p.355-360, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Tabelas de composição de alimentos**. 5. ed. Rio de Janeiro, 1999.137 p.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. Athens: AVI, 1997. 532 p.

KING, G. A.; O'DONOGHUE, E. M. Unravelling senescence: new opportunities for delaying the inevitable in harvested fruit and vegetables. **Trends in Food Science & Technology**, New York, v. 6, p. 385-389, Dec. 1995.

LANA, M. M.; FINGER, F. L. **Atmosfera modificada e controlada**. Brasília: EMBRAPA, 2000. 27 p.

LIMA, L. C. Processamento mínimo de kiwi e mamão. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2000. p. 95-109.

LIMA, U. A. **Agroindustrialização de frutas**. Piracicaba: FEALQ, 1998.151 p.

MEYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, London, v.403, n. 24, p.853-858, Feb. 2000.

PEREIRA, B. A. de S. Flora nativa. In: DIAS, B. F. de S. (Ed.). **Alternativas de desenvolvimento dos Cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**. Brasília: FUATURA; IBAMA, 1992. p. 53-62.

PERET, L. A. **Frutas da Amazônia**. Manaus: INPA, 1989. 110 p.

POLLONIO, M. A. R. **Manual de controle higiênico-sanitário e aspectos organizacionais para supermercados de pequeno e médio porte**. São Paulo: Metha, 1999. 154 p.

RIZZINI, C. T. Árvores e arbustos do Cerrado. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v.26, n.38, p.63-77, 1971.

RODRIGUES, L. J. **O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb):** ciclo vital e agregação de valor pelo processamento mínimo. 2005. 150 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

SILVA, C. A. B.; FERNANDES, A. R. **Projetos de empreendimentos agroindustriais:** produtos de origem vegetal 2. Viçosa, MG: UFV, 2003.308 p.

SILVA, D. B. et al. **Frutas do Cerrado.** Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2001. 178 p.

SILVA, E. P. **Caracterização do desenvolvimento de Frutos do Cerrado:** marolo (*Annona Crassiflora*, Mart) e gabioba (*Campomanesia pubescens*). 2009. 128 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

SILVA, M. L. N. et al. Comparação de métodos direto e indiretos para determinação da erodibilidade em latossolos sob Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 11, p. 1751-1761, nov. 1994.

TOLENTINO, R. V.; GOMES, A. **Processamento de vegetais:** frutas e polpa congelada. Rio de Janeiro: Rio Rural, 2009. 22 p. (Manual Técnico, 12).

VILAS-BOAS, B. M. et al. Qualidade de mangas 'Tommy Atkins' minimamente processadas submetidas a diferentes tratamentos químicos. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 44-51, jan./jun. 2006.

VILAS-BOAS, E. V. de B. **Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de frutos.** Lavras: UFLA-FAEPE, 1999. 75 p.

VILAS-BOAS, E. V. de B. **Perdas pós-colheita.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 64 p.

VILAS-BOAS, E. V. de B. **Qualidade dos alimentos vegetais.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 68 p.

WILLS, R. et al. **Postharvest:** and introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals. Chicago: CAB International, 1998. 167 p.

## **CAPÍTULO 2 Caracterização química e física da bacaba ao longo do seu desenvolvimento**

### **RESUMO**

O presente estudo teve como objetivo realizar a caracterização química e física da bacaba ao longo do seu desenvolvimento. Foram realizadas análises de coloração, pH, acidez titulável, sólidos solúveis totais, composição centesimal, vitamina C, pectina total e solúvel, amido, enzimas pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG), atividade antioxidante e compostos fenólicos. Na parede celular foram realizadas análises de hemicelulose, celulose, pectina e proteína. Durante o desenvolvimento do fruto, foi observada variação quanto à composição centesimal. Os valores de pH decresceram até o estágio 7, com posterior aumento no estágio 9. Os teores de acidez titulável foram menores no estágio 7 e 9. Os valores de sólidos solúveis aumentaram com o desenvolvimento. A atividade da poligalacturonase variou durante o desenvolvimento. O teor de pectina solúvel apresentou uma oscilação entre os estádios, a pectina total aumentou até o estágio 7. Não foi detectada a presença de vitamina C e da enzima PME na bacaba. Os estádios 1 e 3 não diferiram entre si quanto aos teores de celulose; a hemicelulose apresentou o maior teor no estágio 5, o maior teor de pectina da parede foi encontrado no estágio 1. Os compostos fenólicos totais e atividade antioxidante apresentaram o mesmo comportamento nos diferentes estádios.

Palavras-chave: Bacaba. Caracterização. Ciclo vital.

## ABSTRACT

The present study had the objective performing the chemical and physical characterization of bacaba throughout its development. We analyzed color, pH, titratable acidity, total soluble solids, proximate composition, vitamin C, total and soluble pectin, starch, enzymes pectin methylesterase (PME) and polygalacturonase (PG), antioxidant activity and phenolic compounds. In the cell wall, we analyzed hemicellulose, cellulose, pectin and protein. During the development of the fruit, we observed variation regarding proximate composition. The pH values decreased until stage 7, with subsequent increase at stage 9. The levels of titratable acidity were lower at stages 7 and 9. The values of soluble solids increased with development. The activity of polygalacturonase varied during development. The content of soluble pectin varied between stages, and total pectin increased until stage 7. We detected no presence of vitamin C and PME enzyme in the bacaba. Stages 1 and 3 did not differ between each other regarding cellulose content; hemicellulose presented the highest at stage 5; the highest content of pectin occurred at stage 1. Total phenolic compounds and antioxidant activity showed the same behavior at the different stages.

Keywords: Bacaba. Characterization. Life cycle.

## 1 INTRODUÇÃO

O Cerrado constitui-se de uma grande fonte natural de recursos biológicos, de fauna e flora. Ocupa, aproximadamente, 22% do território nacional, dos quais cerca de 90% estão situados nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso, Goiás e Bahia (FONSECA; MUNIZ, 1992). Esse bioma é considerado o segundo maior do país, superado apenas pela Floresta Amazônica (RIBEIRO; WALTIER, 1998).

A maioria das espécies vegetais do Cerrado não apresenta estudos sobre seu ciclo vital, não havendo, portanto, o conhecimento das etapas de crescimento, pré-maturação, maturação, amadurecimento e senescência. A caracterização da bacaba, ao longo do seu desenvolvimento, é o primeiro passo para o entendimento do seu comportamento no campo e após a colheita. Com o estabelecimento do ponto ideal de colheita, podem-se aplicar tecnologias que retardem ou reduzam as atividades fisiológicas, aumentando seu período de conservação (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O conhecimento a respeito da planta é importante para sua divulgação, preservação em seu estado natural e implantação de futuras lavouras comerciais. Entretanto, não há estudos inerentes a essa frutífera, em especial a seus frutos após a colheita (RODRIGUES, 2005).

Neste contexto, citam-se, como exemplos, as palmeiras (Arecaceae) que têm sido utilizadas sob vários aspectos pelo homem da região de Cerrado, suprimindo diversas necessidades, como fonte energética na dieta alimentar, auxiliando na construção de casas, utensílios caseiros, bebida, ou fazendo parte da arborização regional.

Dentre as diversas espécies, destaca-se a *Oenocarpus bacaba* Mart., vulgarmente conhecida como bacaba, bastante utilizada para vinhos, sucos e sorvetes, além de ser útil na produção de xarope contra tosse (PERET, 1989). É

uma palmeira nativa da Amazônia, sendo encontrada em florestas do Pará e do Amazonas. Seus cachos carregam um fruto semelhante ao açaí, que amadurecem de janeiro a abril e têm a parte interior comestível.

Os resíduos dos frutos podem ser utilizados como ração animal. Embora não possa competir com *Euterpe oleracea* e *Euterpe edulis*, pelo fato de crescer e produzir menos que as duas espécies de Euterpe, a bacaba também produz palmito, sendo possível o consumo de subsistência. Apesar da importância desta palmeira na realidade regional, pouco ainda tem sido estudado, principalmente com relação à sua conservação pós-colheita (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2000).

Deste modo o presente estudo foi realizado com o objetivo de caracterizar química e fisicamente a bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.), ao longo do seu desenvolvimento, que se inicia a partir da fertilização que é seguida por etapas, como a formação, crescimento e maturação, incluindo a fase de amadurecimento e senescência. O acompanhamento da bacaba, ao longo do seu ciclo vital, assume importância considerável, podendo servir de base para o desenvolvimento e adequação de métodos tecnológicos voltados para o seu máximo aproveitamento e conseqüentemente diminuição de perdas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Obtenção dos frutos, montagem e condução do experimento

A colheita dos frutos ocorreu durante os meses de agosto de 2010 a janeiro de 2011, em uma área com formação típica do Cerrado e com predomínio da espécie *Oneocarpus bacaba* Mart., localizado a 16 Km do município de Gurupi, sul do estado do Tocantins. Foram selecionadas ao acaso cerca de 40 exemplares da espécie, homogêneas quanto ao porte, sendo marcadas as flores, por ocasião da antese. Imediatamente após a formação dos frutos, foram colhidos 120 frutos, divididos em três lotes iguais, representando as repetições e cada repetição foi constituída por 15 unidades.

Em intervalos de 7 dias, a contar da formação dos frutos, estes foram colhidos pela manhã e acondicionados em sacos de polietileno e transportados para o Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras. Imediatamente após a chegada ao laboratório, os frutos foram submetidos à seleção, verificando a presença de defeitos ou pragas e lavados com detergente neutro e água corrente para retirada de sujidades superficiais provenientes do campo

### 2.2 Cor

Inicialmente foi determinada a cor em três pontos distintos na casca dos frutos de cada estágio de maturação utilizando – se o colorímetro Minolta CR-400, com a determinação no modo CIE  $L^*a^*b^*$ . A coordenada  $L^*$  representa quanto mais clara ou mais escura e a amostra, com valores variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente branca) geralmente utilizada para verificar o escurecimento e uma variável pronta para análise; a coordenada  $a^*$  pode assumir

valores de -80 a +100, em que os extremos correspondem ao verde e ao vermelho, respectivamente e a coordenada  $b^*$ , com a intensidade de azul ao amarelo, pode variar de -50 (totalmente azul) a +70 (totalmente amarelo). Estas variáveis são utilizadas para cálculos que permitem a obtenção das coordenadas cilíndricas que são ângulo de cor ou tonalidade ( $h_o$ ) que identifica a cor num ângulo de  $360^\circ$  graus e croma ( $C^*$ ) que representa a pureza da cor (MCGUIRE, 1992).

### **2.3 pH**

O pH foi determinado, utilizando-se um pHmetro Schott Handylab, segundo técnica da Association of Official Analytical Chemists- AOAC (1990).

### **2.4 Acidez titulável**

A determinação da acidez titulável foi realizada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, usando como indicador a fenolftaleína, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico.

### **2.5 Sólidos solúveis**

Os sólidos solúveis totais (SST) foram determinados por refratometria, onde foi utilizado o refratômetro digital ATAGO PR-100 com compensação de temperatura automática a  $25^\circ\text{C}$  e os resultados foram expressos em  $^\circ\text{Brix}$ , conforme a AOAC (1998).

## **2.6 Umidade**

A umidade foi determinada, segundo a técnica gravimétrica, onde foi empregado o calor em estufa ventilada à temperatura de 105°C, até a obtenção de peso constante, segundo a AOAC (1998).

## **2.7 Extrato etéreo**

A determinação do extrato etéreo ocorreu por extração com solvente orgânico (éter etílico) com o auxílio de um aparelho extrator do tipo Soxhlet, segundo método da AOAC (1998).

## **2.8 Proteínas**

A proteína bruta foi determinada, por meio do teor de nitrogênio, por destilação em aparelho de Microkjedahl (semimicro) (AOAC, 1980), usando o fator 6,25, procedido do cálculo do teor de proteína bruta, conforme procedimento da AOAC (1998).

## **2.9 Fibra**

A determinação de fibra bruta foi realizada por hidrólise ácida, pelo método gravimétrico, segundo o método descrito por Kamer e Ginkel (1952).

## **2.10 Cinzas**

A fração cinzas foi determinada, gravimetricamente, onde foi avaliada a perda de peso do material que foi submetido ao aquecimento em mufla a 550°C-660°C (AOAC, 1990).

### **2.11 Fração glicídica**

A fração glicídica foi calculada pela diferença segundo a equação: % F.G. = 100 - (%umidade + %extrato etéreo + % proteína bruta + %fibra bruta + % fração cinzas), considerando a matéria integral.

### **2.12 Vitamina C**

A vitamina C foi determinada pelo método colorimétrico, utilizando-se 2,4 dinitrofenilhidrazina, segundo Strohecker e Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100g de fruto.

### **2.13 Pectina total e solúvel**

As pectinas total e solúvel foram extraídas, de acordo com a técnica descrita por Mc Cready e Mc Comb (1952) e seus teores determinados espectrofotometricamente a 520nm, segundo Bitter e Muir (1973).

### **2.14 Amido**

O amido foi determinado após extração e hidrólise química, o doseamento ocorreu pelo método de Somogyi, adaptado por Nelson (1944), e os resultados foram expressos em porcentagem (%).

### **2.15 PME**

A extração da enzima PME foi realizada, segundo técnica de Buecher e Furmanski (1978), com modificações de Vilas-Boas (1995). O doseamento foi realizado segundo Hultin, Sun e Bulger (1966) e Ratner, Goren e Monseline

(1969), com modificações de Vilas-Boas (1995). Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1 $\eta$ mol de NaOH por minuto, sob as condições de ensaio.

### **2.16 PG**

A extração da enzima PG foi realizada, segundo a técnica de Buescher e Furmanski (1978), com modificações de Vilas-Boas (1995). O dosamento foi realizado, segundo Markovic, Heinrichová e Lenkey (1975), com modificações de Vilas-Boas (1995). A atividade enzimática foi expressa em  $\eta$ mol de ácido galacturônico por grama de polpa por minuto.

### **2.17 Atividade Antioxidante (DPPH)**

A determinação da atividade antioxidante foi baseada na extinção da absorção do radical 2,2 – difenil-1-picril hidrazil (DPPH 60 $\mu$ M), segundo Rufino et al. (2007), com algumas adaptações em relação ao cálculo, onde foi calculada a quantidade em gramas de DPPH/grama do fruto, de acordo com a equação da reta, obtida da curva padrão com concentrações de DPPH que variaram de 0 a 60( $\mu$ M).

### **2.18 Compostos fenólicos**

A determinação de compostos fenólicos foi realizada, por meio da quantificação estimada de compostos com capacidade redutora, dentre os quais os compostos fenólicos, presentes nas frações da polpa. Foi empregado o método espectrofotométrico (760 nm), utilizando o método colorimétrico de

Folin-Dennis que tem como princípio a redução de fosfotungatato-fosfomolibidato em solução alcalina pelos compostos benzênicos polihidroxilados formando o azul de molibidênio que é mais intensa quanto maior o número de hidroxilas presentes.

### **2.19 Extração da parede celular**

A parede celular foi extraída do material, pesando 50g e triturada em homogeneizador de tecidos (tipo politron) com 200 mL de álcool 92,8%. Em seguida, filtrada em organza, lavando-se com álcool 92,8% duas vezes, logo após, com álcool etílico absoluto e finalmente com acetona P.A. O processo de extração foi feito com álcool fervente. O material da parede celular foi colocado em placa de Petri para secagem e armazenado em frascos até sua utilização segundo Mitcham e Mc Donald (1992).

### **2.20 Determinação da celulose**

Para a determinação de celulose, foram tomados 50mg do material extraído da parede celular e colocados em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 72%, deixados em repouso por 2 horas. Terminado o tempo, foi completado para 50 mL de água destilada, filtrado e foi determinado pelo método antrona (DISCHE, 1962).

### **2.21 Determinação de pectina da parede celular**

A pectina da parede foi determinada 50mg do material extraído da parede celular e colocado em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 72%, deixada em repouso por 2 horas. Terminado o tempo, completou-se para 50 mL de água destilada, filtrada. Foi determinada pelo método do carbazol segundo Bitter e Muir (1973).

### **2.22 Determinação de hemicelulose**

A hemicelulose foi determinada em 50 mg (0,05 g) do material extraído da parede celular e colocada em 10 mL de ácido trifluoracético T.F. A 2N e levados em banho-maria a 120°C por 2 horas. Em seguida completou o volume para 50 mL com água destilada e filtrado. Foi tomado 1 mL para doseamento e determinação pelo método antrona (DISCHE, 1962).

### **2.23 Análises estatísticas**

As análises estatísticas das variáveis físicas e químicas foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2000). Após a análise de variância dos resultados obtidos, observou-se o nível de significância do teste F. As médias dos períodos (estádios de maturação) foram submetidas à regressão polinomial, em que os modelos foram selecionados, de acordo com a significância do teste F de cada modelo e com o coeficiente de determinação.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Aspectos do desenvolvimento

A inflorescência da bacaba, em uma área com formação típica do Cerrado e com predomínio da espécie *Oneocarpus bacaba* Mart, localizado a 16 Km do município de Gurupi, sul do estado do Tocantins, ocorreu durante os meses de agosto de 2010, com ápice de frutos janeiro de 2011. É uma palmeira monocaule de porte alto e estipe liso. Pode atingir até 20 metros de altura e 20 a 25 cm de diâmetro. Suas flores são unissexuadas, geralmente uma feminina para duas masculinas, inseridas em toda extensão dos ramos da espádice, a propagação da bacaba é feita por sementes. Para formação das mudas, as sementes ou os frutos são colocados para germinar, após a colheita, em sementeiras contendo adubo orgânico e solo areno-argiloso, como substrato, entre 60 a 120 dias brotam as raízes (QUEIROZ, 2000).

O intervalo do estágio 1 (frutílo) até o estágio 9 (fruto maduro coloração roxa escura) compreendeu um período de 120 dias. O período entre a antese e o amadurecimento dos frutos é variável entre as espécies, iniciando-se, normalmente, com a fertilização, que é seguida por etapas, como formação, crescimento e maturação, incluindo a fase de amadurecimento e senescência (BIALE; YOUNG, 1964).

A mudança mais marcante observada visualmente durante o desenvolvimento da bacaba é quanto ao tamanho do fruto e na coloração que passa de verde clara para violáceo (roxo escuro).

### 3.2 Alterações física e químicas durante o desenvolvimento

Para as variáveis massa (M) e o diâmetro longitudinal (DL) da bacaba foram pesados e medidos 10 frutos por repetição para cada estágio de maturação. Observou-se um incremento, ao longo do desenvolvimento da bacaba, com exceção da amostra do estágio 7 que apresentou um decréscimo no valor de massa e diâmetro. Esta redução nos valores de massa e diâmetro pode estar relacionada a fatores ambientais, falta de nutriente no solo. O fruto é uma drupa subalongada, quando jovem, subglobosa, quando adulta podendo atingir até 3,0 gramas. A propagação é feita por sementes que germinam entre 60 e 120 dias, Tabela 1.

Tabela 1 Valores médios de massa(g) e diâmetro (cm) da bacaba ao longo do desenvolvimento

<b>Estádios</b>	<b>Massa (g)</b>	<b>Diâmetro (cm)</b>
1	6,50d	0,59d
3	15,69b	1,63b
5	16,11b	1,71b
7	11,61c	1,49c
9	19,59a	1,82a

M= Massa; DL= Diâmetro Longitudinal; E.M= Estádios de Maturação. Médias seguidas por letras minúsculas na coluna não diferem, significativamente, a 5% pelo Teste Tukey.

Durante o desenvolvimento do fruto, foi observada variação quanto à composição centesimal dos estádios de desenvolvimento da bacaba (Tabela 2).

Tabela 2 Composição centesimal de frutos de bacaba durante seu ciclo vital

<b>Composição Centesimal (%) (MI)</b>						
<b>Estádios</b>	<b>Umidade</b>	<b>EE</b>	<b>Proteína</b>	<b>Fibra</b>	<b>Cinza</b>	<b>ENN</b>
1	54,21b	0,25d	3,81a	12,75a	3,79c	25,18a
3	57,03a	0,90d	3,42ab	11,10b	5,42b	22,13b
5	47,54c	11,45c	2,92b	7,30cd	6,58a	24,21a
7	48,56c	14,47b	3,62ab	7,74c	6,47a	19,13c
9	44,30d	24,06a	3,59ab	6,61d	5,22b	16,21d
<b>Composição Centesimal (%) (MS)</b>						
1	-	0,42e	8,32a	27,97a	7,49c	-
3	-	1,88d	6,99bc	20,13b	9,79b	-
5	-	20,97c	5,68c	13,59d	12,66a	-
7	-	28,07b	7,05ab	15,33c	11,55a	-
9	-	43,29a	5,68c	9,59e	9,58b	-
<b>Composição Centesimal (%) (MSD)</b>						
1	-	-	8,38b	28,68a	7,70d	-
3	-	-	7,10c	20,44bc	10,53c	-
5	-	-	7,47bc	19,03c	18,11a	-
7	-	-	9,67a	20,90b	17,08a	-
9	-	-	10,26a	20,61bc	12,81b	-

EE= Extrato Etéreo; ENN= Extrato Não Nitrogenado; MI=Matéria Integral; MS= Matéria Seca; MSD=Matéria Seca Desengordurada; E.M= Estádios de Maturação. Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem, significativamente, entre si pelo Teste Tukey a 5%.

Os valores de umidade decresceram (54,21% para 44,30%) com o amadurecimento do fruto e, nos estádios iniciais de maturação, necessita-se de mais água para completar seu desenvolvimento (MARTINS; SILVA, 1997). A água é o maior componente das frutas e hortaliças, perfazendo, no total 80% até 95% de sua composição (KAYS, 1997). O teor de água é bastante variável entre as espécies e depende do suprimento ao tecido à época da colheita, bem como da temperatura e umidade relativa do meio ambiente.

Quanto ao teor de extrato etéreo (gordura), aumenta durante o amadurecimento e, em termos quantitativos, passando a ser um dos constituintes mais importantes do fruto maduro.

Os lipídeos atuam no organismo como portadores de elétrons, transportadores de substâncias nas reações enzimáticas, compõem as membranas biológicas e servem como reserva energética (MCDONALD; EDWARD; GREENHALGH, 1997).

O estágio 1 apresentou maiores teores de proteína (3,81%), fibra (12,75%) na matéria integral, o mesmo ocorrendo na matéria seca (8,32% e 27,97%, respectivamente). E maior teor de fibra (28,68%) na matéria seca desengordurada. De modo geral, as frutas não são fontes pronunciadas de proteínas, apresentando, em média, 1%, com as cascas mais ricas que as partes comestíveis (GONDIM et al., 2005). O aumento nos teores de fibras, possivelmente, está associado à síntese de componentes estruturais, presentes na parede celular, como celulose, hemicelulose e lignina (NAWIRSKA; KWASNIEWSKA, 2005). As fibras, constituídas de lignina e polissacarídeos da parede celular de vegetais, exercem importantes funções no organismo humano. Dietas pobres desse componente levam à constipação intestinal, ao aumento no risco de doenças coronarianas e ao aumento dos níveis sanguíneos de glicose e insulina (AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION- ADA, 2008).

Os teores de cinzas, que constituem a fração inorgânica ou mineral dos vegetais, apresentaram nos estágios 5 e 7, o maior teor de cinza na matéria integral (6,58% e 6,47%), seca (12,66% e 11,55%) e desengordurada (18,11% e 17,08%), respectivamente. Os minerais são essenciais ao metabolismo dos frutos e seus teores são dependentes de vários fatores, entre eles, fertilidade do solo, fatores climáticos e, sobretudo, a capacidade da planta em absorver esses elementos do solo (MCDONALD; EDWARD; GREENHALGH, 1997). Segundo Gondim et al. (2005), as frutas são consideradas as principais fontes de minerais na dieta humana, sendo encontrados nas cascas teores superiores que nas partes comestíveis.

Os estádios 1 e 5 apresentaram maiores teores de ENN e o estádio 9 o menor. A fração glicídica, extrato não nitrogenado, constitui-se na porção de carboidratos do alimento, à exceção a fração fibra. Oscilações nestes teores indicam, possivelmente, variações na atividade metabólica desses compostos decorrentes da síntese proteica. Segundo Cruz (2008), os teores de sólidos solúveis, acidez, carboidratos, proteínas e lipídeos totais no açaí aumentaram com a maturação, gerando as alterações no sabor e na textura. A polpa de açaí, obtida com o fruto maduro, apresentou um teor médio de lipídeos totais de 4,8 g/ 100 g de polpa, o que equivale a 45,2 g/ 100 g em base seca, valor muito próximo àqueles encontrados por Menezes (2005) e Sambaria e Sangronis (2007), entre 42,0 e 49,4 g/ 100 g (base seca), Tabela 3.

Tabela 3 Composição física, química e da parede celular do ciclo vital da bacaba

Variáveis					
Estádios	L*	a*	b*	Croma*	Hue (h°)
1	31,04c	3,99a	4,32ab	5,88b	47,08e
3	42,62a	-0,42d	7,54a	9,22a	94,68c
5	35,03b	-1,28e	3,90b	4,10c	108,20b
7	40,6a	3,00b	5,01ab	5,85b	59,13d
9	27,18d	2,19c	-0,86c	2,35d	338,48a
Estádios	pH	SS	AT	Açúcares Totais	Amido
1	5,46a	4,67b	0,60b	0,55c	11,30a
3	4,73c	6,67b	0,68b	1,76b	11,42a
5	4,23d	13,00a	1,02a	5,32a	7,75c
7	5,04b	12,67a	0,55b	1,85b	9,74b
9	5,33a	13,33a	0,51b	1,76b	6,36d
Estádios	PG	PS	PT	Compostos Fenólicos	% SRL
1	157,05c	281,18c	550,87b	6,37c	19,10c
3	252,48a	283,59c	542,02b	10,44b	43,42b
5	202,76b	476,93b	504,87b	15,70a	69,17a
7	151,58c	750,43a	842,38a	10,38b	40,32b
9	264,21a	820,04a	774,33a	8,17b	50,58b
Estádios	Celulose	Hemicelulose	Pectina	Proteína da parede	
1	23,79a	4,09d	15,64a	10,38bc	
3	25,50a	4,69c	10,70b	9,79c	
5	14,27b	7,56 <sup>a</sup>	4,62d	10,67b	
7	11,61bc	6,43b	4,23d	8,57d	
9	8,90c	4,38cd	7,18c	13,18a	

SS= sólidos solúveis (°Brix); AT= acidez titulável (% de ácido cítrico); Açúcares Totais (%); Amido (%); PG= Poligalacturonase (nmol/g.min<sup>-1</sup>); PS= pectina solúvel (mg/100g); PT= pectina Total (mg/100g); Fenólicos (mg de ácido gálico/100g); Celulose, Hemicelulose, Pectina da Parede e Proteína da parede (%). Médias seguidas por letras minúsculas na coluna não diferem, significativamente, a 5% pelo Teste Tukey.

A mudança mais marcante observada visualmente durante o desenvolvimento da bacaba é em relação ao tamanho do fruto e na coloração que

passa de verde clara para violáceo (roxo escuro). Nos vegetais são encontrados pigmentos pertencentes a três classes principais: carotenoides, antocianinas e clorofilas. Estes pigmentos estão localizados nos plastos, vacúolos e líquido citoplasmático das células (FERNANDES; SOUZA, 2001). A mudança característica inicial da maturação dos frutos é a perda gradual da cor verde com o surgimento de pigmentos amarelos, alaranjados e vermelhos (carotenoides e flavonoides), que podem estar presentes, junto com a cor verde, sendo revelados somente após a degradação da clorofila, ou ser sintetizados durante a maturação (COOMBE, 1976).

Podemos observar decréscimo na coloração ao longo do ciclo vital da bacaba, visto que o estágio 9 apresentou menor valor  $L^*$  e croma, valores maiores de ângulo Hue. Quanto menor o valor de  $L^*$  e croma, menos pura é a cor, ou seja, quanto menor o valor destes, menos clara será a diferenciação entre as tonalidades (HÉRNANDEZ; MARTÍNEZ; FERNÁNDEZ-TRUJILLO, 2007).

Os valores de pH decresceram até o estágio 7 (5,04), com posterior aumento no estágio 9 (5,33). Os teores de acidez foram menores no estágio 7 e 9 (0,55% e 0,51%, respectivamente), em razão, principalmente, do consumo destes ácidos na respiração por meio da oxidação dos ácidos tricarbóxicos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Usualmente, a concentração de ácidos orgânicos dos frutos declina com o avanço da maturação, fato que foi verificado para a bacaba (Figura 3), podendo ocorrer em decorrência da utilização desses compostos como substrato na respiração ou da sua transformação em açúcares (BIALEE; YOUNG, 1964). Outro aspecto é a importância dos ácidos orgânicos nas características de sabor (acidez) e do aroma dos frutos, uma vez que alguns compostos são voláteis (COOMBE, 1976).

Os valores de sólidos solúveis aumentaram com a evolução dos estádios (4,67% estágio 1 para 13,33% no estágio 9). Este fato confirma o aumento dos sólidos solúveis, à medida que os frutos chegam à maturidade de consumo, como resultado do maior acúmulo de açúcares solúveis oriundos da degradação do amido. Os teores de açúcares totais também aumentaram até o estágio 5, decrescendo ao final do ciclo vital. Os SS compreendem, principalmente, os açúcares, sendo o seu teor dependente do estágio de maturação do fruto, aumentando durante a maturação pela biossíntese de mono e dissacarídeos, ou degradação de polissacarídeos (COOMBE, 1976).

Nos estádios 1 e 3, os teores de amido não variaram significativamente entre si (11,30 e 11,42%, respectivamente), com decréscimo ao final do desenvolvimento da bacaba. Isto se deve à degradação do amido com a maturação dos frutos. Uma das principais transformações que ocorrem na maturação de frutos é o acúmulo de açúcares, podendo os mesmos serem derivados diretamente da seiva importada pelo fruto, antes ou concomitantemente à degradação do amido, tendo efeito direto no desenvolvimento da qualidade comestível plena do fruto, em especial com o aumento no grau de doçura (BIALE; YOUNG, 1964).

A atividade da poligalacturonase variou entre os estádios e, no estágio 9, este teor foi maior ( $264,21 \text{ nmol/g.min}^{-1}$ ) que os demais. Os teores de pectina solúvel (PS) apresentaram um aumento nos diferentes estádios, estes foram maiores no estágio 7 e 9 (750,43 e 820,04 mg/100g, respectivamente), entretanto, a pectina total (PT) aumentou até o estágio 7 (842,38 mg/100g) não diferindo entre si no estágio 9 (774,33 mg/100g)mm. Estes teores podem relatar um possível amaciamento com o decorrer da maturação.

Durante os 9 estádios de maturação da bacaba, não foi encontrada a presença de vitamina C e da enzima PME. Segundo Nogueira et al. (2002), o teor de ácido ascórbico pode aumentar ou diminuir durante o amadurecimento,

dependendo do fruto. O decréscimo de ácido ascórbico é atribuído à maior atuação da enzima ácido ascórbico oxidase. Ou pela ação das enzimas fenolase, citocromo C, peroxidase e oxidase (TUCKER, 1993).

Os estádios 1 e 3 não diferiram entre si quanto aos teores de celulose (23,79 e 25,50%); a hemicelulose apresentou o maior teor no estádio 5 (7,56%) e a maior teor de pectina da parede no estádio 1 (15,64%), corroborando com os dados obtidos para PG, pectina solúvel e total. As hemiceluloses são polissacarídeos flexíveis constituídos por açúcares neutros que caracteristicamente ligam-se à superfície da celulose e interagem com as substâncias pécticas (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Para os teores de fenólicos totais e sequestro de radicais livres, observou-se o mesmo comportamento, nos diferentes estádios, destacando os estádios 5, com maiores teores destes. Este aumento no estádio 5, quanto aos fenólicos, pode estar relacionado como forma de defesa da planta em reação ao ataque de insetos (YOUNG; GEISEN; PROBERT, 2005). Nos frutos e em outras estruturas vegetais jovens, ocorre predomínio de fenólicos de baixo peso molecular e, com a evolução da maturação, esses compostos sofrem polimerização, originando moléculas maiores, insolúveis em água, tendo como consequência a redução do seu poder adstringente, o que dá aos frutos um sabor mais agradável (COOMBE, 1976).

Os teores da proteína da parede celular apresentaram oscilações entre os estádios. O maior teor foi observado no estádio 9 (13,18%), possivelmente, funcionando como uma barreira estrutural da parede da bacaba.

#### **4 CONCLUSÕES**

O intervalo do estágio 1 (frutílo) até o estágio 9 (fruto maduro coloração roxa escura) compreendeu um período de 120 dias.

A mudança mais marcante observada visualmente durante o desenvolvimento da bacaba foi quanto ao tamanho do fruto e na coloração que passa de verde claro para violáceo (roxo escuro).

Quanto ao teor de extrato etéreo (gordura), aumenta durante o amadurecimento e, em termos quantitativos, passando a ser um dos constituintes mais importantes do fruto maduro.

Durante os 9 estágios de maturação da bacaba não foi encontrada a presença de vitamina C e da enzima PME.

## REFERÊNCIAS

- AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION. Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber. **Journal of the American Dietetic Association**, Chicago, v. 102, n. 7, p. 993-1000, July 2008.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 13<sup>th</sup> ed. Washington, 1980. 384 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15<sup>th</sup> ed. Washington, 1990. 1141 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. Washington, 1998. 1141 p.
- BIALE, J. B.; YOUNG, R. E. Growth, maturation and senescence in fruits. **Science**, Washington, v. 146, n. 3646, p. 164-174, 1964.
- BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 4, n. 4, p. 330-334, 1973.
- BUESCHER, R. W.; FURMANSKI, R. J. Role of pectinesterase and polygalacturonase in the formation of woolliness in peaches. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 43, n. 1, p. 264-266, Jan./Feb. 1978.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: FAEPE, 2005. 320 p.
- COOMBE, B. Development of fleshy fruits. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 27, p. 207-228, 1976.
- CRUZ, A. P. G. **Avaliação do efeito da extração e da microfiltração do açaí sobre sua composição e atividade antioxidante**. 2008. 104 p. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- DISCHE, Z. General color reactions. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAN, M. L. (Ed.). **Carbohydrate chemistry**. New York: Academic, 1962. v. 1, p. 477-512.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Programa de melhoramento genético e de adaptação de espécies vegetais para a Amazônia oriental**. Belém, 2000. 137 p. (EMBRAPA Amazônia Oriental. Documentos, 16).

FERNANDES, P. H. S.; SOUZA, S. D. O. **Tecnologia de produtos de origem vegetal: processamento de frutas e hortaliças**. Uberlândia: SENAI-MG, 2001. 99 p.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 235.

FONSECA, A. G.; MUNIZ, I. A. F. Informações sobre a cultura de espécies frutíferas nativas da região do Cerrado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 173, n. 16, p. 12-17, 1992.

GONDIM, J. A. M. et al. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 825-827, out./dez. 2005.

HERNÁNDEZ, M.S.; MARTÍNEZ, M.S.; FERNÁNDEZ-TRUJILLO, J.P. Behavior of arazá (*Eugenia stipitata* Mcvaugh) fruit quality traits during growth, development and ripening. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 111, n. 3, p. 220-227, Feb. 2007.

HULTIN, H. O.; SUN, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterases of the banana: purification and properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 31, n. 3, p. 320-327, May/June 1966.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 1985. v. 1, 181 p.

KAMER, S. B. van de; GINKEL, L. van. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 19, n. 4, p. 239-251, July/Aug. 1952.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. Athens: AVI, 1997. 532 p.

MARKOVIC, O.; HEINRICHOVÁ, K.; LENKEY, B. Pectolytic enzymes from banana. **Collection Czechoslovak Chemistry Community**, London, v. 40, p. 769-774, 1975.

MARTINS, S. V.; SILVA, D. D. Maturação e época de colheita de sementes de *Dalbergia nigra* (Vell.) Fr. All. Ex. Benth. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 96-99, 1997.

MCCREADY, P. M.; MCCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectic material. **Analytical Chemistry**, New York, v. 24, n. 12, p. 1586, 1952.

MCDONALD, P.; EDWARD, R.A.; GREENHALGH, J.E.D. **Nutrición animal**. Zaragoza: Acríbia, 1997. 576p.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **Hort Science**, Alexandria, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, Dec. 1992.

MENEZES, E. M. S. **Efeito da alta pressão hidrostática em polpa de açaí pré-congelada (*Euterpe oleracea*, Mart.)**. 2005. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2005.

MITCHAM, E. J.; MCDONALD, R. E. Cell wall modification during ripening of 'Keitt' and 'Tommy Atkins' mango fruits. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 117, n. 6, p. 919-924, 1992.

NAWIRSKA, A.; KWASNIEWSKA, M. Dietary fiber fractions from fruit and vegetable processing waste. **Food Chemistry**, Oxford, v. 91, n. 2, p. 221-225, 2005.

NELSON, N. A fotometria adaptation of somogi method for determination of glicose. **Journal Biological Chemistry**, Baltimore, v. 31, n. 2, p. 159-161, 1944.

NOGUEIRA, R. J. M. C. et al. Efeito do estágio de maturação nas características físico-químicas da acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 463-470, abr. 2002.

PERET, L. A. **Frutas da Amazônia**. Manaus: INPA, 1989. 110 p.

QUEIROZ, J. A. L. de. **Germinação de sementes de bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.) nas condições do Estado do Amapá.** Macapá: EMBRAPA Amapá, 2000. 3 p. (Comunicado Técnico, 32).

RATNER, A.; GOREN, R.; MONSELINE, S. P. Activity of pectin esterase and cellulase in the abscission zone of citrus leaf explants. **Plant Physiology**, Rockville, v. 44, n. 12, p. 1717-1723, Dec. 1969.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora.** Planaltina: EMBRAPA, 1998. p. 89-166.

RODRIGUES, L. J. **O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb): ciclo vital e agregação de valor pelo processamento mínimo.** 2005. 152 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

RUFINO, M. S. M. et al. **Determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método betacaroteno/ácido linoleico.** Fortaleza: EMBRAPA, 2007. 4 p.

SANABRIA, N.; SANGRONIS, E. Caracterización del acai o manaca (*Euterpe oleracea* Mart.): un fruto del Amazonas. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 57, n. 1, p. 1-6, 2007.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Análises de vitaminas: métodos comprovados.** Madrid: Paz Montolvo, 1967. 428 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. (Ed.). **Biochemistry of fruit ripening.** London: Chapman & Hall, 1993. p. 2-51.

VILAS-BOAS, E. V. de B. **Modificações pós-colheita de banana 'Prata' (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana* grupo AAB) ã-irradiada.** 1995. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

YOUNG, J. R.; GEISEN, M.; PROBERT, I.A review of selected aspects of coccolithophore biology with implications for paleobiodiversity estimation. **Micropaleontology**, Redwood City, v. 51, n. 4, p. 267-288, 2005.

**CAPÍTULO 3 Alterações físicas, químicas e microbiológicas da polpa congelada de bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart) durante seu armazenamento**

**RESUMO**

A bacaba é um fruto típico do Cerrado brasileiro, apreciado pelas populações locais. Sua coloração é roxa, sendo utilizada para elaboração de vinhos, sucos, geleias e sorvetes, além de ser empregada na produção de xarope contra tosse. Essa palmeira é muito importante na realidade regional, porém ainda há pouco estudo sobre suas características nutricionais. O presente estudo teve como objetivo avaliar as alterações físicas, químicas e microbiológicas da polpa de bacaba congelada ao longo de 12 meses de armazenamento. A polpa da bacaba apresentou alto teor de extrato etéreo. Com seis meses de armazenamento foi encontrado o valor de 13,26% dessa variável. A atividade antioxidante apresentou comportamento e magnitudes semelhantes ao de compostos fenólicos. Não foi detectada a presença de vitamina C na polpa de bacaba congelada, tampouco atividade de pectinametilesterase que está associada à parede celular. Fatores ambientais e o processamento podem ter afetado sua atividade. Em relação a sua qualidade microbiológica não foi encontrada a presença de microrganismos contaminantes (bactérias aeróbicas psicotróficas e coliformes, fungos filamentosos e leveduras) durante o período analisado de 12 meses estando apta para o consumo humano.

Palavras-chave: Conservação, Cor, Acidez Titulável.

## ABSTRACT

Bacaba is a fruit typical of the Brazilian Cerrado, valued by local populations. Its coloring is purple and it is used in wines, juices, jams and ice creams, in addition to being employed in the production of cough syrup. This palm is very important for the region, however, its nutritional traits are little studied. The present study had the objective of evaluating physical, chemical and microbiological changes of bacaba pulp frozen for 12 months of storage. The bacaba pulp presented high content of ethereal extract. With six months of storage, we found the value of 13.26% of this variable. The antioxidant activity presented behavior and magnitudes similar to those of phenolic compounds. We detected no presence of vitamin C in the pulp of frozen bacaba, as well as no activity of pectin methylesterase, which is associated to the cell wall. Environmental factors and the processing might have affected its activity. Regarding its microbiological quality, we found the absence of contaminating microorganisms (psychotropic aerobic bacteria, yeasts and filamentous fungi) during the analyzed period of 12 months, considering its fit for human consumption.

Keywords: Conservation, Color, Titratable acidity.

## 1 INTRODUÇÃO

Os frutos do Cerrado são pouco explorados cientificamente e, ainda, pouco difundidos no mercado consumidor, mas com características sensoriais exóticas que despertam o interesse dos consumidores que os conhecem (RODRIGUES, 2005). Dentre as diversas espécies fruteiras, destaca-se *Oenocarpus bacaba* Mart. Seu potencial econômico baseia-se principalmente na utilização da polpa, na extração de um óleo comestível, semelhante ao azeite de oliva e na extração de palmito (PERET, 1989).

A polpa de fruta tem grande importância como matéria-prima, podendo ser produzida nas épocas de safra, armazenadas e processadas nos períodos mais propícios ou segundo a demanda do mercado consumidor (BUENO et al., 2002).

De acordo com a instrução Normativa n. 12 de 1999, é definida como polpa o produto não fermentado, não concentrado, não diluído, obtido de frutos polposos, por meio de processo tecnológico adequado, com um teor mínimo de sólidos totais, proveniente da parte comestível do fruto, sendo este estabelecido para cada polpa específica. Segundo Fazio (2006) ela deve apresentar características como elevada atividade de água, potencial de óxido-redução positivo e baixo potencial hidrogeniônico (pH).

As frutas destinadas para a fabricação de polpas deverão apresentar boa qualidade quanto à cor, sabor e aroma, características estas resultantes da interação de vários aspectos das fases de pré e pós-colheita como fatores genéticos (cultivares), climáticos (temperatura, luz, vento, chuva), culturais (solo, irrigação, adubação, desbaste, poda, controle fitossanitário, época e método de colheita) e estágio de maturação adequado, para a obtenção de um produto final que atenda às exigências dos consumidores (SILVA; FERNANDES, 2003). As características físicas, químicas e sensoriais deverão

ser as provenientes do fruto de sua origem, observando-se os limites mínimos e máximos fixados para cada polpa de fruta.

Quando a polpa for mista, deverá manter a mesma relação de proporcionalidade com as quantidades de cada polpa que compõe o produto. As frutas empregadas deverão ser sãs, limpas, não conter terra, sujidade, parasitas, fragmentos de insetos e pedaços das partes não comestíveis da fruta. O aspecto é de pasta mole com características de cor, aroma e sabor da própria fruta ou frutas que a constituem. As características não deverão ser alteradas pelos equipamentos, utensílios, recipientes e embalagens utilizadas durante o seu processamento e comercialização (LIMA, 1998).

Quanto aos padrões microbiológicos é importante que sejam feitas análises a fim de se avaliar a presença de microrganismos, conhecer as condições de higiene em que os alimentos são preparados, os riscos que o alimento pode oferecer à saúde do consumidor e a vida de prateleira do produto. Além disso, torna-se possível verificar se os padrões e especificações microbiológicas, para alimentos estabelecidos pela legislação, estão sendo atendidos adequadamente (FRANCO; LANDGRAF, 2003).

O presente trabalho teve como objetivo fazer uma avaliação físico, química e microbiológica de polpa de bacaba congelada ao longo de 12 meses de armazenamento.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

As análises foram realizadas no Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças, no Departamento de Ciências dos Alimentos da UFLA.

### **2.1 Origem dos Frutos e Pré Processamento**

Foram utilizados frutos de *Oneocarpus* bacaba Mart., provenientes do município de Gurupi, sul do estado do Tocantins, área típica de Cerrado.

Os frutos foram colhidos pela manhã, acondicionados em sacos de polietileno e transportados para o Laboratório de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras.

### **2.2 Processamento da Bacaba**

Imediatamente após a chegada ao laboratório, os frutos foram selecionados, eliminando-se aqueles com defeitos ou pragas e lavados com detergente neutro e água corrente para retirada de sujidades superficiais provenientes do campo. Para obtenção da polpa, os frutos foram inicialmente imersos em água a 30°C por aproximadamente 3 minutos, para o amolecimento da casca/polpa.

A separação da casca/polpa da semente foi realizada no laboratório de Processamento Vegetal UFLA, com o auxílio de facas. Depois da separação, a casca/polpa foi triturada com água, na proporção de 1/1 em liquidificador industrial, a mistura foi filtrada em organza para separar a polpa do resíduo da casca, em seguida, foram determinados os teores de sólidos solúveis. Foi realizado, na polpa, o processo de pasteurização lento (90°C por 60 segundos),

foram envasados 100 gramas de polpa em embalagens tipo saquinhos plásticos, com capacidade para 200 gramas, essas foram etiquetadas e armazenadas em freezer para ocorrer o congelamento a  $-18^{\circ}\text{C}$  pelo período de 1 ano dessas polpas.

### 2.3 Cor

Inicialmente foi determinada a cor da polpa, utilizando-se o colorímetro Minolta CR400, com a determinação no modo CIE  $L^*a^*b^*$ . A coordenada  $L^*$  representa quão clara ou escura é a amostra, com valores variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente branca); a coordenada  $a^*$  pode assumir valores de -80 a +100, em que os extremos correspondem ao verde e ao vermelho, respectivamente e a coordenada  $b^*$ , com a intensidade de azul ao amarelo, pode variar de -50 (totalmente azul) a +70 (totalmente amarelo). Estas variáveis são utilizadas para cálculos que permitem a obtenção das coordenadas cilíndricas que são ângulo de cor ou tonalidade ( $h^{\circ}$ ) que identifica a cor num ângulo de 360 graus e croma ( $C^*$ ) que representa a pureza da cor (MCGUIRE, 1992).

## **2.4 pH**

O pH foi determinado, utilizando-se um pHmetro Schott Handylab, segundo técnica da Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1990).

## **2.5 Acidez titulável**

A determinação da acidez titulável foi realizada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, usando como indicador a fenolftaleína, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico.

## **2.6 Sólidos solúveis**

Os sólidos solúveis totais (SST) foram determinados por refratometria, onde foi utilizado o refratômetro digital ATAGO PR-100, com compensação de temperatura automática a 25°C e os resultados foram expressos em °Brix, conforme a AOAC (1998).

## **2.7 Umidade**

A umidade foi determinada, segundo a técnica gravimétrica, onde foi empregado o calor em estufa ventilada à temperatura de 105°C, até a obtenção de peso constante, segundo a AOAC (1998).

## **2.8 Extrato etéreo**

A determinação do extrato etéreo ocorreu por extração com solvente orgânico (éter etílico) com o auxílio de um aparelho extrator do tipo Soxhlet, segundo método da AOAC (1998).

## **2.9 Proteínas**

A proteína bruta foi determinada, por meio do teor de nitrogênio por destilação em aparelho de Mikrojedahl (semi-micro) (AOAC, 1980), usando o fator 6,25, procedido do cálculo do teor de proteína bruta, conforme procedimento da AOAC (1998).

## **2.10 Fibra**

A determinação de fibra bruta foi feita por hidrólise ácida, pelo método gravimétrico, segundo o método descrito por Kamer e Ginkel (1952).

## **2.11 Cinzas**

A fração cinzas foi determinada, gravimetricamente, onde foi avaliada a perda de peso do material que foi submetido ao aquecimento em mufla a 550°C-660°C (AOAC, 1990).

A fração glicídica foi calculada pela diferença, segundo a equação: % F.G. = 100 - (%umidade + %extrato etéreo + % proteína bruta + %fibra bruta + % fração cinzas), considerando a matéria integral.

### **2.12 Vitamina C**

A vitamina C foi determinada pelo método colorimétrico, utilizando-se 2,4 dinitrofenilhidrazina, segundo Strohecker e Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100g de fruto.

### **2.13 Pectina total e solúvel**

As pectinas total e solúvel foram extraídas, de acordo com a técnica descrita por Mc Cready e Mc Comb (1952) e seus teores determinados espectrofotometricamente a 520nm, segundo Bitter e Muir (1973).

### **2.14 Amido**

O amido foi determinado após extração e hidrólise química, o doseamento ocorreu pelo método de Somogyi, adaptado por Nelson (1944), e os resultados foram expressos em porcentagem (%).

### **2.15 PME**

A extração da enzima PME foi realizada, segundo técnica de Buecher e Furmanski (1978), com modificações de Vilas-Boas (1995). O doseamento foi realizado segundo Hultin, Sun e Bulger (1966) e Ratner, Goren e Monseline (1969), com modificações de Vilas-Boas (1995). Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de

pectina, correspondente ao consumo de 1 $\eta$ mol de NaOH por minuto, sob as condições de ensaio.

### **2.16 PG**

A extração da enzima PG foi realizada, segundo a técnica de Buescher e Furmanski (1978), com modificações de Vilas-Boas (1995). O dosamento foi realizado, segundo Markovic, Heinrichová e Lenkey (1975), com modificações de Vilas-Boas (1995). A atividade enzimática será expressa em  $\eta$ mol de ácido galacturônico por grama de polpa por minuto.

### **2.17 Atividade Antioxidante (DPPH)**

A determinação da atividade antioxidante foi baseada na extinção da absorção do radical 2,2 – difenil-1-picril hidrazil (DPPH 60 $\mu$ M), segundo Rufino et al. (2007), com algumas adaptações quanto ao calculo, cuja quantidade em gramas foi de DPPH/grama do fruto, de acordo com a equação da reta, obtida da curva padrão com concentrações de DPPH que variaram de 0 a 60( $\mu$ M).

### **2.18 Compostos fenólicos**

A determinação de compostos fenólicos foi realizada, por meio da quantificação estimada de compostos com capacidade redutora, dentre os quais os compostos fenólicos, presentes nas frações da polpa. Foi empregado o método espectrofotométrico (760 nm), utilizando o método colorimétrico de Folin-Dennis que tem como princípio a redução de fosfotungatato-fosfomolibdato em solução alcalina pelos compostos benzênicos polihidroxiados formando o azul de molibidênio que é mais intensa quanto maior o número de hidroxilas presentes.

### **2.19 Análises microbiológicas**

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos, no Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA, segundo metodologias propostas pelo International Commission on Microbiological- ICMSF (1983) e Silva et al. (2010).

Alíquotas de 25 g de polpa foram retiradas e, em seguida, fez-se a homogeneização em 225 mL de água peptonada 0,1% (p/v) esterilizada e realizadas diluições seriadas, para a realização das análises microbiológicas. Todos os tratamentos foram homogeneizados em homogeneizador tipo Stomacher, 490 golpes por três minutos. Em seguida, foram feitas as diluições seriadas para a inoculação nos diferentes meios de cultura utilizados.

### 2.19.1 Quantificação de coliformes termotolerantes

Os coliformes termotolerantes foram quantificados utilizando-se a técnica de número mais provável (NMP). O teste presuntivo foi realizado com a inoculação de alíquotas de 1 mL das diluições adequadas da amostra em quatro séries de três tubos, contendo tubos de Durhan e caldo lauril sulfato triptose (LST); os tubos foram incubados em estufa tipo BOD, a 35°C, por 48 horas. Foram considerados tubos positivos aqueles que apresentaram turvação e formação de gás. As alíquotas foram transferidas dos tubos positivos do teste presuntivo para coliformes totais, com auxílio de alça de repicagem, para tubos, contendo o caldo *Escherichia coli* e tubos de Durhan, para a quantificação de coliformes termotolerantes e em caldo VB verde brilhante. Estes tubos foram incubados em banho-maria, a 45°C, por 24 horas e foram considerados como positivos aqueles que apresentaram turvação e formação de gás. Os resultados foram expressos em logaritmo decimal por grama (Log NMPg<sup>-1</sup>).

### 2.19.2 Determinação de *Salmonella* sp.

Foram pesados 25 gramas de amostra, adicionados em *Erlen meyers*, contendo 225 mL de água peptonada tamponada e incubados a 37°C, por 18 horas. Após esse período, alíquotas de 1mL foram transferidas do pré-cultivo para tubos, contendo os caldos tetrionato e Rapaport, os quais foram incubados a 37°C, por 24 horas, para o enriquecimento seletivo. Seguindo a etapa de enriquecimento seletivo diferencial, incubando 0,1mL de cada cultura do enriquecimento seletivo em Agar Rambach (Merck), as placas contendo o meio inoculado foram incubadas a 37°C, por 24 horas, para a confirmação da presença da bactéria. Colônias suspeitas foram isoladas e transferidas para tubos contendo ágar ferro tríplice açúcar (TSI) e ágar lisina de ferro (LIA), que foram incubados

a 37°C, por 24 horas e, posteriormente, submetidos a provas bioquímicas, utilizando-se o kit Bactray I e II.

### **2.19.3 Quantificação de fungos filamentosos e leveduras**

Os fungos filamentosos e leveduras foram quantificados pelo método de plaqueamento em superfície. Utilizou-se o meio DRBC. As placas foram incubadas em estufa tipo BOD, a 25°C, por 5 dias.

### **2.20 Delineamento experimental e análises estatísticas**

Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado simples, com 5 períodos de avaliação (0, 3, 6, 9 e 12 meses) da polpa congelada, com quatro repetições. A parcela experimental foi composta por 100 gramas de polpa congelada.

As análises estatísticas das variáveis físicas e químicas foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2000). As médias dos períodos (meses) de avaliação foram submetidas à regressão polinomial, em que os modelos foram selecionados, de acordo com a significância do teste F de cada modelo e com o coeficiente de determinação.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Resultados análises físicas e químicas

Os resultados das análises físicas e químicas da polpa da bacaba, ao longo de 12 meses de armazenamento, são apresentados a seguir.

Na Figura 1 encontram-se os resultados encontrados para as variáveis Umidade, Proteína e Extrato Etéreo da bacaba que foram influenciados pelo tempo de armazenamento.

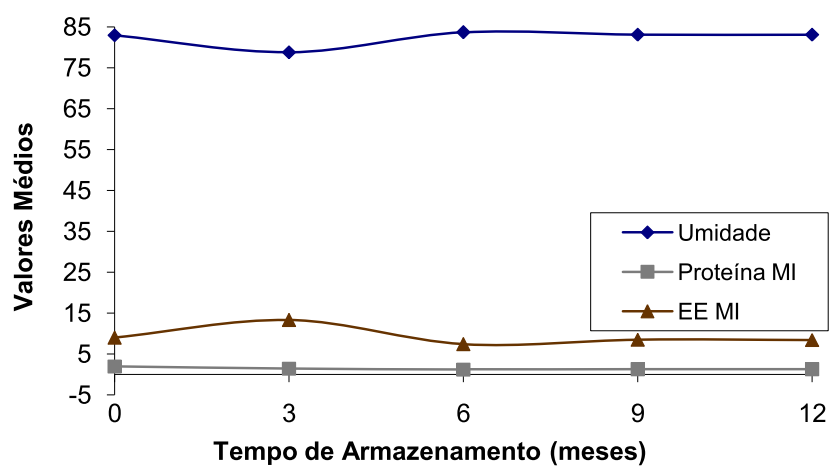


Figura 1 Valores médios de Umidade, Proteína Matéria integral e extrato etéreo matéria integral em polpa de bacaba armazenada por 12 meses

Na Tabela 1 encontram-se as equações das retas para as variáveis Umidade, Proteína (Matéria Integral) e do Extrato Etéreo (Matéria Integral).

Tabela 1 Equações das retas das variáveis Umidade, Proteína (Matéria Integral) e do Extrato Etéreo (Matéria Integral)

Variáveis	Equações das retas
Umidade	$Y = 82643952 - 2,125913x + 0,485794x^2 - 0,025463x^3$ $R^2 = 62,90\%$
Proteína (MI)	$Y = 1,938857 - 0,178349x + 0,010159x^2$ $R^2 = 97,32\%$
Extrato Etéreo (MI)	$Y = 9,325190 + 2,126336x - 0,515212x^2 + 0,027850x^3$ $R^2 = 56,34\%$

Pode-se observar que os teores de umidade não variaram nos tempos 0, 6, 9 e 12 dias; no tempo 3, ocorreu um pequeno decréscimo no valor de umidade, valores similares aos encontrados por Canuto et al. (2010), em torno de 87,65% de umidade.

Segundo Aldrigue et al. (2002), o conteúdo de umidade de um alimento é de suma importância por diversos fatores, porém sua determinação precisa é muito difícil, uma vez que a água ocorre nos alimentos de três diferentes maneiras: água ligada, água disponível e água livre. A técnica gravimétrica com o emprego de calor é a mais utilizada e baseia-se na determinação da perda de peso de alimento que se decompõe ou iniciam transformações à temperatura de 105°C. Para Brasil, Maia e Figueredo (1998) e Oliveira et al. (1999), os frutos são alimentos que apresentam elevados teores de umidade e, por isso, estão sujeitos a sofrer inúmeras alterações, uma vez que a água (solvente universal de todos os sistemas biológicos) é o principal veículo para o processamento de alterações de natureza química e bioquímica nos alimentos. A determinação de umidade é uma das medidas mais importante e utilizadas na análise de alimentos. A umidade de um alimento está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição e pode afetar o armazenamento, embalagens e processamento.

O tempo 3 apresentou maior teor de extrato etéreo (13,26%), e os teores dos demais tempos corroboram com Canuto et al. (2010) que encontrou para bacaba 7,4% de lipídeos.

Os teores de fibra, cinza e ENN (MI) não sofreram influência do armazenamento, apresentando média geral de (1,47, 0,16 e 5,61) respectivamente. Esses elementos minerais têm muitos papéis essenciais ao organismo, como íons dissolvidos em fluídos corpóreos, que regulam as atividades de muitas enzimas, mantêm o equilíbrio ácido-base e a pressão osmótica, além de facilitar a transferência pela membrana celular, de nutrientes essenciais e manter a irritabilidade nervosa e muscular e como constituintes de moléculas estruturais de tecidos corpóreos extracelulares, como ossos e dentes (ANDRADE; BARROS; TAKASE, 2003).

A polpa de açaí de frutos maduros apresentou um teor médio de lipídeos totais de 4,8g/100g de polpa, o que equivale a 45,2g/100g em base seca, valor muito próximo àquele encontrado por Menezes (2005) e Sanabria e Sangronis (2007), entre 42,0 e 49,4g/100g (base seca). Estes valores atendem à legislação vigente (BRASIL, 2000), que estabelece uma faixa de 20 a 60g/100g de lipídeos totais dependendo do tipo de açaí (fino, médio ou grosso).

Segundo Silva, Guimarães e Gasparetto (2005), o pH é de suma importância para a formulação de produtos alimentícios, uma vez que nunca deve ser superior a 4,5, visto que acima deste valor pode favorecer o crescimento do *Clostridium botulinum*, microrganismo produtor de uma toxina que pode levar o consumidor a óbito.

Nas variáveis pH e acidez, houve efeito do tempo de armazenamento, visto que o pH manteve-se estável ao longo do armazenamento, enquanto a acidez decresceu (Figura 2). Na variável pH, houve uma ligeira estabilidade ao longo do armazenamento. Valores estes similares aos encontrados por Canuto et al. (2010) caracterizando polpas de frutos da Amazônia (5,3). Vários fatores tornam importante a determinação do pH de um alimento, tais como influência na palatabilidade, desenvolvimento de microorganismos, escolha do equipamento para o processamento, escolha de aditivos e vários outros

(CHAVES, 1993). Segundo Chitarra e Chitarra (1995), a capacidade reguladora de alguns derivados de frutos como sucos pode levar a grande variação na acidez titulável, sem que isto afete grandemente o pH. No entanto, pequena variação nos valores do pH é facilmente detectável em testes organolépticos.

Quanto aos teores de acidez titulável, estes foram menores no tempo 0 (0,35%), apresentando uma ligeira queda ao final do armazenamento (0,21%). A acidez é um importante parâmetro na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício. Geralmente um processo de decomposição do alimento, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons de hidrogênio e, por consequência, sua acidez. Os ácidos orgânicos são produtos intermediários do metabolismo respiratório dos frutos e são muito importantes do ponto de vista do sabor e odor (OLIVEIRA et al., 1999).

Os teores de sólidos solúveis foram maiores no tempo 0 (3,73%), decrescendo no decorrer do armazenamento. Canuto et al. (2010) encontraram teores de sólidos em torno de 2%.

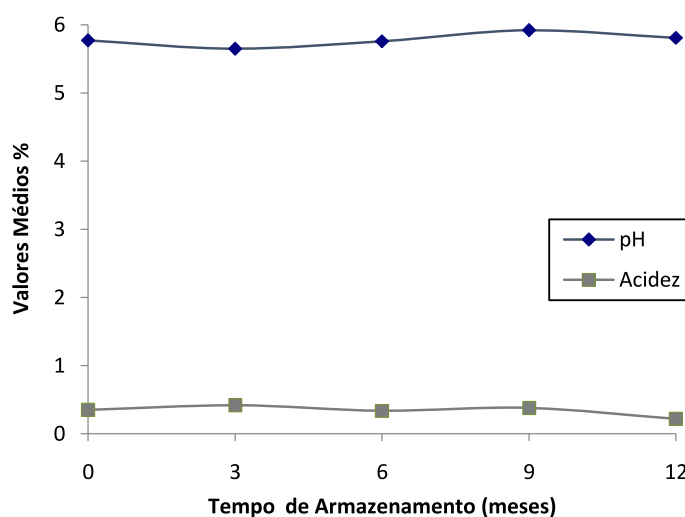


Figura 2 Valores médios de pH e acidez titulável em polpa de bacaba armazenada por 12 meses

Na Tabela 2 encontram-se as equações das retas para as variáveis pH e acidez titulável.

Tabela 2 Equações das retas das variáveis pH e acidez titulável

Variáveis	Equações das retas
pH	$Y=5,769238-0,11497x+0,028624x^2-0,001564x^3$ $R^2=98,810\%$
Acidez Titulável	$Y=0,3500+0,023000x^2$ $R^2=77,03\%$

Foi verificado, nas variáveis sólidos solúveis e açúcares totais, efeito do tempo de armazenamento. Canuto et al. (2010) encontraram teores de sólidos em torno de 2%. Quanto aos teores de açúcares totais, estes foram menores no tempo 0 (0,44%), apresentando um ligeiro aumento ao final do armazenamento (0,61%) (Figura 3). José et al. (1996) verificaram que os valores referentes aos teores de açúcares redutores e totais crescem gradualmente e observaram uma pequena queda durante a maturação fisiológica.

O teor de sólidos solúveis apresenta correlação com os teores de açúcares e ácidos orgânicos, característica de interesse para produtos comercializados *in natura*, pois o mercado consumidor prefere frutos doces (SILVA et al., 2002). Cruz (2008) encontrou na polpa de açaí valores de 5,1 para 3,0 para sólidos solúveis e 0,12 para acidez titulável. Santos et al. (2002) ressaltam que o teor de sólidos solúveis pode variar com a intensidade de chuva durante a safra, fatores climáticos, variedade, solo, adição eventual de água, durante o processamento por alguns produtores, causando a diminuição dos teores de sólidos solúveis no produto final. Segundo Chaves et al. (2004), o °Brix é utilizado na agroindústria, para intensificar o controle da qualidade do produto final, controle de processos, ingredientes e outros, tais como: doces, sucos, néctar, polpas, leite condensado, álcool, açúcar, licores e bebidas em geral, sorvetes, entre outros.

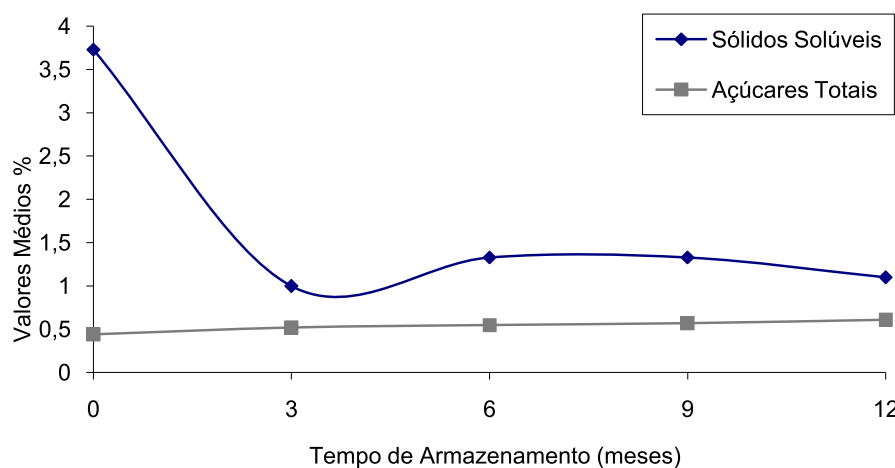


Figura 3 Valores médios de sólidos solúveis e açúcares totais em polpa de bacaba armazenada por 12 meses

Na Tabela 3 encontram-se as equações das retas das variáveis sólidos solúveis e açúcares totais.

Tabela 3 Equações das retas das variáveis sólidos solúveis e açúcares totais

Variáveis	Equações das retas
Sólidos solúveis	$Y=3,683333 - 1,397222x + 0,220870x^2 - 0,010185x^3 R^2 = 96,67\%$
Açúcares totais	$Y=0,442857 + 0,022429x - 0,000767 x^2 R^2 = 77,03\%$

Nas variáveis relacionadas à coloração do fruto, verificou-se que todas as variáveis apresentaram oscilação, durante o armazenamento (queda seguida de um aumento brusco 9 meses de armazenamento e novamente outra queda 12 meses). Esse comportamento verificado pode ter sido influenciado pelos frutos que não se encontravam homogêneos em relação à cor. O atributo cor é, geralmente, utilizado como indicação de qualidade e maturação dos frutos e, consequentemente, determina o aroma, textura, valor nutritivo e mesmo a

integridade do vegetal (FERNANDES; SOUZA, 2001). No geral, frutos esverdeados são indicativos de frutos insípidos, muito ácidos e/ou pouco doces (VILAS-BOAS, 2002). (Figura 4).

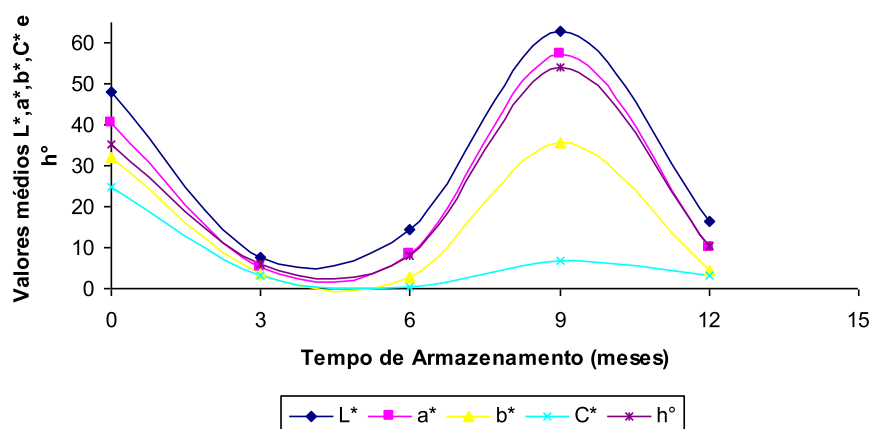


Figura 4 Valores médios de L\*, a\* e b\* em polpa de bacaba armazenada por 12 meses

Na Tabela 4 encontram-se as equações das retas das variáveis de cor (L\*, a\*, b\*, c\*, h\*)

Tabela 4 Equações das retas das variáveis L\*, a\*, b\*, c\*, h\*

Variáveis	Equações das retas
L*	$Y = 47,630433 - 0,838401x + 0,062754x^2$ $R^2 = 98,68\%$
a*	$Y = 7,088135 + 0,182998x - 0,014596x^2$ $R^2 = 96,84\%$
b*	$Y = 14135995 - 0,804767x + 0,092713x^2 - 0,0024256x^3$ $R^2 = 99,10\%$
c*	$Y = 61,968976 + 0,657284x - 0,414581x^2 + 0,029609x^3$ $R^2 = 99,77\%$
h*	$Y = 16,055980 - 0,894476x + 0,113972x^2 - 0,003553x^3$ $R^2 = 98,94\%$

Os valores de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante (DPPH) apresentaram uma oscilação ao longo do armazenamento. Os fenólicos aumentaram aos 3 meses de armazenamento, apresentando uma queda até o nono mês, com posterior aumento. O método de Folin – Ciocalteu não forneceu dados exatos do teor de fenólicos, pois outros compostos redutores podem reagir com o ácido fofotungstico-fosfomolibdico formando o complexo azul de molibdênio (HUONG; OU; PRIOR, 2005). A atividade antioxidante apresentou comportamento semelhante ao de fenólicos, inclusive, em magnitude (Figura 5). A capacidade antioxidante de frutas e hortaliças está relacionada aos teores de compostos hidrossolúveis como os compostos fenólicos e a vitamina C. A alta correlação entre Folin – Ciocalteu e DPPH se deve, principalmente, ao fato dos dois métodos estarem baseados em mecanismos de ação semelhante, ou seja, na transferência de elétrons. Dietas ricas nesses compostos estão associadas à redução de doenças crônico-degenerativas causadas pelo estresse oxidativo (MANACH; MAZUR; SCALBERT, 2005).

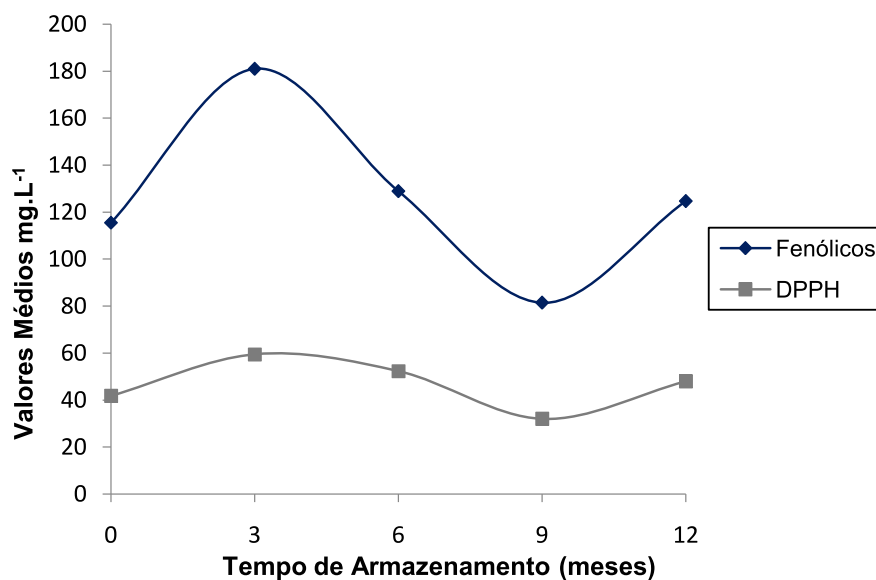


Figura 5 Valores médios de fenólicos totais e dpph em polpa de bacaba armazenada por 12 meses

Na Tabela 5 encontram-se as equações das retas das variáveis fenólicos totais e capacidade antioxidante.

Tabela 5 Equações das retas das variáveis Fenólicos e DPPH

Variáveis	Equações das retas
Compostos Fenólicos	$Y = 116,064190 + 50,840873x - 11,888545x^2 + 0,642963x^3$ $R^2 = 99,64\%$
At. Ant. (DPPH)	$Y = 41,232619 + 15,705939x - 3,531243x^2 + 0,188776x^3$ $R^2 = 95,32\%$

As variáveis pectina total, solúvel e solubilidade sofreram influência do tempo de armazenamento (Figura 6). A pectina total apresentou o maior valor no último tempo de armazenamento 240,43 mg/100g. Já a pectina solúvel e a

solubilidade mantiveram-se praticamente constante durante todo o período analisado. Em geral, as alterações no conteúdo de pectina estão associadas à degradação enzimática. Porém, a conformação estrutural da molécula que está unida, pelo menos parcialmente, por interações não co-valentes, reforça a possibilidade de degradação não-enzimática, influenciada pelo pH apoplástico, pelos níveis de íons inorgânicos na parede celular, por proteínas não-enzimáticas, pela porosidade da parede e por barreiras estruturais (HUBER; KARAKURT; JEONG, 2001).

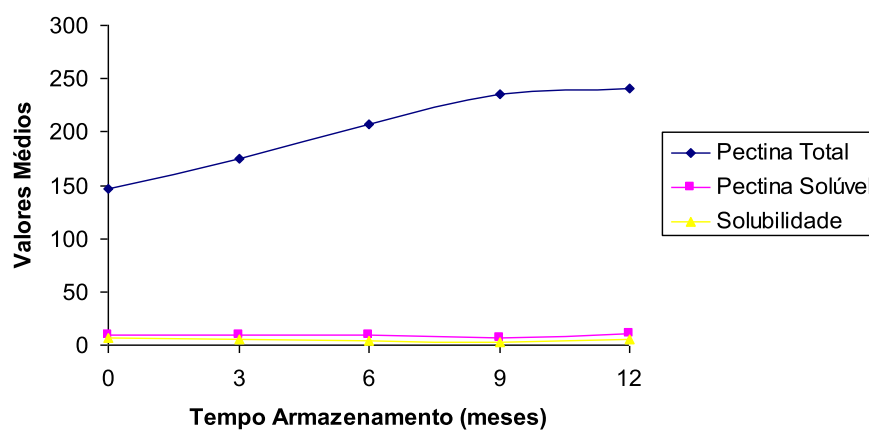


Figura 6 Valores médios de pectina total, solúvel e solubilidade mg/100g em polpa de bacaba armazenada por 12 meses

Na Tabela 6 encontram-se as equações das retas referentes às variáveis pectina total, pectina solúvel e solubilidade

Tabela 6 Equações das retas das variáveis pectina total, pectina solúvel e solubilidade

Variáveis	Equações das retas
Pectina Total	$Y = 150,9473333 + 8,294556x R^2 = 96,05\%$
Pectina Solúvel	$Y = 9,639762 + 1,200437x - 0,366217x^2 + 0,023056x^3 R^2 = 85,74\%$
Solubilidade	$Y = 6,630476 + 0,141349x - 0,154418x^2 + 0,010741x^3 R^2 = 96,76\%$

Não foi verificada a presença de vitamina C na polpa de bacaba congelada, ao longo dos 12 meses de armazenamento. Carvalho e Guerra (1995) relatam que a composição dos frutos depende de fatores tais como condições climáticas, cultivar, tratamentos culturais, estágio de maturação, entre outros, podendo, inclusive, ser modificada pelo processamento e armazenamento, condições que vão interferir no conteúdo de ácido ascórbico. O ácido ascórbico é um composto muito instável e pode ser degradado, durante o processamento de frutas por altas temperaturas, íons metálicos e por enzimas naturalmente presentes nas cascas de frutas, na presença de oxigênio. Desta forma, a quantidade de vitamina C encontrada em frutas frescas pode ser maior do que na polpa congelada.

A PME tem papel importante no amaciamento de frutos. Essa enzima catalisa a desmetilação do C<sub>6</sub> do grupo carboxílico dos resíduos de galactosil, desesterificando-os. Assim, a PG só catalisa a hidrólise das ligações  $\alpha$ ,1-4 do ácido galacturônico quando desesterificados (FISCHER; BENNETT, 1991). Portanto, a hidrólise da pectina depende da ação da PME, que está presente em todos os estágios de desenvolvimento do fruto, porém, o aumento em sua atividade ocorre durante o amadurecimento (PRESSEY; AVANTS, 1982). No presente estudo não foi verificada a ação da enzima PME ao longo dos 12 meses de armazenamento.

### 3.2 Resultados análises microbiológicas

A presença de microrganismos contaminantes (bactérias, fungos filamentosos e leveduras) não foi detectada, durante o período analisado de 12 meses. Essas análises foram realizadas, a cada três meses, estando de acordo com a Resolução RDC 12 (BRASIL, 2001), para frutas frescas *in natura*, preparadas (descascadas ou selecionadas fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto, que estabelece o limite máximo de  $5 \times 10^2$  NMP/g (2,7log) de coliformes termotolerantes. Esses dados apontam para manipulação e condições higiênico- sanitárias adequadas ao longo das etapas de processamento da polpa. Frutas e hortaliças frescas são, geralmente, incriminadas como veículos de enfermidades alimentares de origem fecal pela presença de *Escherichia colie Salmonella* sp., oriundas da água de irrigação e/ou presença de dejetos no solo ou nos fertilizantes ou, ainda, decorrente do manuseio inadequado, deficiência nos processos de limpeza e sanificação durante o processamento (GANGLIARDI; KARNS, 2000).

#### **4 CONCLUSÕES**

A polpa da bacaba apresentou um teor alto de extrato etéreo, o tempo 3 (seis meses) de armazenamento apresentou (13,26%) dessa variável.

A atividade antioxidante apresentou comportamento semelhante ao de fenólicos, inclusive em magnitude.

Não foi verificada a presença de vitamina C na polpa de bacaba congelada, ao longo dos 12 meses de armazenamento.

A enzima PME não apresentou atividade na polpa armazenada por 12 meses.

A presença de microrganismos contaminantes (bactérias, fungos filamentosos e leveduras) não foi detectada, durante o período analisado de 12 meses, estando apta para o consumo.

## REFERÊNCIAS

- ALDRIGUE, M. L. et al. **Aspecto da ciência e tecnologia de alimentos**. João Pessoa: UFPB, 2002. v. 1, 198 p.
- ANDRADE, E. C. B.; BARROS, A. M.; TAKASE, I. Avaliação da solubilidade de cobre e zinco em caldos de leguminosas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 3, n. 3, p. 386-388, 2003.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 13<sup>th</sup> ed. Washington, 1980.384 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15<sup>th</sup> ed. Washington, 1990.1141 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. Washington, 1998.1141 p.
- BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 4, n. 4, p. 330-334, 1973.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 1**, de 07 de janeiro de 2000. Aprova Regulamento Técnico para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta. Brasília, 2000. Disponível em: <[http://www2.agricultura.rs.gov.br/uploads/126989581629.03\\_enol\\_in\\_1\\_00\\_mapa.doc](http://www2.agricultura.rs.gov.br/uploads/126989581629.03_enol_in_1_00_mapa.doc)>. Acesso em: 28 out. 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura do Abastecimento. Instrução Normativa nº 12/99, de 13 de setembro de 1999. Padrões de Identidade e Qualidade para Polpas de Frutas. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 13 set. 1999. Seção 1, p. 72.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução RDC nº12**, de 2 de janeiro de 2001. Dispõe sobre regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Brasília, 2001. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/resolucoes/12\\_01.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resolucoes/12_01.htm)>. Acesso em: 10 nov. 2014.
- BRASIL, I. M.; MAIA, G. A.; FIGUEREDO, R. W. Physical: chemical during extraction and clarification of guava juice. **Food Chemistry**, Oxford, v. 54, n. 4, p. 383-386, 1998.

- BUENO, S. M. et al. Avaliação da qualidade de polpas de frutas congeladas. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 62, n. 2, p. 121-126, 2002.
- BUESCHER, R. W.; FURMANSKI, R. J. Role of pectinesterase and polygalacturonase in the formation of woolliness un peaches. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 43, n. 1, p. 264-266, Jan./Feb. 1978.
- CANUTO, G. A. B. et al. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1196-1205, dez. 2010.
- CARVALHO, J. T. de; GUERRA, N. B. Efeitos de diferentes tratamentos térmicos sobre as características da acerola. In: SÃO JOSÉ, A. R.; ALVES, R. E. (Org.). **Base de dados da pesquisa agropecuária**. Vitória da Conquista: EPAGRI, 1995. p. 96-101.
- CHAVES, J. B. P. **Análise sensorial: histórico e desenvolvimento**. Viçosa, MG: UFV, 1993. 31 p. (Práticas de Laboratório, 338).
- CHAVES, M. da C. V. et al. Caracterização físico-química do suco da acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 1-10, 2004.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: FAEPE, 2005. 320 p.
- CRUZ, A. P. **Avaliação do efeito da extração e da microfiltração do açaí sobre sua composição e atividade antioxidante**. 2008. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.
- FAZIO, M. L. S. **Qualidade microbiológica e ocorrência de leveduras em polpas congeladas de frutas**. 2006. 132 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2006.
- FERNANDES, P. H. S.; SOUZA, S. D. O. **Tecnologia de produtos de origem vegetal: processamento de frutas e hortaliças**. Uberlândia: SENAI-MG, 2001. 99 p.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 235.

FISCHER, R.L.; BENNETT, A.B. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. **Annual Review Physiology Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.42, p. 675-703, 1991.

FRANCO, B. D. G.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2003. 182 p.

GANGLIARDI, J. V.; KARNS, J. S. Leaching of Escherichia coli 0157: H7 in diverse soils under various agricultural management practices. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 66, n. 3, p. 877-883, Mar. 2000.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 53, n. 25, p. 1841-1856, Feb. 2005.

HUBER, D.J.; KARAKURT, Y.; JEONG, J. Pectin degradation in ripening and wounded fruits. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 13, n. 2, p. 224-241, ago. 2001.

HULTIN, H. O.; SUN, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterases of the banana: purification and properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 31, n. 3, p. 320-327, May/June 1966.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 1985. v. 1, 181 p.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL. **Specifications for foods: microorganisms in food**. 2<sup>nd</sup> ed. Toronto: University of Toronto, 1983.433 p.

JOSÉ, A. R. et al. **Manga: tecnologia de produção e mercado**. Vitória da Conquista: UESB, 1996. 361 p.

KAMER, S. B. van de; GINKEL, L. van. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 19, n. 4, p. 239-251, July/Aug. 1952.

LIMA, U. A. **Agroindustrialização de frutas**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 151 p.

MANACH, C.; MAZUR, A.; SCALBERT, A. Polyphenols and prevention of cardiovascular diseases. **Current Opinion in Lipidology**, London, v. 16, n. 1, p. 77-84, Feb. 2005.

MARKOVIC, O.; HEINRICHOVÁ, K.; LENKEY, B. Pectolytic enzymes from banana. **Collection Czechoslovak Chemistry Community**, London, v. 40, p. 769-774, 1975.

MCCREADY, P. M.; MCCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectic material. **Analytical Chemistry**, New York, v. 24, n. 12, p. 1586, 1952.

MCGUIRE, R.G. Reporting of objective color measurements. **Hort Science**, Alexandria, v.27, n.12, p. 1254-1255, Dec. 1992.

MENEZES, E. M. S. **Efeito da alta pressão hidrostática em polpa de açaí pré-congelada (*Euterpe oleracea*, Mart.)**. 2005. 83 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2005.

NELSON, N.A. fotometria adaptation of somogi method for determination of glicose. **Journal Biological Chemistry**, Baltimore, v. 31, n. 2, p. 159-161, 1944.

OLIVEIRA, M. E. B. et al. **Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju**. Campinas: EMBRAPA/CNPAT, 1999. 7 p.

PERET, L. A. **Frutas da Amazônia**. Manaus: INPA, 1989. 110 p.

RATNER, A.; GOREN, R.; MONSELISE, S. P. Activity of pectin esterase and cellulose in the abscission zone of citrus leaf explants. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 44, p. 1717-1723, 1969.

RODRIGUES, L. J. **O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb): ciclo vital e agregação de valor pelo processamento mínimo**. 2005. 152 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

RUFINO, M. S. M. et al. **Determinação da atividade antioxidante total em frutas pelo método betacaroteno/ácido linoleico**. Fortaleza: EMBRAPA, 2007. 4 p.

SANABRIA, N.; SANGRONIS, E. Caracterización del acai o manaca (*Euterpe oleracea* Mart.): un fruto del Amazonas. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 57, n. 1, p. 1-6, 2007.

SANTOS, P. M. et al. Avaliação de genótipos de aceroleira (*Malpighia glabra* L.), na região Sudeste da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: SBF, 2002. 1 CD-ROM.

SILVA, C. A. B.; FERNANDES, A. R. **Projetos de empreendimentos agroindustriais: produtos de origem vegetal 2**. Viçosa, MG: UFV, 2003. 308 p.

SILVA, F. C.; GUIMARÃES, D. H. P.; GASPARETTO, C. A. Reologia do suco de acerola: efeitos da concentração e temperatura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 24, p. 121-126, 2005.

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise micro-biológica de alimentos e água**. 4. ed. São Paulo: Varela, 2010. 5 p.

SILVA, P. S. L. et al. Distribuição do teor de sólidos solúveis totais em frutos de algumas espécies de clima temperado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 15, n. 1/2, p. 19-23, 2002.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p.

VILAS-BOAS, E. V. de B. **Modificações pós-colheita de banana 'Prata' (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana* grupo AAB)  $\gamma$ -irradiada**. 1995. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

VILAS-BOAS, E. V. de B. **Qualidade dos alimentos vegetais**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 68 p.