

CLÁUDIA LEITE MUNHOZ

**ELABORAÇÃO DE BARRAS DE CEREAL COM BOCAIUVA**

Campo Grande  
2013

CLÁUDIA LEITE MUNHOZ

## **ELABORAÇÃO DE BARRAS DE CEREAL COM BOCAIUVA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Doutor.

Área de concentração: Saúde e Tecnologia

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Lígia Rodrigues Macedo

Coorientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Priscila Aiko Hiane

Campo Grande

2013

FOLHA DE APROVAÇÃO

CLÁUDIA LEITE MUNHOZ

**ELABORAÇÃO DE BARRAS DE CEREAL COM BOCAIUVA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Doutor.

Resultado: aprovada

Campo Grande (MS), 13 de março de 2013.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Lígia Rodrigues Macedo  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eliana Janet Sanjinez Argandoña  
Universidade Federal da Grande Dourados– UFGD

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Karine de Cássia Freitas  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Raquel Pires Campos  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rita de Cássia Avellaneda Guimarães  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS

*Ao meu pequeno  
**Rafael**, por toda  
alegria trazida em  
minha vida, dedico.*

## AGRADECIMENTOS

- A **Deus** pela sua presença constante em minha vida, pelo conforto e paz trazidos sempre em minha vida.
- Ao meu esposo **Regirlândio Paz da Costa Silva**, pelo seu amor, apoio e dedicação durante esta fase.
- Aos meus pais **José Munhoz Vezetiv** e **Raquel Leite Munhoz**, pelo incentivo, dedicação e ajuda em todos os momentos da minha vida, em especial durante o doutorado.
- Aos meus irmãos **Maria Fernanda Leite Munhoz** e **Fábio Leite Munhoz**, pelo incentivo e ajuda até aqui.
- À minha tia **Mirian Leite**, pela dedicação e acolhida em sua casa durante essa fase de estudos.
- À minha orientadora **Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Lígia Rodrigues Macedo** e à minha coorientadora **Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Priscila Aiko Hiane**, pelo apoio, incentivo e pela disponibilidade e carinho com que me receberam e me orientaram na realização desta pesquisa.
- À **Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eliana Janet Sanjinez-Argandoña**, minha “eterna professora”, pelo incentivo e apoio desde a época da graduação e por me receber sempre que preciso em sua casa.
- À **Universidade Federal de Mato Grosso do Sul** e ao **Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste**, pela oportunidade do doutorado.
- À **Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (PROPP/UFMS)**, pelo suporte financeiro nesta pesquisa.
- Aos **professores da Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste**, pelas aulas ministradas e ideias sugeridas ao longo do curso.

- À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pela concessão da bolsa de doutorado no período de setembro de 2009 a junho de 2011.
  
- À **Universidade Federal da Grande Dourados** e à **Faculdade de Engenharia (UFGD e FAEN)**, pela disposição dos laboratórios para realizar parte da pesquisa.
  
- À minha grande amiga **Rita de Cássia Avellaneda Guimarães**, pela amizade, auxílio, companheirismo durante toda essa fase.
  
- Aos **colegas de sala de aula**, pelo incentivo, apoio e amizade durante esse período e que, de uma forma ou de outra, compartilharam informações.
  
- À Unidade de **Tecnologia de Alimentos e Saúde Pública do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS/UFMS)**, pela disponibilidade do espaço e aos **técnicos dos laboratórios**, pelo auxílio durante as análises.
  
- Aos integrantes do **Laboratório de Purificação de Proteínas e suas Funções Biológicas-CCBS**, por ensinarem os métodos e experimentos.
  
- À secretária do Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste **Vera Nascimento da Silva**, pelo atendimento sempre prestativo na secretaria.
  
- A **todos** aqueles que de alguma forma me ajudaram nessa jornada.

**muito obrigada!**

*“A tarefa não é tanto ver aquilo que  
ninguém viu, mas pensar o que ninguém  
ainda pensou sobre aquilo que todo  
mundo vê.”*

(Arthur Schopenhauer)

## RESUMO

**Munhoz CL. Elaboração de barras de cereal com bocaiuva.** Campo Grande; 2013. [Tese – Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul].

A bocaiuva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart., é uma espécie comum e economicamente importante de palmeiras encontradas no Estado de Mato Grosso do Sul. Uma alternativa da tecnologia de alimentos para o aproveitamento desse fruto é a fabricação de barras de cereais, pois agrega valor ao fruto, além de proporcionar o seu consumo, ao longo de todo ano, e disponibilizar, também para regiões onde não são encontrados. Neste trabalho, determinaram-se as curvas de secagem da amêndoa e das polpas *in natura* e pré-desidratada osmoticamente dos frutos da bocaiuva nas temperaturas de 60 °C e 70 °C. Utilizaram-se modelos matemáticos clássicos (Fick, exponencial, Page, Henderson e Pabis, exponencial com dois termos e Wangh e Singh) para o ajuste das cinéticas. O tratamento dos dados experimentais foi realizado por regressão não linear. A partir do fruto elaborou-se um produto. As características físicas, químicas e nutricionais do fruto bocaiuva e do produto foram analisadas. A análise dos resultados da modelagem matemática nas cinéticas de secagem mostrou que os modelos exponencial de dois termos e de Page foram os que apresentaram melhor ajuste para a polpa e amêndoa, respectivamente. Os frutos apresentaram alto rendimento de polpa e amêndoa (47,5 %), apresentando potencial de aproveitamento tecnológico. Os resultados das médias da análise centesimal da polpa e amêndoa de bocaiuva foram, em g.100g<sup>-1</sup>: umidade de 49,20 e 12,1, proteína de 3,34 e 15,80, lipídeos de 30,38 e 55,55, cinzas 3,26 e 2,00, carboidratos totais de 9,31 e 1,11 e fibra alimentar 24,30 e 15,57, respectivamente. O valor calórico total foi de 418,74 e 593,71 kcal.100g<sup>-1</sup> para polpa e amêndoa, respectivamente. Nas amêndoas não foram encontrados inibidores de tripsina, quimotripsina e presença de lectinas. A polpa apresentou todos os aminoácidos essenciais e a amêndoa apresentou a treonina como o aminoácido limitante. Quanto aos minerais, a polpa foi rica em cálcio, magnésio, zinco e cobre e fonte de ferro e manganês; a amêndoa apresentou-se rica em magnésio, ferro, manganês, zinco e cobre e fonte de cálcio e fósforo. As barras de cereal apresentaram em média, em g.100g<sup>-1</sup>, 4,83 de umidade, 8,01 de proteína, 12,93 de lipídeos, 1,30 de cinzas, 53,75 de carboidratos totais, 19,78 de fibras e 363,41 kcal.100g<sup>-1</sup> de valor calórico total. As barras foram fonte de cálcio e ferro e apresentaram alto conteúdo de ácido oleico e de ácidos graxos saturados, 20g.100g<sup>-1</sup> e 73 g.100g<sup>-1</sup> de lipídeos totais respectivamente. Na avaliação microbiológica, atenderam aos padrões da legislação encontrando-se apropriadas para o consumo. Quanto aos atributos avaliados na análise sensorial, obtiveram médias superiores a 6, sendo consideradas aceitas para consumo. Os frutos da bocaiuva podem ser fontes alternativas de nutrientes, seu uso pode contribuir para evidenciar sabor e aparência diferenciados, valorizando o uso de frutos nativos na formulação de novos produtos.

Palavras-chave: *Acrocomia aculeata*, fruto do Cerrado e Pantanal, cinética de secagem, composição centesimal, análise sensorial.

## ABSTRACT

**Munhoz CL. Development of cereal bars with bocaiuva.** Campo Grande: 2013. [Tesis – Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul].

Bocaiuva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart., is a common and economically important species of palms found in the state of Mato Grosso do Sul. An alternative food technology to the use of this fruit is the production of cereal bars, for adding value to the product, and provide their consumption throughout the year, and to provide also for regions where there are encountered. This study determined the drying curves of kernel, fresh and osmotically pre-dehydrated pulps of bocaiuva fruit at temperatures of 60 ° C and 70 ° C. We used classical mathematical models (Fick, exponential, Page, Henderson and Pabis, two-term exponential, Wangh and Singh) to fit the kinetics. The treatment of experimental data was performed by nonlinear regression. From the fruit produced a product. The physical, chemical and nutritional bocaiuva fruit and product were analyzed. The results of the mathematical modeling of drying kinetics showed that the models of two-terms exponential and Page presented the best fit for the pulp and kernel respectively. The fruits showed high yield pulp and almond (47.5%), with potential technological use. The mean values of the proximate composition of pulp and almond of bocaiuva were, in g.100g<sup>-1</sup>: moisture of 49.20 and 12.1, protein of 3.34 and 15.80, lipids of 30.38 and 55.55, ash of 3.26 and 2.00, total carbohydrates of 9.31 and 1.11, dietary fiber of 24.30 and 15.57, respectively. The total caloric value was of 418.74 and 593.71 kcal.100g<sup>-1</sup> for pulp and almond, respectively. In kernels were not found trypsin and chymotrypsin inhibitors and the presence of lectins. The pulp showed all essential amino acids and almonds presented as the limiting amino acid, the threonine. As minerals, the pulp was rich in calcium, magnesium, zinc and cover and source of iron and manganese; almond appeared rich in magnesium, iron, manganese, zinc and copper and a source of calcium and phosphorus. Cereal bars presented on average, in g.100g<sup>-1</sup>, 4.83 moisture, 8.01 protein, 12.93 lipids, 1.30 ashes, 53.75 total carbohydrate, 19.78 fiber and 363.41 kcal.100g<sup>-1</sup> total caloric value. Bars represented to be source of calcium and iron, had a high content of oleic acid and saturated fatty acids, average of 20 g.100 g<sup>-1</sup> and 73 g.100 g<sup>-1</sup> total lipids respectively. In the microbiological evaluation, cereal bars have met the standards set by the legislation, being suitable for consumption. As for the attributes evaluated in the sensory analysis, all showed mean values above 6, considered acceptable for consumption. The fruits of bocaiuva may be sources of nutrients, and it use may contribute to highlight differentiated taste and appearance, emphasizing the use of native fruits in the preparation of new products.

Keywords: *Acrocomia aculeata*, fruits of the Cerrado and Pantanal, drying kinetic, proximate composition, sensorial analysis.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Composição química, de minerais e valor energético da polpa e da amêndoa da bocaiuva ( <i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd ex Mart.).....	23
Tabela 2 –	Composição dos ácidos graxos (%) dos óleos da polpa e da amêndoa da bocaiuva ( <i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd.).....	24
Tabela 3 –	Características biométricas dos frutos da bocaiuva e rendimento.....	47
Tabela 4 –	Constantes dos modelos e critérios para avaliação do melhor ajuste para polpa fresca, polpa osmoticamente desidratado e amêndoa de bocaiuva em diferentes condições.....	51
Tabela 5 –	Composição nutricional de polpa e amêndoa de bocaiuva (g.100g <sup>-1</sup> ).....	63
Tabela 6 –	Perfil dos aminoácidos da polpa e da amêndoa de bocaiuva, em mg.g <sup>-1</sup> de proteína.....	66
Tabela 7 –	Conteúdo de minerais (mg.100 g <sup>-1</sup> ) da polpa e da amêndoa da bocaiuva (base seca).....	67
Tabela 8 –	Formulações das barras de cereal de bocaiuva.....	76
Tabela 9 –	Parâmetros obtidos na análise de cor das barras de cereal.....	81
Tabela 10 –	Composição física e química de barras de cereal de bocaiuva (g.100g <sup>-1</sup> ).	81
Tabela 11 –	Contagem de <i>Bacillus cereus</i> , <i>Salmonella</i> sp e coliformes a 45 °C em barras de cereal elaboradas com polpa e amêndoa de	

	bocaiuva.....	84
Tabela 12 –	Composição de ácidos graxos das barras de cereal com polpa e amêndoa de bocaiuva em percentual relativo ao total de ácidos graxos...	85
Tabela 13 –	Conteúdo de minerais (mg.100 g <sup>-1</sup> ) das barras de cereal com polpa e amêndoa de bocaiuva (base seca).....	86
Tabela 14 –	Valores médios dos atributos sensoriais das barras de cereal.....	86

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa dos ecossistemas brasileiros mostrando o Bioma Cerrado.....	18
Figura 2 – <i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd ex Mart.....	20
Figura 3 – <i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd ex Mart., detalhe do cacho.....	21
Figura 4 – Fruto da bocaiuva.....	22
Figura 5 – Curvas típicas de secagem.....	28
Figura 6 – Taxas de secagem da polpa fresca e pré-tratada osmoticamente (a) e da amêndoa (b).....	49
Figura 7 – Cinética de secagem de polpas fresca e pré-tratada osmoticamente e ajuste matemático pela função de dois termos exponenciais.....	52
Figura 8 – Cinética de secagem da amêndoa da bocaiuva e ajuste matemático pela função de Page.....	53
Figura 9 – Perfil eletroforético em SDS-PAGE. M: marcador de massa molecular. 1: material liofilizado de amêndoa de bocaiuva.....	65

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGMI	Ácidos graxos monoinsaturados
AGPI	Ácidos graxos polinsaturados
AGS	Ácidos graxos saturados
FAEN	Faculdade das Engenharias
UFGD	Universidade Federal da Grande Dourados
UFMS	Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

## LISTA DE SÍMBOLOS

° C            graus Celsius

g              grama

kcal          quilocaloria

mg            miligrama

mL            mililitro

µg            micrograma

µL            microlitro

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO GERAL DA LITERATURA</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Frutos do Cerrado</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>Bocaiuva, <i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd ex Mart.</b> .....	<b>20</b>
<b>2.3</b>	<b>Secagem</b> .....	<b>25</b>
<b>2.4</b>	<b>Desidratação osmótica</b> .....	<b>28</b>
<b>2.5</b>	<b>Barra de cereais</b> .....	<b>31</b>
<b>2.6</b>	<b>Análise sensorial</b> .....	<b>33</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>35</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>42</b>
<b>4</b>	<b>TRABALHO PUBLICADOS</b> .....	<b>43</b>
<b>4.1</b>	<b>Secagem da amêndoa e da polpa de bocaiuva fresca e desidratada osmoticamente. Acta Sci., Technol. (aceito para publicação em ago/2012) (ANEXO B)</b> .....	<b>43</b>
<b>4.2</b>	<b>Avaliação nutricional dos frutos de bocaiuva (<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.) Lodd.). Aliment. Nutr. (submetido em jun/2012)</b> .....	<b>58</b>
<b>4.3</b>	<b>Elaboração de barra de cereal de bocaiuva: avaliação física, nutricional, microbiológica e sensorial. Acta Sci., Technol. (aceito para publicação em jan/2013) (ANEXO C)</b> .....	<b>74</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>94</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>96</b>
	<b>APÊNDICES</b> .....	<b>102</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O Cerrado está entre os biomas de maior diversidade florística do planeta, além de estar listado como um dos 25 *hotspots* mundiais para conservação da biodiversidade, sendo um dos mais ricos e também um dos mais ameaçados (FELFILI *et al.*, 2004). Possui grande diversidade de plantas frutíferas nativas ou adaptadas com potencial promissor para o aproveitamento agroindustrial. Seus frutos apresentam atrativos sensoriais como cor, sabor e aroma peculiares e intensos, ainda pouco explorados comercialmente. Contudo, algumas espécies não possuem teor nutricional devidamente pesquisado (SILVA *et al.*, 2008).

A substituição das áreas naturais do Cerrado por áreas de agricultura e pecuária vem desencadeando diminuição das espécies nativas da biodiversidade, que poderiam ser utilizadas como fonte de desenvolvimento sustentável regional (REZENDE *et al.*, 2004).

As propriedades físicas, químicas e fitoterápicas destes frutos têm motivado diversos pesquisadores, em diferentes partes do mundo, a estudar os constituintes químicos e as mais variadas condições de processamento e armazenamento, visando à preservação de nutrientes e compostos bioativos, desde a colheita até o consumidor final. No que se refere às características físicas e químicas, reporta-se que as mesmas são oriundas das condições climáticas, do estágio de maturação, do local de plantio e da época da colheita (LORENZI, 2006).

O sabor singular dos frutos nativos tem contribuído para sua demanda tanto na forma *in natura* como na forma industrializada. Nesse contexto, a fruticultura do Cerrado constitui uma atividade econômica promissora dada à diversidade e a potencialidade de suas espécies serem utilizadas não só como alimento nutritivo, mas como matéria prima para o processamento industrial.

Entre essas espécies, as palmeiras *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd apresentam frutos (polpa e amêndoa) muito apreciados tanto pelo homem como pela fauna doméstica e silvestre. A bocaiuva é uma palmeira nativa da América amplamente encontrada no país, em especial nos Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e São Paulo (ALMEIDA *et al.*, 1998).

A bocaiuva apresenta sabor e aroma exótico, representando uma importante oportunidade para pesquisas e investimentos tecnológicos que poderão contribuir tanto para a preservação do Cerrado como para o desenvolvimento econômico-social da região. Deste modo, o desenvolvimento de técnicas de processamento pode difundir seu uso e agregar valor a este fruto ainda pouco estudado quanto ao seu aproveitamento na forma processada.

A polpa e a amêndoa são consumidas tanto ao natural quanto na forma de doces, biscoitos, pães, paçocas, licores entre outras. No entanto, poucas pessoas têm acesso a elas, uma vez que são encontradas somente em algumas regiões do país e em poucos meses do ano. Uma alternativa da tecnologia de alimentos para o aproveitamento desse fruto é a fabricação de barras de cereais, pois agrega valor ao fruto, além de proporcionar o seu consumo, ao longo de todo ano, disponibiliza, também para regiões onde não são encontrados, além de contribuir para a preservação da espécie nativa e o desenvolvimento regional sustentável.

As barras de cereais, que constituem exemplos de produtos industrializados bem aceitos pela população por sua praticidade e conteúdo nutricional, são alimentos formulados a partir de ingredientes sólidos (mistura de grãos, frutas secas, castanhas), ligantes (xarope de milho ou mel, açúcar, lecitina) e aromatizantes (GUIMARÃES; SILVA, 2009). O emprego da polpa e da amêndoa de bocaiuva em produtos industrializados pode enriquecê-los em termos nutricionais e agregar valor ao fruto regional.

Essa tese foi elaborada na forma de uma neografia, conforme as diretrizes do Programa de Pós Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro Oeste (ZÁRATE, 2008). São apresentados três artigos que foram escritos a partir dos resultados das análises realizadas ao longo da investigação. O primeiro artigo aborda a biometria do fruto da bocaiuva e a secagem das frações polpa e amêndoa nas temperaturas de 60 ° C e 70 ° C, além da aplicação de modelos matemáticos clássicos no ajuste da cinética. O segundo artigo apresenta as características químicas das frações polpa e amêndoa do fruto da bocaiuva, por meio de análises como composição nutricional, perfil mineral, perfil de aminoácidos, além dos fatores antinutricionais da amêndoa do fruto, com o intuito de conhecer e divulgar o potencial nutricional e tecnológico das frações destes frutos, tão consumidos regionalmente. O terceiro artigo apresenta o desenvolvimento de um novo produto, agregando, com isso, valor a esse fruto do Cerrado, como barra de cereal com amêndoa e polpa de bocaiuva, mostrando todas as características físicas, químicas e nutricionais do produto.

## 2 REVISÃO GERAL DA LITERATURA

### 2.1 Frutos do Cerrado

O Bioma Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, com extensão de aproximadamente 2 milhões de km<sup>2</sup>, ocupando 24 % do território nacional (Figura 1). Está localizado na porção central do país, entre as latitudes 04° 03' e 23° 27' Sul e as longitudes 35° 00' e 63° 00' Oeste, mantém áreas de transição com a maioria dos biomas brasileiros, exceto com o Pampa, no Sul do Brasil. Abriga um vasto patrimônio de recursos naturais renováveis adaptados às condições climáticas, edáficas e ambientais que determinam sua existência. É constituído de uma savana tropical com vegetação rasteira formada em sua maior parte por gramíneas coexistentes com árvores e arbustos esparsos. A flora apresenta espécies raras, endêmicas e ameaçadas de extinção, como também de grande interesse econômico (AQUINO *et al.*, 2008). Além da sua importância ambiental, o Cerrado pode contribuir efetivamente para a produção de alimentos, fibras e outros produtos, em quantidade e qualidade adequadas às necessidades do mercado, além de promover o desenvolvimento integrado desse bioma (AGOSTINI-COSTA *et al.*, 2010).

A crescente expansão das pastagens plantadas, cultivos, redes de infraestrutura, áreas degradadas e uso do fogo estão entre as mais importantes alterações ecológicas que desencadearam a diminuição das espécies nativas, que poderiam ser utilizadas como fonte de desenvolvimento sustentável regional. Essa redução pode gerar a escassez de recursos naturais, implicando na perda de muitas espécies vegetais endêmicas e valiosas, ainda não devidamente investigadas (AGUIAR *et al.*, 2004).

A exploração econômica das espécies frutíferas seria uma alternativa para a preservação do Cerrado, uma vez que nesse bioma, encontra-se uma enorme diversidade de plantas frutíferas nativas ou adaptadas com potencial promissor para o aproveitamento agroindustrial. Atualmente, a exploração da maioria das plantas nativas tem caráter extrativista, sendo usadas apenas pela população local; como parte das tradições e costumes regionais, as comunidades utilizam os frutos nativos para a obtenção em especial de geleias,

licores, sorvetes e sucos (AGOSTINI-COSTA *et al.*, 2010). Entretanto, a exploração é inexpressiva frente ao potencial econômico que os frutos do Cerrado podem gerar, tornando-se imprescindíveis ações que estimulem atividades produtivas com baixo impacto ambiental e que sirvam como meio de cultivar e preservar as espécies exploradas.

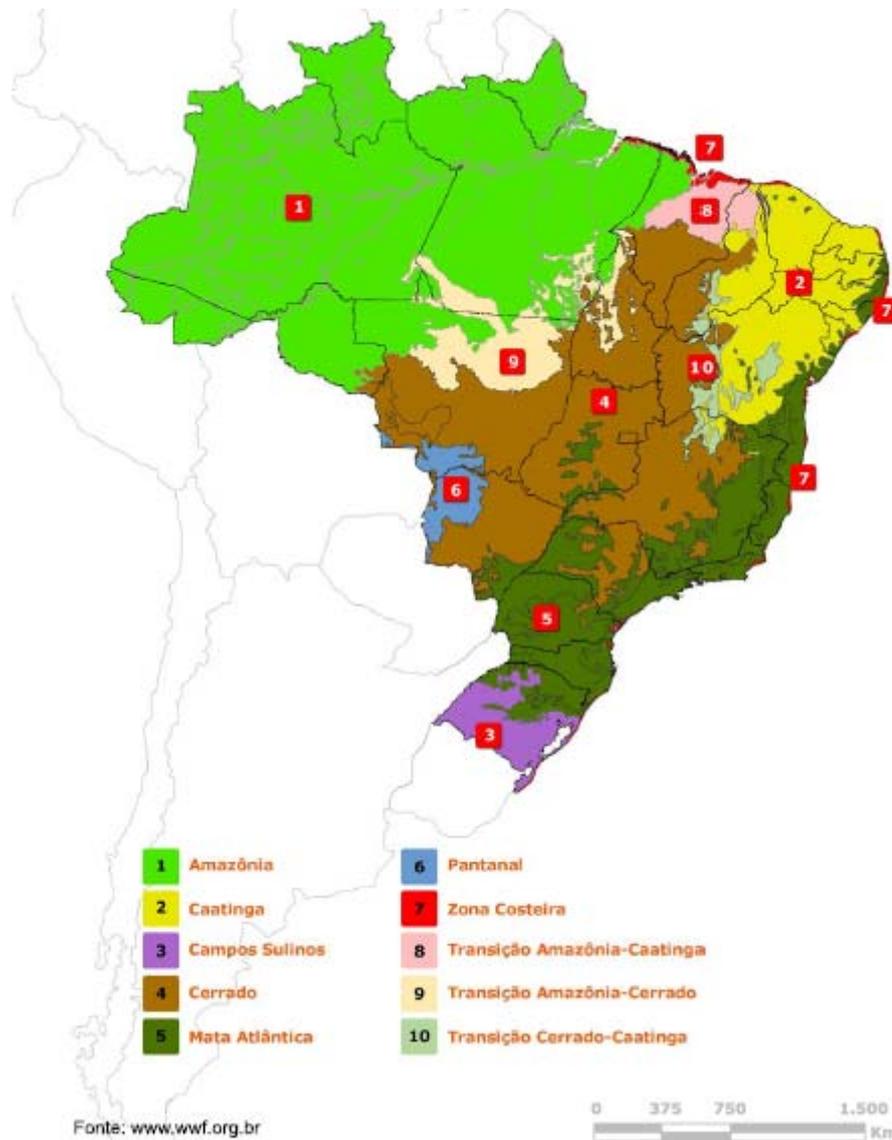


Figura 1 – Mapa dos ecossistemas brasileiros mostrando o Bioma Cerrado.  
Fonte: wwf.org.br

Atualmente, a biodiversidade dos recursos vegetais é considerada como uma estratégia para a segurança alimentar, econômica e ecológica para a humanidade. Assim, é imperativo o estudo da biodiversidade do Cerrado, e, sobretudo, das espécies frutíferas deste bioma, para se conhecer o potencial nutritivo, genético e tecnológico de seus frutos, o que certamente

contribuirá para a preservação e uso sustentável das espécies (AGOSTINI-COSTA *et al.*, 2010).

As frutíferas nativas ocupam lugar de destaque no bioma do Cerrado, seus frutos possuem sabor peculiar, são consumidos em diferentes formas pelas populações locais e constituem, ainda, uma importante fonte de alimento para animais silvestres, e mesmo para o gado (RIBEIRO; RODRIGUES, 2006). Os frutos nativos são comercializados em feiras regionais e nas margens das rodovias a preços competitivos, alcançando ampla aceitação popular (FELFILI *et al.*, 2004). O interesse por essas frutíferas tem atingido diversos segmentos da sociedade, entre os quais se destacam agricultores, industriais, instituições de pesquisa, cooperativas, universidades, órgãos de saúde e alimentação, entre outros (FRANZON, 2009).

As informações baseadas em pesquisa científica sobre as espécies frutíferas do Cerrado são, ainda, escassas. Portanto, é fundamental investir em estudos de biodiversidade e conservação das espécies, para que seus frutos possam ser cultivados. Dessa forma, evita-se o extrativismo predatório, ao mesmo tempo em que se conservam as espécies em seu *habitat* natural, obtendo-se um melhor aproveitamento delas na alimentação humana e garantindo a segurança alimentar e nutricional (AVIDOS; FERREIRA, 2000). Existem mais de 50 espécies de frutos nativos do Cerrado conhecidos e utilizados pela população, entre eles estão pequi, cagaita, araticum, jatobá-do-cerrado, jenipapo, buriti, mangaba, baru, bocaiuva e outros (AGOSTINI-COSTA *et al.*, 2010). Estes frutos possuem, em geral, elevado valor nutricional, constituindo fontes importantes de fibras, proteínas, vitaminas, minerais e ácidos graxos (FRANZON, 2009).

O estudo dos frutos do Cerrado pelos pesquisadores visa o manejo adequado e melhor aproveitamento das espécies frutíferas na alimentação humana, estabelecendo uso racional das mesmas. Dentre os frutos que apresentam potencial de aproveitamento tecnológico alimentício, destaca-se a bocaiuva (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd ex Mart.).

## 2.2 Bocaiuva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd ex Mart.

A espécie *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd ex Mart. é uma palmeira nativa de florestas tropicais (Figura 2), de vasta distribuição geográfica nas Américas. No Brasil é abundantemente encontrado nos Estados do Ceará (CE), Pará (PA), Minas Gerais (MG), São Paulo (SP), Rio de Janeiro (RJ), Paraná (PR), Santa Catarina (SC), Rio Grande do Sul (RS), Goiás (GO), Mato Grosso (MT) e Mato Grosso do Sul (MS), sendo amplamente espalhada pela área de Cerrado. É considerada a palmeira de maior dispersão no Brasil. Pertence à família Arecaceae, popularmente conhecida como bocaiuva e macaúba, no entanto, o nome comum desta palmeira varia dependendo da região onde é encontrada e pode também ser chamada como coco-baboso, coco-de-espinho, macaíba, macaibeira, macajuba, macaúva, chiclete-de-baiano, entre outros (ALMEIDA *et al.*, 1998; LORENZI, 2006).



Figura 2 – *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd ex Mart.

Fonte: Cláudia Leite Munhoz

A palmeira possui de 10 a 15 m de altura e 20 a 30 cm de diâmetro, com 20 a 30 folhas, tanto curtas como longas compostas pinadas e inteiras com bainhas abertas ou fechadas e pecíolos curtos ou longos os quais se apresentam aglomeradas no ápice. A região dos nós é coberta de espinhos escuros, pontiagudos com cerca de 10 cm de comprimento. Suas folhas são verdes, ordenadas em diferentes planos dando um aspecto plumoso à copa, com comprimento variando de 4 a 5 m, apresentando aproximadamente 130 folíolos de cada lado e espinhos na região central. Entre as folhas destacam-se a espata de até 2 m comprimento, as inflorescências amarelas e os cachos de frutos de tom marrom-amarelado (Figura 3). A inflorescência é em espádice, com 50 a 80 cm de comprimento, pendente, protegida por espata de acúleos castanhos. As flores, de cor amarela clara, são unissexuais e de ambos os sexos e aparecem em uma mesma inflorescência. As flores femininas nascem na base da inflorescência e as masculinas no topo (LORENZI, 2006).



Figura 3 – *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd ex Mart., com detalhe do cacho.  
Fonte: Cláudia Leite Munhoz

O fruto (Figura 4) é uma drupa comestível, pode ser esférico ou ligeiramente achatado, com diâmetro variando de 2,5 a 5,0 cm. Possui epicarpo (casca) com cor que varia do amarelo ao amarelo esverdeado; mesocarpo (polpa) fino, mucilaginoso, fibroso, de sabor adocicado, de coloração amarela clara a laranja escura e é comestível; endocarpo (tegumento) duro, escuro e denso, fortemente aderido à polpa, contendo de uma a quatro sementes oleaginosas (amêndoa) e comestíveis. A frutificação ocorre durante todo o ano e os frutos amadurecem em 13 ou 14 meses, principalmente, entre setembro e janeiro. Quando maduro, o fruto exala aroma característico e a casca se solta facilmente da polpa (ALMEIDA *et al.*, 1998; LORENZI, 2006).



Figura 4 – Fruto da bocaiuva.

Fonte: Cláudia Leite Munhoz

A polpa da bocaiuva é consumida especialmente *in natura* e em menor escala na forma de produtos como farinha, sorvete, doce e licor. A amêndoa é utilizada para a fabricação de paçoca e óleo. Devido às diversas formas de seu aproveitamento, é considerada

ótima alternativa para geração de renda, mesmo que ainda se encontrem dificuldades com a ausência de informações botânicas, ecológicas e agrônômicas, o que impossibilita a implantação de sistemas de cultivo ou manejo sustentável desta espécie (LORENZI, 2006). A polpa contém quantidade significativa de cálcio e fibra alimentar e a amêndoa possui considerável quantidade de proteínas, lipídeos, fibras e minerais, conforme apresentado na Tabela 1. Estudos reportaram presença de carotenoides totais na polpa, aproximadamente 82 % de betacaroteno (RAMOS *et al.*, 2007). O conteúdo de fibras da bocaiuva é muito superior aos demais frutos comumente consumidos pela população como a banana nanica (1,9 g. 100 g<sup>-1</sup>), a goiaba vermelha (6,2 g. 100 g<sup>-1</sup>), a laranja da terra (4,0 g. 100 g<sup>-1</sup>), a maçã Fuji (1,3 g. 100 g<sup>-1</sup>), o mamão formosa (1,8 g. 100 g<sup>-1</sup>), entre outros (TACO, 2011).

Tabela 1 – Composição química, de minerais e valor energético da polpa e da amêndoa da bocaiuva (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd ex Mart.).

Determinação	Polpa <sup>1</sup>	Amêndoa <sup>2</sup>
Umidade g.100 g <sup>-1</sup>	34,32	6,50
Proteínas, g.100 g <sup>-1</sup>	2,76	17,57
Lipídeos, g.100 g <sup>-1</sup>	14,93	51,71
Carboidratos, g.100 g <sup>-1</sup>	35,06	6,39
Fibra alimentar, g.100 g <sup>-1</sup>	11,14	17,23
Cinzas, g.100 g <sup>-1</sup>	1,78	1,99
Cálcio, mg.100 g <sup>-1</sup>	130,0	94,30
Zinco, mg.100 g <sup>-1</sup>	2,15	30,93
Ferro, mg.100 g <sup>-1</sup>	0,88	32,91
Valor energético total, kcal.100 g <sup>-1</sup>	285,65	561,23

Fonte: <sup>1</sup>Silva *et al.* (2008); <sup>2</sup>Hiane *et al.* (2006)

A farinha da bocaiuva, produto mais proeminente, é produzida artesanalmente nas regiões onde prevalece o cultivo sustentável desta espécie, trabalho este desenvolvido, principalmente, por mulheres da zona rural. O processo começa com a coleta dos frutos que estão maduros no período entre setembro e dezembro. A polpa é retirada manualmente e levada ao sol por 2 a 3 dias até completa secagem. A polpa desidratada é, então, moída, embalada e colocada à venda. A farinha e a polpa possuem mercado potencial, principalmente, para produção de sucos, sorvetes, bolos e pães e podem ser uma alternativa de renda para a população local. Seu estudo ainda é recente, o que dificulta encontrar publicações a respeito de suas características físico-químicas, tanto para polpa *in natura* quanto para farinha (LORENZI, 2006). Além disso, a secagem é realizada de maneira bastante rudimentar, sem nenhum controle operacional o que gera produtos sem padronização.

A secagem realizada em condições controladas de temperatura e velocidade do ar fornece produtos com melhor qualidade, favorecendo sua conservação.

O fruto da palmeira bociuiva também é uma opção de biomassa que apresenta grande tendência de uso como combustível, devido ao seu grande potencial calorífico e à sua alta produtividade. Planta perene e de produção secular, além das referidas vantagens, é uma palmeira rústica, exige pouca água. Sua exploração vem sendo feita de forma extrativista e com baixa produtividade, pois a instalação de lavouras comerciais convive com dificuldade na quebra de dormência da semente, devido à grande resistência tegumentar, baixo crescimento inicial, além do desconhecimento de suas exigências ecológicas (MOTTA *et al.*, 2002). A bociuiva só não é mais produtiva que o dendê, o qual vem sendo melhorado geneticamente há décadas. O potencial produtivo da bociuiva pode se torna ainda maior, pois essa planta ainda se encontra em seu estado silvestre (OLIVEIRA, 2008). Segundo Furigo Júnior (2006), a bociuiva tem produção de 3500 a 4000 litros de óleo por hectare.

Na composição dos óleos da polpa e da amêndoa destaca-se o conteúdo do ácido graxo oleico (Tabela 2). Os óleos podem ser usados pela indústria farmacêutica, de cosméticos, pelo setor energético ou ainda para consumo humano, desde que haja seleção de frutos.

Tabela 2 - Composição dos ácidos graxos (%) dos óleos da polpa e da amêndoa da bociuiva (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart).

Ácidos graxos	Polpa	Amêndoa
Ácido caprílico (C8)	0,45	5,96
Ácido cáprico (C10)	0,27	1,79
Ácido láurico (C12)	1,97	12,95
Ácido mirístico (C14)	0,45	9,49
Ácido palmítico (C16)	15,96	12,62
Ácido palmitoleico (C16:1)	1,01	2,29
Ácido esteárico (C18)	5,92	6,58
Ácido oleico (C18:1)	65,87	40,17
Ácido linoleico (C18:2)	5,10	5,91
Ácido linolênico (C18:3)	2,52	1,92
Ácido araquídico (C20)	0,50	0,30
% AGS	25,52	49,69
% AGMI	66,88	42,46
% AGPI	7,62	7,83
AGMI/AGS	2,62	0,82
AGPI/AGS	0,30	0,15

AGS: ácidos graxos saturados; AGMI: ácidos graxos monoinsaturados; AGPI: ácidos graxos polinsaturados.  
Fonte: Hiane *et al.* (2005)

Há poucos estudos sobre as técnicas agronômicas adequadas para o cultivo e propagação desta frutífera, bem como sobre o seu valor econômico-nutricional. Contudo, a

polpa e a amêndoa da bocaiuva podem ser submetidas a processos tecnológicos, como a desidratação, para a obtenção de um produto viável do ponto de vista industrial e comercial.

O aproveitamento tecnológico e comercial constitui-se em uma alternativa à preservação das espécies nativas do Cerrado. O processamento tecnológico por meio da desidratação dos frutos, além de maior conveniência para seu consumo, promove a conservação e aumenta a disponibilidade destes frutos, que em decorrência da sazonalidade, não estão disponíveis durante todo o ano. A desidratação pode aumentar a vida útil da fruta, além de agregar valor econômico ao produto. Do ponto de vista social, pode contribuir como uma atividade geradora de empregos e renda para comunidades tradicionais da região do Cerrado.

### **2.3 Secagem**

A secagem de produtos alimentícios é realizada visando diversas finalidades, como conservação, favorecimento do transporte, armazenamento sem refrigeração, prolongamento da vida útil. A perda de massa que ocorre quando um alimento é seco diminui consideravelmente os custos de transporte e manuseio (ARÉVALO-PINEDO; MURR, 2005). O processo de secagem consiste na remoção de grande parte da água contida no produto a determinado nível, originando condições desfavoráveis à continuidade de suas atividades metabólicas e ao desenvolvimento de microrganismos (REIS *et al.*, 2011).

Para a desidratação de frutos, a secagem por ar quente é a mais utilizada e consiste em expor o material a uma corrente de ar quente. Durante o tratamento ocorrem processos simultâneos de transferência de calor e massa, os mesmos determinam a velocidade da taxa de secagem. A transferência de calor e massa depende das pressões de vapor d'água do ar e do material, temperatura e velocidade do ar, velocidade de difusão da água no material, espessura e superfície exposta (SANJINEZ-ARGANDOÑA *et al.*, 2005).

O estudo do processo de secagem fornece informações relativas ao comportamento do fenômeno de transferência de calor e massa entre o material biológico e o elemento de secagem, normalmente ar atmosférico, aquecido ou não; essas informações são fundamentais

para o projeto, operação e simulação de sistemas de secagem (CORRÊA *et al.*, 2003). Existem três tipos de modelo de secagem em camada delgada, usados para descrever a cinética de secagem de produtos agrícolas e alimentícios: o modelo teórico, semiteórico e empírico.

Nos métodos teóricos normalmente se consideram as condições externas sob as quais a operação ocorre como também os mecanismos internos de transferência de energia e massa e seus efeitos. Os modelos semiteóricos se baseiam na Lei de Newton para resfriamento aplicado à transferência de massa, presumindo-se que as condições sejam isotérmicas e que a resistência à transferência de água se restrinja apenas à superfície do produto. Entre os modelos semiteóricos, o modelo exponencial de dois termos (OZDEMIR; DEVRES, 1999), de Henderson e Pabis (1961) e de Page (1949), têm sido amplamente utilizados. O método empírico consiste em formar grupos físicos adimensionais que podem ser facilmente investigados por experimentos de laboratório e baseia-se nas condições externas, como temperatura, razão da mistura e velocidade do ar de secagem, um exemplo é o modelo de Wang e Singh (1978), tradicionalmente utilizado nos estudos de secagem de produtos agrícolas e de alimentos (CARLESSO *et al.*, 2007; MARTINAZZO *et al.*, 2007; SOUSA *et al.*, 2011).

O estudo e a modelagem matemática da cinética de secagem têm despertado o interesse de vários pesquisadores para os mais diferentes produtos. Na literatura, diversos modelos matemáticos têm sido utilizados para descrever a cinética de secagem em camada fina para produtos alimentícios, como tomate (SANJINEZ-ARGANDOÑA *et al.*, 2011), abacaxi (DIONELLO *et al.*, 2009), pera (PARK *et al.*, 2002), maçã (MANDALA *et al.*, 2005), caju (AZOUBEL *et al.*, 2009), amêndoa do pistache (KASHANINEJAD *et al.*, 2007).

A difusividade efetiva de umidade de um alimento é uma importante propriedade de transporte, sendo útil na análise das operações de processamento de produtos alimentícios e para formulação dos modelos físico-matemáticos que explicam o comportamento do alimento durante a secagem. Porém, devido à complexa composição e à estrutura física dos alimentos, não são conseguidas estimativas precisas desta propriedade, sendo assim necessárias medidas experimentais, como observado em vários trabalhos encontrados na literatura. Geralmente se utiliza a lei de Fick da difusão, para a estimativa do valor médio da difusividade efetiva de água em um sólido (MARTINS *et al.*, 2004; BIAZUS *et al.*, 2006).

Algumas considerações sobre conteúdo inicial de umidade do material, conteúdo final de umidade a que o material pode chegar (umidade de equilíbrio), de que maneira a água está relacionada com a estrutura do sólido e como o transporte de água é feito do interior à superfície do sólido durante a secagem, servem para fundamentar o fenômeno de secagem (BIAZUS *et al.*, 2006).

As curvas de secagem em camada delgada variam com a espécie, variedade, condições ambientais, métodos de preparo pós-colheita, entre outros fatores. Nesse sentido, diversos modelos matemáticos têm sido utilizados para descrever o processo de secagem de produtos agrícolas. Embora vários modelos tenham sido propostos para prever o comportamento da secagem de grãos e sementes, na maioria das vezes, as relações semiteóricas e empíricas têm-se mostrado como melhores opções para prever o processo de secagem, apesar de sua validade estar restrita às condições sob as quais os dados experimentais foram obtidos (CORRÊA *et al.*, 2007).

O processo de secagem baseado na transferência de calor e de massa pode ser dividido em três períodos (PARK *et al.*, 2001; SANJINEZ-ARGANDOÑA *et al.*, 2005), conforme Figura 5:

- Período de pré-aquecimento (período 0): Nesse período ocorre uma elevação gradual da temperatura do produto e da pressão de vapor de água, representa o início da secagem. Essas elevações têm prosseguimento até o ponto em que a transferência de calor seja equivalente à transferência de massa (água).
- Período de taxa constante (período 1): A taxa de secagem é constante e a água evaporada está livre. A transferência de massa e de calor é equivalente e, portanto, a velocidade de secagem é constante. Enquanto houver quantidade de água na superfície do produto suficiente para que ocorra evaporação, a taxa de secagem será constante.
- Período de taxa decrescente (período 2): A quantidade de água presente na superfície do produto é menor, reduzindo-se, portanto, a transferência de massa. A transferência de calor não é compensada pela transferência de massa; o fator limitante nessa fase é a redução da migração de umidade do interior para a superfície do produto. A temperatura do produto aumenta, atingindo a temperatura do ar de secagem. A secagem se encerra quando o produto atinge o ponto de umidade de equilíbrio em relação ao ar de secagem.

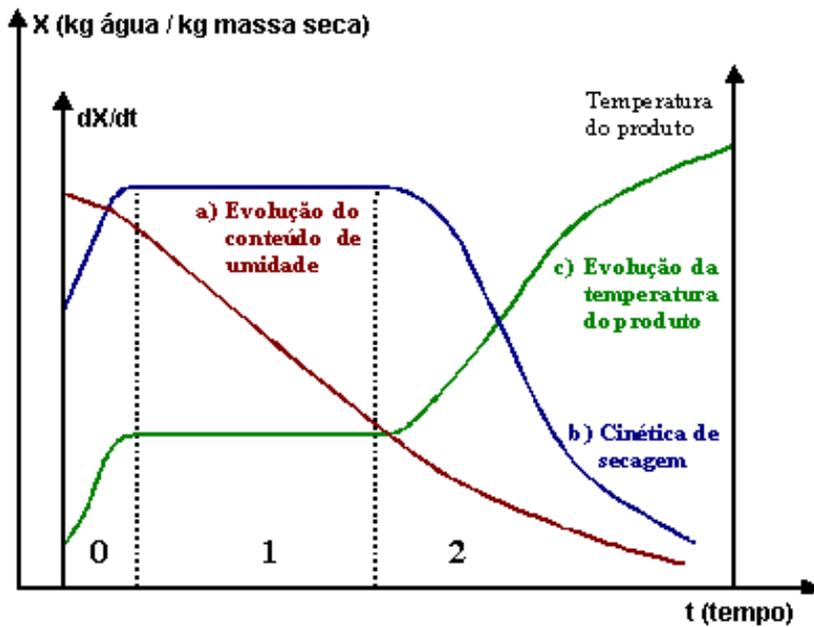


Figura 5 – Curvas típicas de secagem.

Fonte: Park *et al.* (2001).

Os métodos para calcular a taxa de secagem diferem segundo o período de taxa constante ou taxa decrescente. Para frutas, o período de taxa decrescente é quase sempre o único observado, e nesse caso a transferência interna de água é quem governa e fixa a taxa de secagem. A taxa de secagem pode ser calculada tanto pelas equações de transporte de calor e de massa, considerando-se para ambos os casos as variações nas condições externas.

A etapa limitante da secagem é o transporte de massa interno por difusão. Muitos são os mecanismos apresentados que discutem a forma na qual ocorre a migração da umidade para a superfície do material; no entanto, em materiais biológicos observa-se que a teoria da difusão líquida é a mais aceita como mecanismo de transporte de massa predominante e, portanto, a maioria dos trabalhos científicos que tratam do tema a utiliza.

## 2.4 Desidratação osmótica

A desidratação osmótica é um método de remoção parcial de água dos alimentos. Baseia-se na imersão dos mesmos em soluções hipertônicas de um ou mais solutos, originando dois fluxos simultâneos e opostos: saída de água do produto para a solução

hipertônica e ingresso de soluto da solução para o produto. A saída de sólidos naturais do alimento é quantitativamente desprezível, embora possa ser importante no que diz respeito às características sensoriais e nutricionais (TONON *et al.*, 2006). É um processo energeticamente econômico, uma vez que não há necessidade de uma mudança de fase. Assim, este pré-tratamento pode apresentar, nas fases iniciais da desidratação, uma taxa mais elevada de perda de água do que a taxa fornecida por processos de secagem, podendo ser usada para redução do tempo de secagem e consequente diminuição das perdas de nutrientes pelo calor (RODRIGUES; FERNANDES, 2007). O processo tem ainda como outras vantagens a inibição do escurecimento enzimático, conservação da cor natural do produto sem adição do sulfito, alta retenção de compostos voláteis durante uma desidratação posterior com ar quente (DIONELLO *et al.*, 2009), padronização do conteúdo de sólidos solúveis e, por conseguinte, a uniformidade do produto quanto a textura.

A taxa de perda de água durante a desidratação osmótica tem influência de alguns fatores, como as características do tecido vegetal, o tipo e a concentração do agente desidratante, a temperatura, o tempo de imersão, a proporção produto:solução e a agitação (BORIN *et al.*, 2008; DUARTE *et al.*, 2012).

A desidratação osmótica é geralmente realizada à pressão atmosférica e temperaturas na faixa de 20 °C a 50 °C. Temperaturas mais elevadas diminuem a viscosidade da solução desidratante e favorecem a transferência de massa, elevando o coeficiente de difusividade da água. Além disso, as membranas celulares do tecido vegetal começam a passar por mudanças irreversíveis, o que compromete a permeabilidade seletiva das mesmas, a qualidade sensorial e nutricional do produto final. A temperatura ótima de processo vai depender da estrutura do tecido celular do produto e das posteriores etapas de conservação, assim, é sugerido que temperaturas acima de 40 °C sejam evitadas em alguns alimentos (SANJINEZ-ARGANDOÑA *et al.*, 2005).

A escolha do soluto é uma questão fundamental por estar relacionada com as alterações nas propriedades sensoriais e no valor nutritivo do produto final, além do custo de processo. Características do agente osmótico usado, como massa molecular e comportamento iônico, afetam significativamente a desidratação, tanto na quantidade de água removida quanto no ganho de sólidos (BORIN *et al.*, 2008).

A escolha da solução desidratante dependerá do material a ser desidratado e está relacionada com o sabor, o custo e a capacidade de remoção de água. A sacarose é tida como

um ótimo agente osmótico na desidratação de frutas, especialmente quando a desidratação osmótica é empregada como etapa preliminar à secagem convectiva, pois previne o escurecimento enzimático e a perda de aromas. No caso das hortaliças, o cloreto de sódio é também um excelente agente osmótico, podendo ser combinado com a sacarose (BORIN *et al.*, 2008; SANJINEZ-ARGANDOÑA *et al.*, 2005).

A desidratação osmótica tem sido principalmente estudada como um pré-tratamento a diferentes operações de desidratação tais como secagem por ar quente, liofilização, secagem a vácuo e micro-ondas. A utilização do processo osmótico como pré-tratamento ao processo de secagem por ar quente, é uma forma de diminuir o tempo de residência do produto no secador, colaborando assim com a redução da demanda energética do processo e dos prejuízos à qualidade do produto final. Embora o tempo de secagem de produtos osmodesidratados seja menor, há uma diminuição na velocidade de secagem que é atribuída ao efeito da impregnação do soluto à superfície, devido à camada ao redor da fruta que dificulta a saída de água. Por outro lado, a existência desta camada parece prevenir o encolhimento excessivo do tecido durante a secagem, proporcionando maior conservação da textura do produto (MANDALA *et al.*, 2005; AZOUBEL *et al.*, 2009; DIONELLO *et al.*, 2009; PARK *et al.*, 2002; DUARTE *et al.*, 2012).

Assim, o tratamento osmótico tem se apresentado como ferramenta tecnológica importante para se desenvolver novos produtos derivados de frutas, com valor agregado e propriedades funcionais (CORREA *et al.*, 2008). Na atualidade, a demanda por produtos naturais, saudáveis e à base de frutas tem crescido rapidamente, não apenas como produtos acabados, mas também como ingredientes a serem incluídos em alimentos mais elaborados, como sorvetes, cereais, laticínios, produtos de confeitaria, panificação.

A polpa da bocaiuva é fonte de carotenoides, minerais e fibras e a amêndoa é rica em ácidos graxos insaturados e minerais. A disseminação do uso da polpa e da amêndoa na elaboração de barras de cereal é uma maneira de aproveitar os frutos e desenvolver um produto com sabor peculiar e característico da região e rico em nutrientes.

## 2.5 Barras de cereais

O conceito de *snacks* saudáveis foi introduzido nos Estados Unidos, na forma de barra de granola desenvolvida como um alimento matinal. No entanto, esse produto era rígido, crocante e amplamente baseado em cereais, o que dificultou sua comercialização até que o seu potencial como alimento saudável foi reconhecido. Atualmente, são encontrados diversos tipos de barras de cereais no mercado, como barras com alto teor de fibras, com frutas desidratadas e/ou castanhas, com flocos de arroz, com sementes, dentre outras (SARANTÓPOULOS *et al.*, 2001). As barras de cereais são produtos multicomponentes que se completam mutuamente nas características de sabor, textura e propriedades físicas, em especial no que se refere à umidade relativa de equilíbrio, representando uma categoria específica na classe de produtos do segmento de confeitaria, com formato retangular e embalado individualmente (CARVALHO, 2008; PAIVA, 2008).

Um dos fatores que levou os consumidores a melhorar a aceitabilidade em relação à barra de cereal foi o seu considerável conteúdo de fibra alimentar. Fibra alimentar é um termo geral para diferentes tipos de carboidratos derivados da parede celular das plantas que não são hidrolisados pelas enzimas digestivas e nem absorvidos pelo intestino humano (PROSKY, 1999).

A barra de cereal é um produto obtido da compactação de cereais. Três grupos de ingredientes compõem-na: sólidos (misturas de cereais, frutas secas e castanhas), ligantes (xarope de milho, mel, açúcar, lecitina) e aromas (SARANTÓPOULOS *et al.*, 2001). Dentre os cereais, a aveia (*Avena sativa* L.) é a mais amplamente utilizada na formulação de barras de cereais. Segundo Karam *et al.* (2001), a aveia destaca-se devido ao seu teor e qualidade proteica, predominância de ácidos graxos insaturados e composição de fibras alimentares.

A maior parte das fibras da aveia tende a formar soluções viscosas e géis quando em contato com água. Apresentam alta viscosidade em baixas concentrações, sendo extremamente pseudoplásticas em concentrações de 0,50 % ou superiores, e estáveis na presença de açúcares e sais. Com o aumento da temperatura ocorre um decréscimo temporário na viscosidade de soluções, voltando a espessar com o resfriamento (SÁ *et al.*, 1998).

A utilização dos ligantes na elaboração da barra de cereais, como o xarope de glicose, é importante não apenas para a formatação e moldagem do produto, mas também proporcionam maior retenção de sólidos solúveis durante o processamento, colaborando para uma melhor qualidade sensorial do produto final, além de contribuírem com o aporte energético (GOULARTE *et al.*, 2000). O xarope de glicose é uma composição de açúcares derivados da conversão parcial do amido de milho, tendo como principal constituinte a glicose, mas podendo também ser constituído por outros açúcares. Possui propriedade anticristalizante, por aumentar a solubilidade da sacarose e apresentar polissacarídeos complexos que elevam a viscosidade da solução de açúcares. Além disso, por possuir menor massa molecular do que a sacarose, exerce maior pressão osmótica penetrando mais facilmente nos tecidos das frutas, o que inibe o ataque microbiano e os processos fermentativos. Contudo a utilização de altas quantidades de xarope de glicose pode tornar o produto pegajoso e adesivo (MASCHIO *et al.*, 2003).

Assim como o xarope de glicose, a lecitina de soja atua como um inibidor da cristalização. Suas propriedades emulsificante, antioxidante e umectante contribuem para a obtenção de uma barra de cereais de textura e viscosidade características (LOPES; ARAÚJO, 2005).

A utilização de frutas desidratadas, além de reduzir o valor energético poderá fornecer substâncias funcionais à barra de cereais. Grigelmo-Miguel e Martín-Belloso (1999), comparando a fibra alimentar de produtos à base de frutas e de cereais, concluíram que frutas devem ser usadas não apenas para o enriquecimento em relação ao teor de fibras e redução do valor energético, mas também como ingredientes funcionais na elaboração de produtos de panificação, *snacks*, alimentos instantâneos, produtos cárneos e bebidas dietéticas. Assim, a utilização de frutas desidratadas, que se destacam pelo alto percentual de fibras, quando associadas aos alimentos à base de cereais pode contribuir não apenas para melhorar o perfil de fibras solúveis e insolúveis do produto, mas também favorecer as propriedades tecnológico-funcionais.

Pensando em alternativas que permitissem utilizar ingredientes mais saudáveis na confecção de barras de cereais, mas sem que isso provocasse algum prejuízo nos atributos sensoriais mais apreciados pelos consumidores, pesquisadores têm procurado desenvolver barras de cereais com novos ingredientes alimentícios, nutritivos e funcionais (PALAZZOLO, 2003). Com isso, a associação entre barra de cereais e alimentos saudáveis é uma tendência já

documentada no setor de alimentos, o que beneficia o mercado destes produtos (FREITAS; MORETTI, 2006).

Diante disso, a indústria de alimentos está se orientando na elaboração de produtos mais nutritivos que tenham um bom aporte de carboidratos, proteínas, vitaminas, minerais e fibras. As formulações podem ser alteradas de acordo com os hábitos alimentares dos consumidores para os quais se destinam. Assim, o uso de frutas regionais, como os frutos da bocaiuva, para a formulação de barras de cereais além de agregar valor ao fruto e ao produto, contribui para a preservação da espécie nativa e a valorização dos hábitos alimentares locais.

## **2.6 Análise sensorial**

A análise sensorial é definida como a área científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais percebidos pelos órgãos dos sentidos e permite comparar, diferenciar e qualificar os atributos sensoriais (DUTCOSKY, 2007).

Nos métodos afetivos é possível usar pessoas sem treinamento prévio, pois se busca respostas resultantes de estímulos e reações espontâneas do indivíduo ao degustar e avaliar o alimento, visando determinar a aceitabilidade ou a preferência de um produto (DE PENNA, 1999). Dentre estes testes, a escala hedônica de nove pontos é a mais amplamente utilizada para estudos de aceitabilidade com adultos (DUTCOSKY, 2007). Pode determinar a provável aceitação do alimento pelo consumidor nas fases iniciais de desenvolvimento, como também determinar a aceitação quando se promovem alteração e/ou inclusão de ingredientes e modificação nos processos, nas matérias, na embalagem, nas condições de estocagem e/ou no tempo de conservação dos alimentos (CHAVES; SPROESSER, 1996).

Os testes de aceitação, quando realizados em condições controladas de laboratório, requerem de 30 a 50 julgadores não treinados. Para estudos mais representativos em locais centrais, o número de julgadores deve ficar acima de 100 para cada tratamento, ou amostra avaliada. Em estudos de campo, o número de consumidores deve ser acima de 1.000 julgadores por tratamento analisado. Os testes realizados em laboratório possuem as

vantagens de homogeneizar o preparo e a apresentação das amostras, controlar as condições externas e ambientais e ter baixo custo (CHAVES; SPROESSER, 1996).

A escala hedônica consiste em escalas do tipo numérica, verbal ou facial. No método de escala facial, as expressões faciais descrevem o grau de prazer ou desprazer experimentado por um julgador, enquanto no método numérico os níveis de qualidade são determinados por uma série de números. Nas escalas do tipo verbal, utilizam-se palavras ou frases que identificam os intervalos na escala. São empregadas expressões como: gostei extremamente/desgostei extremamente; excelente/péssimo. Com a finalidade de análise estatística, os pontos da escala são associados a valores numéricos, o que possibilita a análise de variância ou o uso de outras técnicas (CHAVES; SPROESSER, 1996; DUTCOSKY, 2007).

## REFERÊNCIAS

- Agostini-Costa TS, Silva DB, Sano, SM, Ferreira FR. Espécies de maior relevância para a região Centro-Oeste. In: Vieira RF, Agostini-Costa TS, Silva DB, Sano, SM, Ferreira FR. Frutas nativas da região Centro-Oeste do Brasil. Planaltina: Embrapa Cerrados; 2010. p. 15-30.
- Aguiar LMS, Machado RB, Marinho-Filho J. A diversidade biológica do Cerrado. In: Aguiar LMS, Camargo AJA. Cerrado: ecologia e caracterização; 2004. p. 17-40.
- Almeida SP, Proença CEB, Sana SM, Ribeiro JF. Cerrado: espécies vegetais úteis. Planaltina: Embrapa-CPAC; 1998.
- Aquino FG, Ribeiro JF, Gúlias APS, Oliveira MC, Barros CJS, Hayes KM, Silva MR. Uso sustentável das plantas nativas do Cerrado: oportunidades e desafios. In: Parron LM, Aguiar LMS, Duboc E, Oliveira-Filho EC, Camargo AJA, Aquino FG. Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável. Planaltina: Embrapa Cerrados; 2008. p. 95-123.
- Arévalo-Pinedo A, Murr FEX. Influência da pressão, temperatura e pré-tratamentos na secagem a vácuo de cenoura e abóbora. Cienc Tecnol Aliment. 2005; 25(4):636-43.
- Avidos MFD, Ferreira LT. Frutos do cerrado: preservação gera muitos frutos. Biotecnol Cienc Desenvol. 2000; 3(15):36-41.
- Azoubel PM, El-Aouar AA, Tonon RV, Kurozawa LE, Antonio GC, Murr FEX, Park KJ. Effect of osmotic dehydration on the drying kinetics and quality of cashew apple. Int J Food Sci Technol. 2009; 44(5): 980-6.
- Biazus JPM, Souza RR, Curvelo-Santana JC, Tambourgi EB. Otimização da secagem do malte de *Zea mays*. Cienc. Tecnol. Aliment. 2006; 26(4):787-92.

Biomass Brasileiros [wwf.org.br]. [acesso em 27 ago 2012]. Disponível em:

[http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/questoes\\_ambientais/biomass/](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/biomass/)

Borin I, Frascareli EC, Mauro MA, Kimura M. Efeito do pré-tratamento osmótico com sacarose e cloreto de sódio sobre a secagem convectiva de abóbora. *Cienc. Tecnol. Aliment.* 2008; 28(1):39-50.

Carlesso VO, Berbert PA, Silva RF, Detmann E. Avaliação de modelos de secagem em camada fina de sementes de maracujá amarelo. *Rev Bras Sementes.* 2007; 29(2):28-37.

Carvalho MG. Barras de cereais com amêndoas de chichá, sapucaia e castanha-do-gurgueia, complementadas com casca de abacaxi [Dissertação]. Fortaleza: Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará; 2008.

Chaves JBP, Sproesser RL. Práticas de laboratório de análise sensorial de alimentos e bebidas, Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 1996.

Corrêa PC, Araújo EF, Afonso Júnior PC. Determinação dos parâmetros de secagem em camada delgada de sementes de milho doce (*Zea mays* L.). *Rev Bras Milho Sorgo.* 2003; 2(2):110-9.

Corrêa PC, Resende O, Martinazzo AP, Goneli ALD, Botelho FM. Modelagem matemática para a descrição do processo de secagem do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em camadas delgadas. *Eng Agric.* 2007; 27(2):501-7.

Corrêa JLG, Silva Filho ED, Batista MB, Arola F, Fioreze R. Desidratação osmótica de tomate seguida de secagem. *Rev Bras Product Agroindust.* 2008;10(1):35-42.

De Penna EW. Metodos sensoriales y sus aplicaciones. In: Almeida TCA, Hough G, Damásio MH, Silva MAAP. *Avanços em análise sensorial.* São Paulo: Varela; 1999. p. 13-22.

Dionello RG, Berbert PA, Molina MAB, Pereira RC, Viana AP, Carlesso VO. Secagem de fatias de abacaxi in natura e pré-desidratadas por imersão-impregnação: cinética e avaliação de modelos. *Cienc Tecnol Aliment*. 2009; 29(1): 232-40.

Duarte MEM, Ugulino SMP, Mata MERMC, Gouveia DS, Queiroz AJM. Desidratação osmótica de fatias de jaca. *Rev Cienc Agron*. 2012; 43(3):478-83.

Dutcosky SD. *Análise Sensorial de Alimentos*. Curitiba: Champagnat; 2007.

Felfili JM, Ribeiro JF, Borges Filho HC, Vale AT. Potencial econômico da biodiversidade do Cerrado: estágio atual e possibilidades de manejo sustentável dos recursos da flora. In: Aguiar LMS, Camargo AJA. *Cerrado: ecologia e caracterização*; 2004. p. 177-220.

Franzon RC. Fruteiras nativas do Cerrado têm potencial para exploração. Planaltina: Embrapa Cerrados; 2009. [acesso em: 16 nov. 2009]. Disponível em:  
<http://www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/131/>

Freitas DGC, Moretti RH. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor proteico e vitamínico. *Cienc Tecnol Aliment*. 2006; 26(2): 318-24.

Furigo Júnior A. *Biodiesel*. Florianópolis: CTC CentroTecnológico; 2006.

Goularte VDS, Antunes EC, Antunes PL. Qualidade de maçã Fuji osmoticamente concentrada e desidratada. *Cienc Tecnol Aliment*. 2000; 20(2):160-3.

Grigelmo-Miguel N, Martín-Belloso O. Comparison of dietary fibre from by-products of processing fruits and greens and from cereals. *Food Sci. Technol*. 1999; 32(8):503-8.

Guimarães MM, Silva MS. Qualidade nutricional e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de frutos de murici-passa. *Rev Inst Adolfo Lutz*. 2009; 68(3):426-33.

Henderson SM, Pabis S. Grain drying theory I: temperature effect on drying coefficient. J Agric Eng Res. 1961; 6(3): 169-74.

Hiane PA, Filho MMR, Ramos MIL, Macedo MLR. Bocaiuva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd., pulp and kernel oils: characterization and fatty acid composition. Braz J Food Technol. 2005;8(3):256-9.

Hiane PA, Baldasso PA, Marangoni S, Macedo MLR. Chemical and nutrition evaluation of kernels of bocaiuva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Cienc Tecnol Aliment. 2006; 26(3): 683-89.

Karam LB, Grossmann MVE, Silva RSSF. Misturas de farinha de aveia e amido de milho com alto teor de amilopectina para produção de *snacks*. Cienc Tecnol Aliment. 2001; 21(2):158-3.

Kashaninejad M, Mortazavi A, Safecordi A, Tabil LG. Thin-layer drying characteristics and modeling of pistachio nuts. J Food Eng. 2007; 78(1):98-108.

Lopes RLT, Araújo NC. Sistema de brasileiro de respostas técnicas. Brasília: Ministério de Ciência e Tecnologia; 2005.

Lorenzi GMAC. *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. - Arecaceae: bases para o extrativismo sustentável [Tese]. Curitiba: Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná; 2006.

Mandala IG, Anagnostaras EF, Oikoomou CK. Influence of osmotic dehydration conditions on apple air-drying kinetics and their quality characteristics. J Food Eng. 2005; 69(3): 307-16.

Martinazzo AP, Corrêa PC, Resende O, Melo EC. Análise e descrição matemática da cinética de secagem de folhas de capim limão. *Rev Bras Eng Agric Ambient.* 2007; 11(3):301-6.

Martins P C, Porto P SS, Pinto LAA. Estudo das propriedades físicas e de transporte na secagem de cebola (*Allium cepa* L.) em camada delgada. *Cienc. Tecnol. Aliment.* 2004; 24(3):319-26.

Maschio A, Broenstrup A, Passos M. Barras de cereais de banana. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos; 2003 [acesso em: 6 dez 2009]. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/Alimentus/feira/prcerea/barracereal/>

Motta PEF, Curi N, Oliveira-Filho AT, Gomes JBV. Ocorrência da macaúba em Minas Gerais: relação com atributos climáticos, pedológicos e vegetacionais. *Pesq Agropec Bras.* 2002; 37(7):1023-31.

Oliveira ES. Gaseificação da macaúba [Dissertação]. Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia; 2008.

Ozdemir M, Devres YO. The thin-layer drying characteristics of hazelnuts during roasting. *J Food Eng.* 1999; 42(4): 225-33.

Page GE. Factors influencing the maximum of air drying shelled corn in thin layer. Indiana: Purdue University; 1949.

Paiva AP. Estudos tecnológico, químico, físico-químico e sensorial de barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais [Dissertação]. Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2008.

Palazzolo G. Cereal bars: they're not just for breakfast anymore. *Cereal Foods World.* 2003; 48(2):70-2.

Park KJ, Yado MKM, Brod FPR. Estudo de secagem de pêra *bartlett* (*Pyrus* sp.) em fatias. Cienc Tecnol Aliment. 2001; 21(3): 288-92.

Park KJ, Bin A, Brod FPR. Drying of pear d'Anjou with and without osmotic dehydration. J Food Eng. 2002; 56(1):97-103.

Prosky L. What is fibre? Current controversies. Trends Food Sci Technol. 1999; 10(8):271-5.

Ramos MIL, Siqueira EMA, Isomura CC, Barbosa AMJ, Arruda SF. Bocaiuva (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd) improved vitamin A status in rats. J Agric Food Chem. 2007; 55(8):3186-90.

Reis RC, Barbosa LS, Lima ML, Reis JS, Devilla IA, Ascheri DPR. Modelagem matemática da secagem da pimenta Cumari do Pará. Rev Bras Eng Agric Ambient. 2011;15(4):347-53.

Rezende RP, Padua SM, Fonseca CEL, Souza CC. Educação ambiental e participação: estratégias para a preservação e para a conservação ambiental. In: Aguiar LMS, Camargo AJA. Cerrado: ecologia e caracterização; 2004. p. 221-49.

Ribeiro RA, Rodrigues FM. Genética da conservação em espécies vegetais do cerrado. Rev Cienc Med Biol. 2006; 5(3):253-60.

Rodrigues S, Fernandes FAN. Dehydration of melons in a ternary system followed by air-drying. J Food Eng. 2007; 80(2):678-87.

Sá RM, Francisco A, Soares FCT. Concentração de  $\beta$ -glucanas nas diferentes etapas do processamento da aveia (*Avena sativa* L.). Cienc Tecnol Aliment. 1998; 18(4):425-7.

Sanjinez-Argandoña EJ, Cunha RL, Hubinger MD. Evaluation of total carotenoids and ascorbic acid in osmotic pretreated guavas during convective drying. Ital J Food Sci. 2005; 17(3):305-14.

Sanjinez-Argandoña EJ, Branco IG, Bittencourt TU, Munhoz CL. Influência da geometria e da temperatura na cinética de secagem de tomate (*Lycopersicum esculentum*). Cienc Tecnol Aliment. 2011; 31(2):308-12.

Sarantópoulos CIGL, Oliveira LM, Canavesi E. Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis. Campinas: CETEA / ITAL; 2001.

Silva MR, Lacerda DBCL, Santos GG, Martins DMO. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. Cienc Rural. 2008; 38(6):1790-93.

Sousa KA, Resende O, Chaves TH, Costa LM. Cinética de secagem do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.). Rev Cienc Agronom. 2011; 42(4):883-92.

Tabela brasileira de composição de alimentos. Campinas: NEPA-UNICAMP; 2011.

Tonon RV, Baroni AF, Hububingeger MD. Estudo da desidratação osmótica de tomate em soluções ternárias pela metodologia de superfície de resposta. Cienc Tecnol Aliment. 2006; 26(3):715-23.

Wang CY, Singh RP. Use of variable equilibrium moisture content in modeling rice drying. ASAE Paper, 78-6505, ASAE, St Joseph-MI; 1978.

Zárate P. Diretrizes para elaboração de teses e dissertações. Campo Grande: UFMS; 2008.

### 3 OBJETIVOS

- Caracterizar fisicamente os frutos.
- Desidratar polpa e amêndoa de bocaiuva.
- Avaliar a composição centesimal, o teor de minerais e o perfil de aminoácidos da polpa e da amêndoa de bocaiuva.
- Avaliar a atividade hemaglutinante e inibitória de enzimas presentes na amêndoa de bocaiuva.
- Elaborar barras de cereal com polpa e amêndoa de bocaiuva.
- Avaliar a composição nutricional e caracterizar os minerais e os ácidos graxos da barra de cereal.
- Avaliar a qualidade microbiológica da barra de cereal de bocaiuva.
- Determinar a aceitabilidade das barras de cereal elaboradas com polpa e amêndoa de bocaiuva.

## 4 TRABALHOS PUBLICADOS

### 4.1 Secagem da amêndoa e da polpa de bociuiva fresca e desidratada osmoticamente. *Acta Sci., Technol.* (aceito para publicação em ago/2012) (ANEXO B)

#### 4.1.1 Introdução

A palmeira da espécie *Acrocomia acuelata* (Jacq.) Lodd apresenta vasta distribuição nas Américas do Sul e Central, no Brasil encontra-se principalmente nos Estados do Pará (PA), São Paulo (SP), Rio de Janeiro (RJ), Minas Gerais (MG), Mato Grosso (MT) e Mato Grosso do Sul (MS). Pertence à família Arecaceae, popularmente conhecida por bociuiva, macaúba, bacaiuveira, coco-babão, macaíba (ALMEIDA *et al.*, 1998). Seus frutos apresentam potencial promissor para o aproveitamento agroindustrial devido às características nutricionais (SILVA *et al.*, 2008) e sensoriais. Os frutos ainda são pouco explorados comercialmente, seu aproveitamento tecnológico pode constituir fonte de alimentos (RAMOS *et al.*, 2008).

Embora possua frutificação abundante, a bociuiva ainda tem sido explorada de forma rudimentar e doméstica, muito aquém do seu potencial econômico (SANJINEZ-ARGANDOÑA; CHUBA, 2011), provavelmente em função do desconhecimento das características sazonais e nutricionais. Fato que possibilita a realização de estudos científicos para que gerem alternativas de aproveitamento e conservação.

Entre as técnicas de conservação, a desidratação é uma das mais antigas e relativamente simples de ser empregada. Entretanto as características físicas e químicas do alimento são alteradas dependendo das condições de processo. A secagem da polpa da bociuiva normalmente é efetuada ao sol, sem nenhum controle operacional o que gera produtos sem padronização; em condições controladas de temperatura e velocidade do ar, a secagem fornece produtos com melhor qualidade, favorecendo a conservação da espécie.

A modelagem de processos de secagem é essencial para sua seleção e otimização (SANJINEZ-ARGANDOÑA *et al.*, 2011). A utilização de equações semiempíricas, para

representar a cinética de secagem da polpa e da amêndoa do fruto da bocaiuva, visa buscar uma forma de representar o comportamento da secagem que se ajuste melhor aos dados experimentais (BARROZO *et al.*, 1998).

O objetivo deste trabalho foi realizar a secagem da amêndoa, da polpa fresca e pré-desidratada osmoticamente do fruto da bocaiuva nas temperaturas de 60 °C e 70 °C, através da aplicação de modelos matemáticos clássicos no ajuste da cinética, contribuindo para o uso tecnológico dos frutos.

#### 4.1.2 Material e métodos

##### 4.1.2.1 Matéria prima

Frutos da bocaiuva foram coletados no município de Vicentina, Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, localizado nas coordenadas 22° 27' 32,69'' S latitude e 54° 25' 42,24'' W longitude, entre os meses de outubro a dezembro de 2009.

##### 4.1.2.2 Preparo da matéria prima

Os frutos foram lavados, sanitizados por imersão em solução de dicloro s-triazinatriona sódica di-hidratada (Sumaveg®) com 200 ppm de cloro ativo, durante 10 min. Em seguida, os frutos foram descascados e despulpados manualmente com o uso de faca de material inoxidável. Os tegumentos foram quebrados com uso de uma morsa e as amêndoas foram retiradas manualmente. A polpa e a amêndoa foram acondicionadas separadamente em embalagens poliméricas, seladas e conservadas sob congelamento (-18 °C) até seu uso.

#### 4.1.2.3 Caracterização física dos frutos

Os diâmetros (longitudinal e transversal) e as massas do fruto, da casca (epicarpo), da polpa (mesocarpo), do tegumento (endocarpo) e da amêndoa, para um conjunto amostral de 123 frutos selecionados aleatoriamente, foram determinados utilizando paquímetro digital e balança analítica.

#### 4.1.2.4 Desidratação osmótica

Aproximadamente 100 g de pedaços de polpa foram imersas em solução de sacarose de 60% na proporção polpa:solução de 1:5. A desidratação osmótica foi conduzida dentro de béqueres com a mistura polpa:solução, colocados em um *shaker* a temperatura de 40 °C com agitação de 111 rpm durante 120 min. Transcorrido o tempo de desidratação osmótica, as amostras foram drenadas, levemente secas e, em seguida, distribuídas em bandejas para serem desidratadas (SANJINEZ-ARGANDOÑA *et al.*, 2005).

#### 4.1.2.5 Secagem

A secagem foi realizada em secador de bandejas, com fluxo de ar vertical, através de bandejas, a velocidade constante de 0,5 m.s<sup>-1</sup> e em duas condições de temperatura: 60 °C e 70 °C. Para manter a mesma condição entre as amostras somente uma bandeja foi usada com uma única camada de amostra sobre ela.

A quantidade de água removida durante o processo de secagem foi determinada pela pesagem periódica das amostras utilizando uma balança semianalítica, em intervalos de tempo de 10 min durante a primeira hora e de 30 min até atingir estado de equilíbrio, entre a umidade da amostra e a umidade relativa do ar de secagem, observado pelo peso da amostra praticamente constante.

O teor de umidade inicial e de equilíbrio, após a secagem para polpa fresca, polpa pré-desidratada e amêndoa foi medido por gravimetria em estufa a 70 °C por 24 h (AOAC, 1995).

Os dados experimentais de secagem foram ajustados aos seguintes modelos matemáticos: difusional da segunda lei de Fick (Eq 1) (BARONI; HUMBIGUER, 1998), exponencial simples (Eq 2) (ABE; AFZAL, 1997), Page (Eq 3) (PAGE, 1949), Henderson e Pabis (Eq 4) (HENDERSON; PABIS, 1961), exponencial de dois termos (Eq 5) (OZDEMIR; DEVRES, 1999) e Wang e Singh (Eq 6) (WANG; SINGH, 1978).

$$Y = \sum_{N=0}^{N=1} \frac{8}{(2N+1)^2 \pi^2} \exp\left(\frac{-Def(2N+1)^2 \pi^2 \cdot t}{4L^2}\right) \quad (1)$$

$$Y = \exp(-k \cdot t) \quad (2)$$

$$Y = \exp(-k \cdot t^n) \quad (3)$$

$$Y = a \cdot \exp(-k \cdot t) \quad (4)$$

$$Y = a \cdot \exp(-k_0 \cdot t) + b \cdot \exp(-k_1 \cdot t) \quad (5)$$

$$Y = 1 + a \cdot t + b \cdot t^2 \quad (6)$$

Onde  $L$  é o valor da metade da espessura,  $Def$  é a difusividade efetiva,  $N$  é o número de termos da série,  $a$ ,  $b$ ,  $k$ ,  $k_0$ ,  $k_1$  e  $n$  são constantes dos modelos empíricos de secagem;  $t$  é o tempo de secagem,  $s$ ;  $Y$  é o adimensional da unidade definido pela Equação 7:

$$Y = \frac{X - X_e}{X_0 - X_e} \quad (7)$$

Onde  $X$  é o teor médio de umidade no tempo  $t$  (kg H<sub>2</sub>O por kg de matéria seca);  $X_e$  é o teor de umidade no equilíbrio (kg H<sub>2</sub>O por kg de matéria seca);  $X_0$  é o teor de umidade inicial (kg H<sub>2</sub>O por kg de matéria seca).

#### 4.1.2.6 Análise estatística

Para validar o modelo, foi calculado o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e o erro médio relativo ( $E$ ), que é definido como a diferença relativa entre os valores experimentais e predito

(Eq. 8). O modelo é considerado preditivo quando apresenta valores de  $E$  menores que 10%. O cálculo destes parâmetros foi realizado utilizando o programa *Statistica* 8.0. Os ensaios de secagem foram realizados em triplicata.

$$E(\%) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{V_e - V_p}{V_e} \right| \times 100 \quad (8)$$

Onde  $N$  é o número de dados experimentais,  $V_e$  é o valor experimental e  $V_p$  é o valor predito.

#### 4.1.3 Resultados e discussão

##### 4.1.3.1 Caracterização física dos frutos de bocaiuva

A Tabela 3 apresenta as características biométricas dos frutos. Os frutos apresentaram diâmetro médio e rendimento semelhantes aos encontrados por Ramos *et al.* (2008) e Sanjinez-Argandoña e Machado (2011) em frutos de Campo Grande (MS) e Dourados (MS) e Presidente Epitácio (SP), respectivamente. Porém mostraram diferentes proporções de massa do fruto, da casca, da polpa e da amêndoa. A porção comestível composta pela polpa e amêndoa, representou 47,5 % do peso total do fruto, mostrando bom rendimento para aproveitamento tecnológico e para o fornecimento de elementos potencialmente nutritivos. Essas diferenças também foram observadas por Vera *et al.* (2005) ao caracterizar fisicamente os frutos de pequi, no Estado de Goiás, e verificaram que os frutos são diferentes entre áreas, entre as plantas e dentro da mesma planta, além das condições edafoclimáticas diferentes das regiões onde é encontrada esta espécie. A propagação e o crescimento da palmeira são de forma natural, sem nenhuma interferência do homem, o que justifica a variabilidade. Pelo exposto, percebe-se a necessidade de pesquisas que forneçam dados para a seleção de frutos e sementes com características adequadas à comercialização, ao processamento e ao melhoramento genético a fim de se obter frutos com características físicas, químicas e

sensoriais mais homogêneas, bem como condições de cultivo e produção comercial, entre outros.

Tabela 3 – Características biométricas dos frutos da bocaiuva e rendimento.

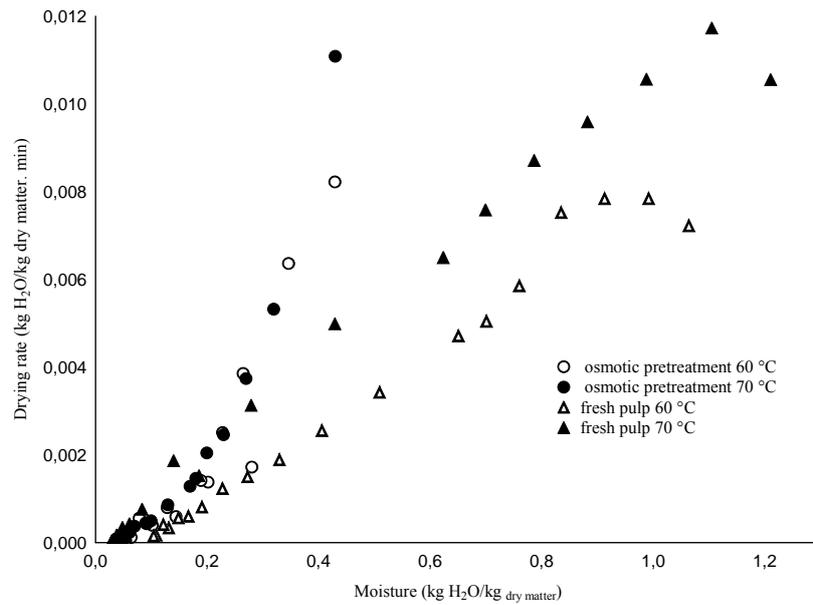
Características biométricas	Média ± desvio padrão	Rendimento (%)	Valores de referência		
			Campo Grande <sup>1</sup>	Dourados <sup>2</sup>	Presidente Epitácio <sup>2</sup>
DL (mm)	34,68 ± 2,63	–	–	34,68	33,14
DT (mm)	32,53 ± 1,70	–	33,80	33,39	31,65
Fruto inteiro (g)	20,47 ± 3,31	–	21,83	21,83	18,86
Casca (g)	3,71 ± 0,63	18,12	4,68	4,54	3,48
Polpa (g)	8,53 ± 1,77	41,67	9,61	8,98	7,90
Tegumento (g)	7,04 ± 1,48	34,38	–	–	–
Amêndoa (g)	1,17 ± 0,21	5,83	0,83	1,35	1,17

DL, diâmetro longitudinal; DT, diâmetro transversal. <sup>1</sup> Ramos *et al.* (2008). <sup>2</sup>Sanjinez-Argandoña e Chuba (2011).

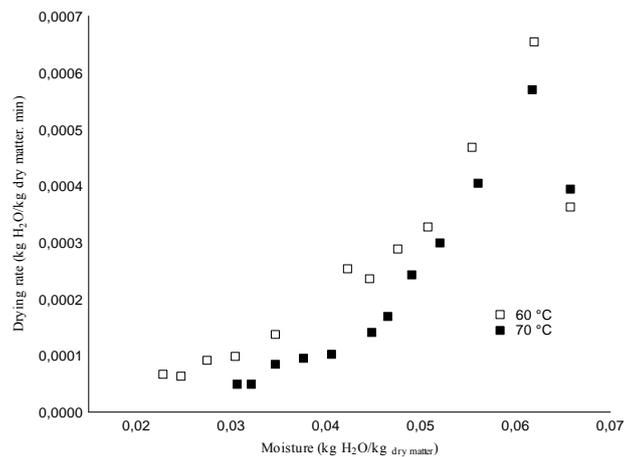
#### 4.1.3.2 Cinéticas de secagem

As amostras submetidas à secagem apresentaram teor médio de umidade inicial (base úmida) de  $54,77 \pm 0,14 \text{ g.100 g}^{-1}$ ,  $29,63 \pm 0,30 \text{ g.100 g}^{-1}$  para polpa fresca e pré-desidratada osmoticamente e  $6,16 \pm 0,10 \text{ g.100 g}^{-1}$  para a amêndoa.

A Figura 6 mostra as taxas de secagem em função do teor de umidade e do tempo. A taxa de secagem foi influenciada pela temperatura e pela desidratação osmótica. A 70 °C, a taxa de migração da água do alimento foi maior que a 60 °C, independente do pré-tratamento. Entretanto, nas amostras desidratadas osmoticamente, observa-se rápida diminuição da taxa de secagem, principalmente a 70 °C, provavelmente pela migração de soluto da solução de sacarose durante a desidratação osmótica para a parede da polpa, formando uma camada ao redor da polpa, o que cria resistência à transferência de massa. É também provável que a caramelização dos açúcares com o aumento da temperatura (70 °C) influencie na diminuição da taxa de secagem, visto que tanto a redução da umidade quanto a taxa de secagem nas amostras pré-tratadas é semelhante, não havendo mais influência da temperatura. A diminuição da velocidade de secagem com o tempo é consequência da concentração dos constituintes sólidos na polpa.



(a)



(b)

Figura 6 – Taxas de secagem da polpa fresca e pré-tratada osmoticamente (a) e da amêndoa (b) da bocaiuva.

Park *et al.* (2002) observaram comportamento semelhante na secagem a 40 °C, 60 °C e 80 °C de cubos de pera pré-desidratados osmoticamente (solução a 55 °Brix) a 40 °C. Os autores atribuíram esse resultado ao endurecimento da camada superficial das amostras da fruta, sem pré-tratamento osmótico, o que dificultou o transporte de massa durante a secagem. Dionello *et al.* (2009) na secagem de fatias de abacaxi verificaram maior taxa de secagem para a fruta *in natura* do que a pré-desidratada osmoticamente.

De acordo com Park *et al.* (2002), a evaporação da água dentro do alimento é influenciada por diversos fenômenos como: capilaridade, ligação físico-química da água às substâncias sólidas presentes no alimento, migração de solutos, deformação do produto entre outros, os quais oferecem grande resistência. Com o pré-tratamento osmótico as características físicas e químicas do alimento são alteradas, dificultando a migração do vapor de água do interior do fruto para o meio externo, conseqüentemente, observa-se diminuição da velocidade de secagem. Outros trabalhos realizados com maçã e caju por Mandala *et al.* (2005) e Azoubel *et al.* (2009) observaram o mesmo comportamento com absorção de soluto que ocorre durante o processo osmótico, o que resultou em aumento da resistência interna a transferência de massa.

Mesmo que a secagem de produtos pré-desidratados osmoticamente seja mais lenta, existe a vantagem de a impregnação de sólidos, e a conseqüente redução da permeabilidade dos tecidos da camada superficial dos frutos, além da redução da difusividade aparente da água, atuarem como fatores benéficos na manutenção da estabilidade da fruta desidratada durante o armazenamento (DIONELLO *et al.*, 2009). A importância do pré-tratamento osmótico é justificada pela melhoria de algumas propriedades nutricionais, sensoriais e funcionais do produto (SANJINEZ-ARGANDOÑA *et al.*, 2005; DIONELLO *et al.*, 2009), bem como a manutenção da estabilidade da fruta desidratada.

Como esperado, a temperatura do ar afetou o processo de secagem, diminuindo o tempo de secagem das amostras. Para todas as temperaturas, a relação de umidade diminuiu rapidamente no início e depois diminuiu lentamente com o avanço do tempo de secagem. Estes resultados estão de acordo com observações anteriores de diferentes alimentos (SANTOS *et al.*, 2010; SANJINEZ-ARGANDOÑA *et al.*, 2011).

Os valores calculados para as constantes do modelo e as análises estatísticas estão mostrados na Tabela 4. Verificou-se ajuste satisfatório dos modelos avaliados. Com relação ao coeficiente de correlação, para a secagem da polpa fresca e da amêndoa de bociuíva, na maioria dos casos, os modelos apresentaram  $R^2 > 0,90$ . No entanto, quando se considera a estimativa de erro, verificou-se que os modelos exponencial de dois termos e Page tiveram melhor ajuste aos dados experimentais da secagem, com o maior valor de  $R^2$  e menor erro relativo médio. O modelo exponencial de dois termos mostrou o coeficiente de Pearson ( $R^2$ )  $> 0,99$  e o erro médio relativo ( $E$ ), variou de 0,64 % a 9,15 %. O modelo de Page também apresentou coeficiente de Pearson  $> 0,99$  e erro relativo médio variando de 2,88 % a 8,85 %.

Tabela 4 – Constantes dos modelos e critérios para avaliação do melhor ajuste para polpa fresca, polpa osmoticamente desidratado e amêndoa de bocaiuva em diferentes condições.

Modelo	Parâmetros	Amostras					
		Polpa fresca		Polpa desidratada osmoticamente		Amêndoa	
		60 °C	70 °C	60 °C	70 °C	60 °C	70 °C
Fick	$Deff$ (m.s <sup>-2</sup> )	7,41 e <sup>-9</sup>	1,21 e <sup>-8</sup>	1,08 e <sup>-8</sup>	1,37 e <sup>-8</sup>	5,44 e <sup>-9</sup>	3,68 e <sup>-9</sup>
	$E(\%)$	9,45	9,78	9,24	9,93	4,66	3,70
	$R^2$	0,98	0,98	0,97	0,97	0,97	0,97
Page	$k$	0,013	0,009	0,065	0,092	0,032	0,018
	$n$	0,877	1,054	0,612	0,566	0,767	0,928
	$E(\%)$	8,85	3,32	5,14	5,42	3,67	2,88
	$R^2$	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Exponencial simples	$k$	0,007	0,012	0,012	0,015	0,012	0,013
	$E(\%)$	15,86	13,51	38,62	47,48	16,09	8,04
	$R^2$	0,98	0,99	0,89	0,87	0,96	0,99
Henderson e Pabis	$a$	0,972	1,018	0,841	0,821	0,926	0,987
	$k$	0,007	0,012	0,008	0,010	0,010	0,013
	$E(\%)$	14,27	9,14	24,32	32,05	10,84	7,15
Exponencial de dois termos	$R^2$	0,99	0,99	0,93	0,92	0,97	0,99
	$a$	0,911	0,509	0,476	0,534	0,297	0,250
	$k_0$	0,010	0,012	0,004	0,045	0,046	0,029
	$b$	0,098	0,509	0,513	0,045	0,711	0,761
	$k_1$	0,429e <sup>-3</sup>	0,012	0,035	0,005	0,008	0,010
	$E(\%)$	0,64	9,15	4,95	6,18	3,07	2,50
Wang e Singh	$R^2$	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
	$a$	-0,006	-0,007	-0,007	-0,008	-0,010	-0,010
	$b$	0,849e <sup>-5</sup>	0,123e <sup>-4</sup>	0,138e <sup>-4</sup>	0,152e <sup>-4</sup>	0,259e <sup>-4</sup>	0,267e <sup>-4</sup>
	$E(\%)$	21,92	258,80	41,33	58,20	18,99	21,16
	$R^2$	0,96	0,94	0,77	0,64	0,94	0,97

No modelo de Page, observou-se comportamento semelhante para a polpa fresca e a amêndoa, com redução do parâmetro  $k$  e aumento do parâmetro  $n$ . Para o pré-tratamento osmótico o comportamento foi inverso, provavelmente durante a desidratação osmótica houve dano celular, aumentando a porosidade, o que resultou no aumento do parâmetro  $k$  com o aumento da temperatura. Azoubel *et al.* (2009) também relataram aumento do parâmetro  $k$  e redução do  $n$  através do aumento da temperatura de secagem de caju osmoticamente pré-

tratado. Na secagem de amêndoa pistache, Kashaninejad *et al.* (2007) observaram aumento do parâmetro  $k$  e redução do parâmetro  $n$ , com o aumento da temperatura.

As Figuras 7 e 8 ilustram o ajuste dos dados experimentais e preditos do adimensional de umidade sobre o tempo de secagem. Neste trabalho, os modelos de Page e exponencial de dois termos apresentaram menores erros para as frações do fruto estudado, no entanto, o modelo exponencial de dois termos mostrou o melhor ajuste para polpas frescas e tratamento osmótico, como visto na Figura 7. Para a amêndoa, o modelo de Page mostrou o melhor ajuste (Figura 8).

Doymaz (2004) obteve com o modelo exponencial de dois termos o melhor ajuste para ameixas frescas. Azoubel *et al.* (2009) também obtiveram bons ajustes para o modelo exponencial de dois termos em caju fresco e osmoticamente desidratado. Kashaninejad *et al* (2007) obteve ótimo ajuste com o modelo de Page para amêndoa de pistache.

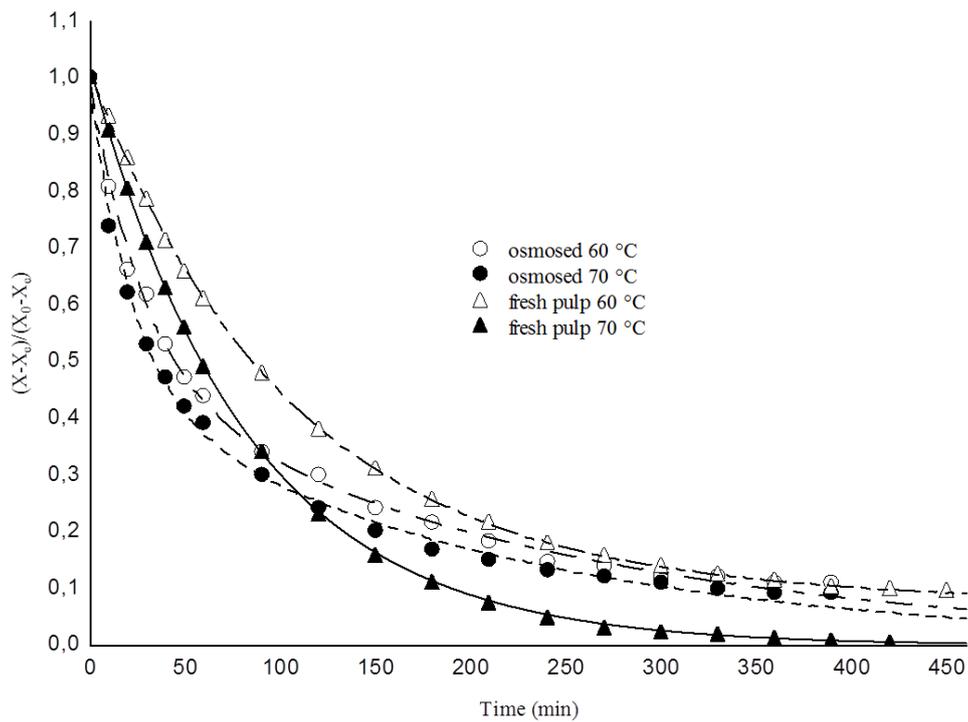


Figura 7 – Cinética de secagem de polpas fresca e pré-tratada osmoticamente e ajuste matemático pela função exponencial de dois termos.

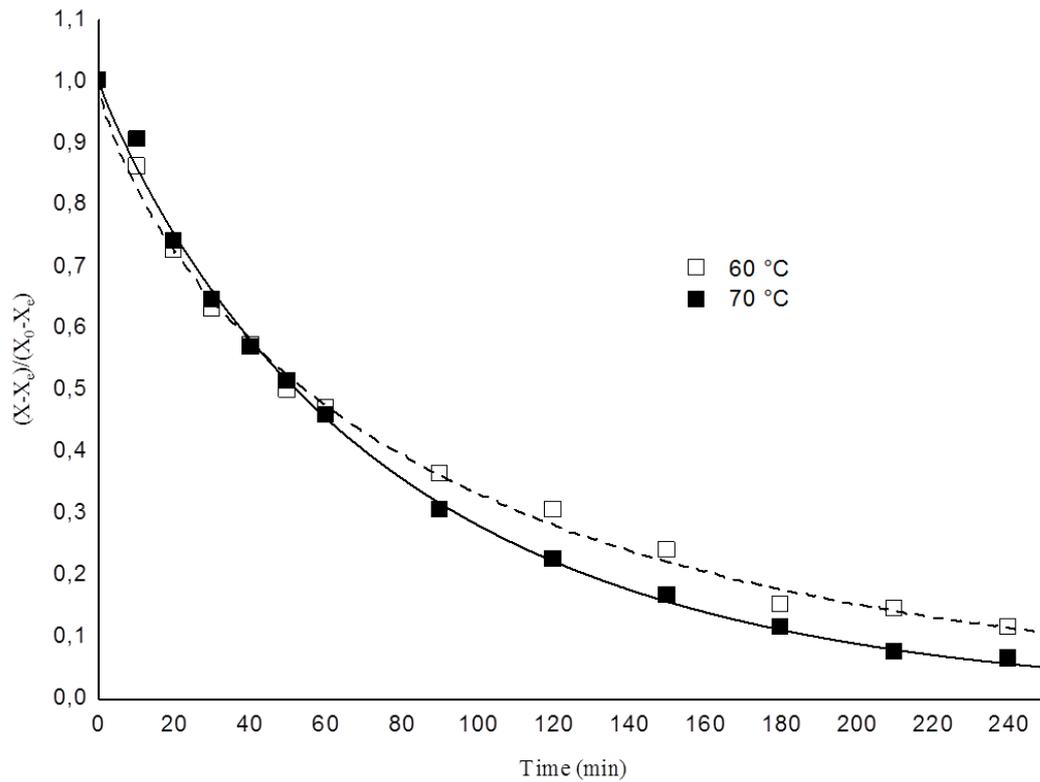


Figura 8 – Cinética de secagem da amêndoa da bocaiuva e ajuste matemático pela função de Page.

O modelo de Fick também foi ajustado aos dados experimentais por meio de regressão não linear para determinar a difusividade efetiva. É útil para prever a secagem da polpa de bocaiuva, que pode ser verificada por meio do coeficiente de determinação ( $R^2 > 0,97$ ) e erro inferior a 10 % para as duas temperaturas. Como pode ser visto na Tabela 4, o valor da difusividade efetiva aumentou com o aumento da temperatura, o que era esperado, uma vez que temperaturas mais elevadas removem a água mais rapidamente. O mesmo foi observado por Santos *et al.* (2010) para carambola.

#### 4.1.4 Conclusões

O rendimento da polpa de bocaiuva demonstra ser uma fruta com potencial comercial.

O modelo matemático exponencial de dois termos demonstrou ser o mais adequado para o ajuste das curvas de secagem para as polpas fresca e pré-tratada osmoticamente,

desidratadas a 70 ° C, apresentando o menor tempo de secagem e erro relativo médio de 0,64 % a 9,15 %, respectivamente.

Para as amêndoas, sob as condições estudadas, o modelo de Page proporcionou um bom ajuste para as curvas de secagem, com erros de 2,88 % a 3,67 %. A temperatura de 70 ° C apresentou tempo menor de secagem.

A polpa fresca de bocaiuva teve maior taxa de secagem que as polpas pré-desidratadas osmoticamente.

#### 4.1.5 Referências

Abe T, Afzal TM. Thin-layer in infrared radiation drying of rough rice. *J Agric Eng Res.* 1997; 67(4):289-97.

Almeida SP, Proença CEB, Sana SM, Ribeiro JF. *Cerrado: espécies vegetais úteis*. Planaltina: Embrapa-CPAC; 1998.

AOAC. *Official methods of analysis*, 16 ed. Washington DC, USA: Association of Official Analytical Chemists; 1995.

Azoubel PM, El-Aouar AA, Tonon RV, Kurozawa LE, Antonio GC, Murr FEX, Park KJ. Effect of osmotic dehydration on the drying kinetics and quality of cashew apple. *Int J Food Sci Technol.* 2009; 44(5): 980-6.

Baroni AF, Hubinger MD. Drying of onion: effects of pretreatments on moisture transport. *Dry Technol.* 1998; 16(9):2083-94.

Barrozo MAS, Murata VV, Costa SM. The drying of soybean seeds in countercurrent and concurrent moving bed dryers. *Dry Technol.* 1998; 16(9):2033-47.

Dionello RG, Berbert PA, Molina MAB, Pereira RC, Viana AP, Carlesso VO. Secagem de fatias de abacaxi in natura e pré-desidratadas por imersão-impregnação: cinética e avaliação de modelos. *Cienc Tecnol Aliment.* 2009; 29(1): 232-40.

Doymaz I. Effect of dipping treatment on air drying of plums. *J Food Eng.* 2004; 64(4):465-70.

Henderson SM, Pabis S. Grain drying theory I: temperature effect on drying coefficient. *J Agric Eng Res.* 1961; 6(3): 169-74.

Kashaninejad M, Mortazavi A, Safecordi A, Tabil LG. Thin-layer drying characteristics and modeling of pistachio nuts. *J Food Eng.* 2007; 78(1):98-108.

Mandala IG, Anagnostaras EF, Oikoomou CK. Influence of osmotic dehydration conditions on apple air-drying kinetics and their quality characteristics. *J Food Eng.* 2005; 69(3): 307-16.

Ozdemir M, Devres YO. The thin-layer drying characteristics of hazelnuts during roasting. *J Food Eng.* 1999; 42(4): 225-33.

Page GE. Factors influencing the maximum of air drying shelled corn in thin layer. Indiana: Purdue University; 1949.

Park KJ, Bin A, Brod FPR. Drying of pear d'Anjou with and without osmotic dehydration. J Food Eng. 2002; 56(1):97-103.

Ramos MIL, Ramos Filho MM, Hiane PA, Braga Neto JÁ, Siqueira EMA. Qualidade nutricional da polpa da bocaiuva *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Cienc Tecnol Aliment. 2008; 28(supl):90-4.

Sanjinez-Argandoña EJ, Cunha RL, Hubinger MD. Evaluation of total carotenoids and ascorbic acid in osmotic pretreated guavas during convective drying. Ital J Food Sci. 2005; 17(3):305-14.

Sanjinez-Argandoña EJ, Branco IG, Bittencourt TU, Munhoz CL. Influência da geometria e da temperatura na cinética de secagem de tomate (*Lycopersicon esculentum*). Cienc Tecnol Aliment. 2011; 31(2):308-12.

Sanjinez-Argandoña EJ, Chuba CAM. Caracterização biométrica, física e química de frutos da palmeira bocaiuva *Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd. Rev Bras Frutic. 2011; 33(3):1023-28.

Santos CT, Bonomo RF, Chaves MA, Fontan RCI, Bonomo P. Cinética e modelagem da secagem de carambola (*Averrhoa carambola* L.) em secador de bandeja. Acta Sci, Technol. 2010; 32(3):309-13.

Silva MR, Lacerda DBCL, Santos GG, Martins DMO. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. Cienc Rural. 2008; 38(6):1790-93.

Vera R, Naves RV, Nascimento JL, Chaves LJ, Leandro WM, Souza ERB. Caracterização física de frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) no Estado de Goiás. *Pesqui Agropecu Trop.* 2005; 35(2):71-79.

Wang CY, Singh RP. Use of variable equilibrium moisture content in modeling rice drying. ASAE Paper, 78-6505, ASAE, St Joseph-MI; 1978.

## 4.2 Avaliação nutricional dos frutos de bocaiuva (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd.). Aliment. Nutr. (submetido em jun/2012)

### 4.2.1 Introdução

O Cerrado brasileiro é considerado um dos *hotspot* mundial de biodiversidade de plantas frutíferas nativas ou adaptadas com potencial promissor para o aproveitamento agroindustrial. Os frutos das espécies nativas do Cerrado são considerados exóticos e apresentam atrativos sensoriais como cor, sabor e aroma peculiares, ainda pouco explorados comercialmente (OLIVEIRA-FILHO; MEDEIROS, 2008; SILVA *et al.*, 2008) e relativamente pouco conhecidos pela ciência (AQUINO *et al.*, 2008). O aproveitamento tecnológico de espécies frutíferas nativas pode constituir fonte de alimentos para o país (RAMOS *et al.*, 2008).

A bocaiuva (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd) é um fruto que apresenta potencial de aproveitamento tecnológico alimentício. É comercializada principalmente *in natura* em mercados locais. O fruto, também conhecido por macaúba, pertence à família Arecaceae (AQUINO *et al.*, 2008), sendo encontrada em quase todo o Brasil, no Estado de Mato Grosso do Sul predomina nos campos abertos (LORENZI, 2006). A polpa contém quantidade significativa de lipídeos, cálcio e fibra alimentar e a amêndoa possui considerável quantidade de proteínas, lipídeos, fibras e minerais (HIANE *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2008). Embora o fruto possua elevado teor de proteínas, as propriedades antinutricionais ainda são pouco estudadas.

As proteínas de reserva, como as lectinas e os inibidores de proteases, encontradas principalmente nas sementes das plantas, têm sido estudados em leguminosas, como o feijão, a soja e o amendoim, e em cereais, como o trigo e a cevada (SGARBIERI, 1996). Nas plantas, essas proteínas estão associadas ao mecanismo de defesa, apresentando propriedades bactericida, fungicida e inseticida (FREIRE *et al.*, 2002). Na dieta humana ou animal são conhecidos como fatores antinutricionais, podendo provocar efeitos fisiológicos adversos ou diminuir a biodisponibilidade de nutrientes (SGARBIERI, 1996).

Os inibidores de proteases são proteínas de ampla distribuição no reino vegetal, capazes de inibir as atividades da tripsina, quimo tripsina, amilase e carboxipeptidase; as

lectinas, por sua vez, são proteínas não pertencentes ao sistema imunológico, porém capazes de reconhecer sítios específicos em moléculas e ligar-se reversivelmente a carboidratos, sem alterar a estrutura covalente das ligações glicosídicas dos sítios (SGARBIERI, 1996).

A avaliação das proteínas nos alimentos tem influência direta sobre o seu uso e a sua aceitabilidade, pois está relacionada com a qualidade e a segurança no contexto da Saúde Pública e da Nutrição (HIANE *et al.*, 2006). Diante disso, o objetivo deste trabalho foi determinar a composição química e os fatores antinutricionais de frutos de bocaiuva.

#### 4.2.2 Material e métodos

##### 4.2.2.1 Amostra dos frutos

Os frutos de bocaiuva foram provenientes do município de Vicentina, Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil (22° 27' 32,69'' S latitude e 54° 25' 42,24'' W Gr longitude). Os frutos foram coletados no período de outubro a dezembro de 2009 e foram lavados, sanitizados com dicloro s-triazinatriona sódica di-hidratada (Sumaveg®) na concentração de 0,66 % por 10 min. Em seguida, os frutos foram descascados e despulpados manualmente. Os tegumentos foram quebrados com uso de uma morsa e as amêndoas foram retiradas manualmente. A polpa do fruto foi desidratada em secador de bandejas com fluxo de ar a 45 °C por aproximadamente 8 h. A polpa desidratada e a amêndoa foram trituradas e tamisadas em peneira com abertura de malha de 60 mesh.

Parte da farinha da amêndoa da bocaiuva foi delipidada com éter de petróleo, posteriormente, homogeneizada em solução tampão fosfato pH 7,6, sob agitação durante 2 h a temperatura ambiente. A solução foi centrifugada a 17000 x g durante 30 min, o sobrenadante foi dialisado contra água destilada durante 24 h e liofilizado para a realização das análises posteriores.

#### 4.2.2.2 Composição centesimal

As análises da composição centesimal da polpa desidratada e da amêndoa da bocaiuva foram realizadas em triplicata de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005). A análise da umidade foi realizada em estufa a 105 °C até peso constante. A análise do resíduo mineral fixo foi realizada por incineração em mufla a 550 °C. O teor de lipídeos totais foi determinado por extração com éter etílico em aparelho de Soxhlet. A proteína foi determinada pelo conteúdo de nitrogênio total, segundo método do micro Kjeldahl e o fator de 6,25 usado para a conversão do teor de nitrogênio em proteína bruta. Os carboidratos foram determinados pelo método de Lane-Eynon baseado na redução do cobre. O teor de fibra alimentar foi determinado pelo método enzimico-gravimétrico. O valor energético total proveniente dos nutrientes foi expresso em quilocalorias (kcal), estimada a partir dos fatores de conversão de Atwater:  $\text{kcal} = (4 \times \text{g proteína}) + (4 \times \text{g carboidratos}) + (9 \times \text{g lipídios})$  (MERRIL; WATT, 1973).

A quantificação das proteínas solúveis do material liofilizado da amêndoa de bocaiuva foi estimada pelo método de Bradford (BRADFORD, 1976), utilizando albumina sérica bovina (BSA) como padrão. A leitura das absorbâncias foi realizada em espectrofotômetro Spectrum UV a 595 nm.

#### 4.2.2.3 Fatores antinutricionais

As análises de antinutrientes foram realizadas somente para a amêndoa de bocaiuva. As atividades inibitórias foram realizadas por meio de ensaio enzimático com tripsina bovina e o substrato N $\alpha$ -benzoil-DL-arginina-paranitroanilida (BApNA) e quimotripsina pancreática bovina e o substrato N-benzoil-L-tirosina-paranitroalida (BTpNA). A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 410 nm (MACEDO *et al.*, 2003).

Os ensaios de hemaglutinação (lectina) foram realizados em placas de microtitulação U, utilizando diluições seriadas de 50µL de 0,15M NaCl, 50 µL dos extratos totais e 50 µL de suspensão a 2% de eritrócitos humanos do tipo A (FREIRE *et al.*, 2002).

#### 4.2.2.4 Eletroforese em gel de poliacrilamida/ poliacrilamida-dodecilsulfato de sódio

A análise do perfil proteico foi realizada somente para a amêndoa da bocaiuva segundo Laemmli (1970). Utilizou-se marcador padrão de massas moleculares variando de 15 a 150 kDa.

#### 4.2.2.5 Composição de Aminoácidos

As análises de aminoácido foram conduzidas em analisador de aminoácidos PicoTag (Waters) como descrito por Henrikson e Meredith (1984). O material liofilizado da polpa e da amêndoa de bocaiuva foi hidrolisada com 6 M HCl/ fenol 1 % a 106 °C durante 24 h. O hidrolisado reagiu com 20 µL de solução de derivação (metanol: trietilamina: água: fenilisotiocianato, 7:1:1:1, v/v) por 1 h a temperatura ambiente. Após derivatização na pré-coluna, os aminoácidos foram identificados em coluna de HPLC em fase reversa, comparando-se os tempos de retenção dos aminoácidos da amostra com os dos padrões (Pierce). Resíduos de cisteína foram quantificados como ácido cistéico. Com os valores da composição em aminoácidos foi estimado o escore de aminoácidos essenciais (EAE), conforme Equação 1.

$$EAE (\%) = \frac{\text{aminoácido mais limitante na proteína teste}}{\text{mesmo aminoácido no padrão de referência FAO/WHO}} \times 100 \quad \text{Eq (1)}$$

#### 4.2.2.6 Conteúdo de minerais

O conteúdo de minerais foi determinado por meio de digestão ácida em ácido nítrico concentrado de acordo com Salinas e Garcia (1985). Os teores de cálcio, magnésio, ferro, manganês, zinco e cobre foram determinados em espectrofotômetro de absorção atômica com acetileno comprimento de onda e split de 422,7 nm e 0,7 mm, 285,2 nm e 0,7 mm; 248,3 nm e 0,2 mm; 279,5 nm e 0,2 mm; 213,9 nm e 0,7 mm; 324,7 nm e 0,7 mm, respectivamente. Os teores de sódio e de potássio foram determinados por fotômetro de chama nos comprimentos de onda de 589 nm e 768 nm, respectivamente. O teor de fósforo foi determinado em espectrofotômetro de luz visível no comprimento de onda de 420 nm.

#### 4.2.2.7 Análise estatística

Os resultados das análises químicas foram expressos através de média e desvio padrão e foram submetidos à análise de variância (ANOVA).

#### 4.2.3 Resultados e discussão

Os valores encontrados na composição centesimal para polpa e amêndoa de bocaiuva estão apresentados na Tabela 5.

A polpa da bocaiuva apresentou-se rica em lipídeos, em carboidratos e em fibras, fornecendo aproximadamente 418,74 kcal.100 g<sup>-1</sup> o que corresponde a 21 % das necessidades calóricas de um adulto com dieta de 2000 kcal e 81 % das necessidades de fibra alimentar (BRASIL, 2003). A polpa também apresentou teor elevado de minerais, representado pelo resíduo mineral fixo. Comparando-se com os valores reportados por Ramos *et al.* (2008) para a polpa de bocaiuva, o teor de lipídeos foi inferior (17,31 g.100 g<sup>-1</sup> em base seca) e o teor de açúcares totais foi superior (20,29 g.100 g<sup>-1</sup> em base seca), com isso o valor calórico também

ficou inferior (356,67 kcal. 100 g<sup>-1</sup> em base seca). Silva *et al.* (2008) reportou para a polpa de bocaiuva valores de proteínas e açúcares (4,20 e 53,38 g.100 g<sup>-1</sup> em base seca, respectivamente) superiores ao deste trabalho e valor de lipídeos inferior (22,73 g.100 g<sup>-1</sup> em base seca). A diferença entre frutos de mesma espécie, mas de diferentes regiões, é explicada pela influência que o solo, a adubação, o clima e outros fatores ambientais exercem na sua composição.

Tabela 5 – Composição nutricional de polpa e amêndoa de bocaiuva (g.100g<sup>-1</sup>).

Componentes <sup>1</sup>	Polpa	Amêndoa
Umidade	49,20 ± 0,11	12,1 ± 0,01
Proteína	3,34 ± 0,01	15,80 ± 0,01
Lipídeos	30,38 ± 0,33	55,55 ± 0,66
Cinzas	3,26 ± 0,02	2,00 ± 0,50
Açúcares totais em glicose	9,31 ± 0,14	1,11 ± 0,03
Amido em glicose	23,65 ± 0,46	6,48 ± 0,38
Fibras	24,30 ± 1,07	15,57 ± 0,50
Valor calórico total (kcal.100 g <sup>-1</sup> )	418,74 ± 0,24	593,71 ± 0,27

<sup>1</sup>Valores expressos em base seca, exceto para a umidade. Dados apresentados como média ± desvio padrão.

Os componentes majoritários para a amêndoa de bocaiuva foram proteína, lipídeos e fibras. Hiane *et al.* (2006) reportou valores semelhantes aos encontrados neste estudo para amêndoa de bocaiuva, apresentando apenas teor de umidade inferior (6,5 g.100 g<sup>-1</sup>). O valor calórico da amêndoa de bocaiuva foi semelhante ao encontrado por Lima *et al.* (2007) para a amêndoa de pequi. Em amêndoas de *Acrocomia intumescens* (BORA; ROCHA, 2004) foram reportados valores inferiores ao deste estudo para proteínas e lipídeos (8,92 e 51,68 g.100 g<sup>-1</sup> em base seca).

A amêndoa de bocaiuva tem com alto teor de proteína, pois apresenta aproximadamente 21% da ingestão diária recomendada (IDR) por 100g em todos os segmentos: adultos, crianças, lactentes, gestantes e lactantes (BRASIL, 1998).

Um alimento é considerado com alto teor de fibra quando contém acima de 6,0 g.100 g<sup>-1</sup> e como fonte quando seu teor está acima de 3,0 g.100 g<sup>-1</sup>; portanto as amêndoas de

bocaiuva podem ser consideradas com alto teor de fibra, além de contribuir com mais de 50 % da ingestão diária recomendada (BRASIL, 1998).

O consumo de polpa e da amêndoa de bocaiuva pode trazer benefícios à saúde da população, uma vez que o consumo regular de fibra alimentar na dieta está relacionado com a redução do risco de diversas patologias (MICHELS *et al.*, 2005).

As frações da bocaiuva (polpa e amêndoa) podem contribuir, em proporções consideráveis, com a ingestão dietética recomendada, podendo ser utilizados no processamento de alimentos, agregando valor ao produto final.

Os conteúdos de proteínas, determinados pelo método de Bradford (1976), da amostra liofilizada foi de 90 % para a amêndoa, indicando que a amêndoa é rica em proteína solúvel. Os fatores antinutricionais foram determinados somente para a amêndoa, pois a polpa apresentou baixo conteúdo de proteínas.

A qualidade da proteína é afetada por fatores antinutricionais que interagem com células do trato intestinal, tais como os inibidores de proteases e lectinas, que reduzem a digestibilidade da proteína e a absorção de aminoácidos. Salvo se destruídas ou inativadas pelo calor ou por algum outro tratamento adequado, essas substâncias podem exercer efeitos fisiológicos adversos quando ingeridas pelo homem e animais (SGARBIERI, 1996). No presente estudo, não foram observadas inibição ou hemaglutinação da amostra testada, revelando níveis não detectáveis de inibidores de tripsina, quimotripsina e lectina. Este é um resultado relevante, pois sementes de leguminosas como as da soja contêm níveis altos de inibidores de proteases, e tem sido verificada em modelos animais de experimentação a diminuição do crescimento, a hipertrofia e hiperplasia pancreática (GARCIA *et al.*, 2004). A maioria destes compostos inibem as enzimas digestivas e podem reagir com aminoácidos essenciais, limitando o uso de sementes inteiras em produtos alimentícios. As lectinas se ligam à mucosa intestinal, prejudicando a digestão e a absorção dos nutrientes, o que reduz a digestibilidade da proteína, inibindo as enzimas digestivas (VALLILO *et al.*, 1998). Hiane *et al.* (2006) avaliaram as frações de globulina e glutelina da amêndoa de bocaiuva e também não encontraram atividade inibitória de proteases e a atividade hemaglutinante foi muito baixa. Denadai *et al.* (2007) em amêndoas de sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.) e Silva e Fernandes (2011) em amêndoas cruas e torradas de chichá (*Sterculia striata* A. St. Hill & Naudin) obtiveram resultados semelhantes ao do presente estudo.

De acordo com a Figura 9, a amêndoa de bocaiuva apresenta diferentes polipeptídeos que abrangem uma ampla faixa de massas moleculares, sendo a maior concentração em torno de 75 kDa.

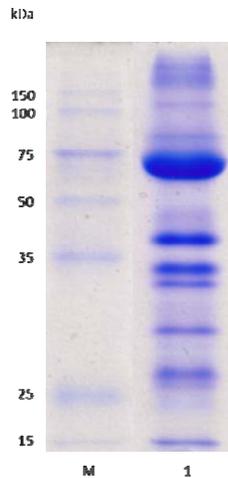


Figura 9 – Perfil eletroforético em SDS-PAGE. M: marcador de massa molecular. 1: material liofilizado de amêndoa de bocaiuva.

A composição de aminoácidos da polpa e da amêndoa de bocaiuva, os requerimentos mínimos estabelecidos para escolares e adultos (FAO, 1991) e o escore de aminoácidos encontram-se na Tabela 6. A polpa e a amêndoa de bocaiuva são ricas em ácido aspártico e glutâmico e arginina. Valores semelhantes foram encontrados por Amaya-Farfan *et al.* (1986), Bora *et al.* (2001) e Bora e Rocha (2004) para palmeiras *Astocaryum acaule* Mart, *Astocaryum vulgare* Mart e *Acrocomia intumescens*, respectivamente. Outros aminoácidos não essenciais como a alanina, glicina, prolina e serina também apresentaram boas concentrações.

Em relação aos aminoácidos essenciais, a polpa apresentou melhor perfil, pois possui todos os aminoácidos essenciais em quantidades superiores das recomendadas pela FAO (1991), com exceção do triptofano que não foi determinado neste trabalho. Outros trabalhos com frutos de palmeiras *Astocaryum tucuma* Mart, *Astocaryum vulgare* Mart, *Acrocomia intumescens* e *Syagrus oleracea* Mart, as polpas dos frutos continham grandes quantidades de aminoácidos essenciais (BORA *et al.*, 2001; BORA; MOREIRA, 2003; BORA; ROCHA, 2004; HALL *et al.*, 1980).

A amêndoa de bocaiuva apresentou a treonina e a isoleucina como primeiro e segundo aminoácidos limitantes, os outros aminoácidos essenciais apresentaram concentrações maiores que as recomendadas pela FAO (1991). Em amêndoas de *Acrocomia intumescens* (BORA; ROCHA, 2004), foram encontradas somente isoleucina e fenilalanina em quantidades recomendadas pela FAO (1991), sendo deficiente no restante dos aminoácidos essenciais. Por sua vez, as amêndoas de *Syagrus oleracea* Mart (BORA; MOREIRA, 2003) foram deficientes apenas em isoleucina, fenilalanina e treonina.

Tabela 6 – Perfil dos aminoácidos da polpa e da amêndoa de bocaiuva, em mg.g<sup>-1</sup> de proteína.

Aminoácidos	Polpa	Amêndoa	FAO	
			Escolar	Adulto
Ácido aspártico	106,5	56,0		
Ácido glutâmico	95,2	208,3		
Serina	59,3	56,1		
Glicina	74,8	94,1		
Histidina	27,3	19,2	16	15
Arginina	78,9	130,0		
Treonina	50,2	17,6	25	23
Alanina	33,4	65,3		
Prolina	91,9	52,1		
Fenilalanina + tirosina	119,3	50,1	41	38
Valina	47,5	57,9	40	39
Metionina + cisteína	125,9	28,9	24	22
Isoleucina	41,2	26,8	31	30
Leucina	67,3	59,5	61	59
Lisina	58,5	78,1	48	45
Escore limitante escolar (%)	-	70,4		
Escore limitante adulto (%)	-	76,5		
Aminoácido limitante escolar	-	Treonina		
Aminoácido limitante adulto	-	Treonina		

Fonte: FAO (1991)

Os frutos da bocaiuva podem ser utilizados na formulação de produtos alimentícios com alta qualidade proteica em associação com outras fontes de proteína.

O conteúdo de minerais da polpa e da amêndoa de bocaiuva encontra-se na Tabela 7.

Tabela 7 – Conteúdo de minerais (mg.100 g<sup>-1</sup> amostra seca) da polpa e da amêndoa da bocaiuva.

Minerais	Polpa	Amêndoa
Cálcio (Ca)	324,61 ± 3,11	170,65 ± 0,23
Magnésio (Mg)	219,90 ± 2,15	250,28 ± 2,78
Fósforo (P)	41,88 ± 0,20	113,77 ± 0,91
Potássio (K)	1654,45 ± 10,34	386,81 ± 5,91
Sódio (Na)	4,18 ± 0,01	9,35 ± 0,31
Ferro (Fe)	3,91 ± 0,01	6,08 ± 0,22
Manganês (Mn)	0,64 ± 0,01	2,46 ± 0,01
Zinco (Zn)	12,60 ± 0,02	4,46 ± 0,04
Cobre (Cu)	0,75 ± 0,01	2,45 ± 0,01

Um alimento é considerado com alto teor de minerais quando contém no mínimo 30 % da ingestão diária recomendada (IDR) de referência em 100 g de alimento sólido e como fonte quando seu teor é no mínimo de 15 % (BRASIL, 1998). Assim, a polpa de bocaiuva possui alto teor de cálcio, magnésio, zinco e cobre e é fonte de ferro e manganês (Tabela 7). A amêndoa, por sua vez, tem alto teor de magnésio, ferro, manganês, zinco e cobre e é fonte de cálcio e fósforo. Os frutos da bocaiuva podem contribuir em proporções consideráveis com a ingestão dietética recomendada, sendo fontes alternativas de nutrientes.

Oliveira *et al.* (2010) encontraram para a polpa do pequi teores de cálcio, magnésio, fósforo, potássio, ferro e zinco inferiores ao do presente trabalho e valores de cobre e manganês superiores. Silva *et al.* (2008) reportaram para a polpa de bocaiuva valores de cálcio, zinco e ferro inferiores aos obtidos neste trabalho, Ramos *et al.* (2008) encontraram para a polpa de bocaiuva valores inferiores para cálcio fósforo, potássio e zinco, e valores superiores ao deste trabalho para ferro, manganês e cobre. Oliveira *et al.* (2006) ao avaliar a polpa de bocaiuva determinaram valores de cálcio, potássio, manganês e cobre superiores e valores de ferro e zinco superiores ao desta pesquisa. A diferença entre frutos de mesma espécie e em diferentes regiões pode ser explicada pela influência que os fatores ambientais exercem na composição dos mesmos.

Em amêndoas de baru, Vera *et al.* (2009) reportaram valores de cálcio, potássio, ferro e manganês superiores aos da amêndoa de bocaiuva e magnésio, cobre e zinco superiores. Oliveira *et al.* (2010) apresentaram valores de cálcio, cobre, ferro e zinco inferiores ao presente trabalho e magnésio, fósforo, potássio e manganês superiores. Para amêndoas de

bocaiuva de Hiane *et al.* (2006) somente o fósforo apresentou valores superiores e os outros minerais valores inferiores a esta pesquisa.

#### 4.2.4 Conclusão

As frações polpa e amêndoa de bocaiuva mostram ser potenciais fontes de elementos nutritivos.

A polpa da bocaiuva apresenta-se rica em lipídeos, em carboidratos e em fibras.

A amêndoa de bocaiuva possui alto teor de proteínas, lipídeos e fibras.

Não foram encontrados inibidores de tripsina e quimotripsina e presença de lectinas na amêndoa de bocaiuva.

Em relação aos aminoácidos essenciais, a polpa possui todos os aminoácidos essenciais em quantidades superiores das recomendadas.

A amêndoa de bocaiuva apresenta a treonina e a isoleucina como primeiro e segundo aminoácidos limitantes.

Os teores de minerais encontrados indicam que a polpa de bocaiuva possui alto teor de cálcio, magnésio, zinco e cobre e é fonte de ferro e manganês.

A amêndoa contém alto teor de magnésio, ferro, manganês, zinco e cobre e é fonte de cálcio e fósforo.

#### 4.2.5 Referências

Amaya-Farfan J, Rodrigues-Amaya DB, Noleto Cruz P, Marques EP. Fatty acid and amino acid composition of some indigenous fruits of Northeastern Brazil. *Cienc Tecnol Aliment.* 1986; 6(1):86-92.

Aquino FG, Ribeiro JF, Gulias APS, Oliveira MC, Barros CJS, Hayes KM, Silva MR. Uso sustentável das plantas nativas do Cerrado: oportunidades e desafios. In: Parron LM, Aguiar LMS, Duboc E, Oliveira-Filho EC, Camargo AJA, Aquino FG. Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável. Planaltina: Embrapa Cerrados; 2008. p. 95-123.

Bora PS, Narain N, Rocha RVM, Monteiro AC, Oliveira RA. Characterization of the oil and protein fractions of Tucuma (*Astrocaryum vulgare* Mart) fruit pulp and seed kernels. Cienc Tecnol Aliment. 2001; 3(2):111-16.

Bora PS, Moreira VRR. Catolé palm (*Syagrus oleracea* Mart) fruits: fatty and amino acids composition. Grasas Aceites. 2003; 54(2):145-50.

Bora PS, Rocha RVM. Macaiba palm: fatty and amino acids composition of fruits. Cienc Tecnol Aliment. , 2004; 4(3):158-62.

Bradford MM. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein using the principle of protein-dye binding. Anal Biochem. 1976; 72:248-54.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998: Regulamento Técnico sobre a Informação Nutricional Complementar.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução-RDC nº 360 de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre o regulamento técnico de rotulagem nutricional de alimentos embalados.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Brasília: Ministério da Saúde; 2005.

Denadai SMS, Hiane P, Marangoni S, Baldasso PA, Miguel AMRO, Macedo MLR. In vitro digestibility of globulins from sapucaia (*Lecythis pisonis* Camb.) nuts by mammalian digestive proteinases. Cienc Tecnol Aliment. 2007; 27(3):535-43.

FAO/WHO. Report of a joint FAO/WHO expert consultation held in Bethesda, MD, USA. Dec 1989. Protein quality evaluation. FAO/Rome/Italy; 1991.

Freire MGM, Gomes VM, Corsini RE, Macedo MLR. Isolation and partial characterization of a novel lectin from *Talisia esculenta* seeds that interferes with fungal growth. Plant Physiol Biochem. 2002; 40:61-68.

Garcia VA, Freire MG, Novello JC, Marangoni S, Macedo MLR. Trypsin inhibitor from *Poecilanthe parviflora* seeds: purification, characterization, and activity against pest proteases. Protein J. 2004; 23(5):343-50.

Hall NT, Smoot JM, Knight Junior RJ, Nagy S. Protein and amino acid composition of ten tropical fruits by gas-liquid chromatography. J Agric Food Chem. 1980; 28(6):1217-21.

Henrikson RL, Meredith, SC. Amino acid analysis by reverse phase high performance liquid chromatography: precolumn derivatization with phenylisothiocyanate. Anal Biochem. 1984; 136(1):65-74.

Hiane PA, Baldasso PA, Marangoni S, Macedo MLR. Chemical and nutrition evaluation of kernels of bocaiuva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Cienc Tecnol Aliment. 2006; 26(3): 683-89.

Laemmli UK. Cleavage of structural proteins during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature. 1970; 227(5259):680-5.

Lima A, Silva AMO, Trindade RA, Torres RP, Mancini-Filho, J. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.). Rev Bras Frutic. 2007; 29(3):695-8.

Lorenzi GMAC. *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. - Arecaceae: bases para o extrativismo sustentável [Tese]. Curitiba: Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná; 2006.

Macedo MLR, Freire MGM, Cabrini EC, Toyama MH, Novello JC, Marangoni S, Matos DGG. A trypsin inhibitor from *Peltophorum dubium* seeds active against pest proteases and its effects on the survival of *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae). Biochim Biophys Acta. 2003; 1621(2):170-82.

Merril AL, Watt BK. Energy value of foods: basis and derivation. Washington: United States Department of Agriculture;1973.

Michels KB, Fuchs CS, Giovannucci E, Colditz GA, Hunter DJ, Stampfer MJ, Willett WC. Fiber intake and incidence of colorectal cancer among 76,947 women and 47,279 men. Cancer Epidemiol Biomark Prev. 2005; 14(4):842-9.

Oliveira MEB, Guerra NB, Maia AHN, Alves RE, Matos NMS, Sampaio FGM, Lopes MMT. Características químicas e físico-químicas de pequis da chapada do Araripe, Ceará. Rev Bras Frutic. 2010; 32(1):114-25.

Oliveira AL, Almeida E, Silva FBR, Nascimento Filho VF. Elemental contents in exotic brazilian tropical fruits evaluated by energy dispersive X-ray fluorescence. Sci. Agric. 2006; 63(1):82-4.

Oliveira-Filho EC, Medeiros FNS. Ocupação humana e preservação do ambiente: um paradoxo para o desenvolvimento sustentável. In: Parron LM, Aguiar LMS, Duboc E, Oliveira-Filho EC, Camargo AJA, Aquino FG. Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável. Planaltina: Embrapa Cerrados; 2008. p. 33-61.

Ramos MIL, Ramos Filho MM, Hiane PA, Braga Neto JÁ, Siqueira EMA. Qualidade nutricional da polpa da bocaiuva *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Cienc Tecnol Aliment. 2008; 28(supl):90-4.

Salinas YG, Garcia R. Métodos químicos para el análisis de suelos ácidos y plantas forrajeras. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical; 1985.

Sgarbieri VC. Proteínas em alimentos proteicos: propriedades - degradações - modificações. São Paulo: Varela; 1996.

Silva AGM, Fernandes KF. Composição química e antinutrientes presentes nas amêndoas cruas e torradas de chichá (*Sterculia striata* A. St. Hill & Naudin). Rev Nutr. 2011; 24(2): 305-14.

Silva MR, Lacerda DBCL, Santos GG, Martins DMO. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. Cienc Rural. 2008; 38(6):1790-93.

Vallilo MI, Tavares M, Aueda-Pimentel S, Badolato ESG, Inomata EI. Caracterização química parcial de *Lecythis pisonis* Camb. (sapucaia). Acta Amazon. 1998; 28(2):131-40.

Vera R, Soares Junior MS, Naves RV, Souza ERB, Fernandes EP, Caliari M, Leandro WM. Características químicas de amêndoas de barueiros (*Dipteryx alata* Vog.) de ocorrência natural no Cerrado do Estado de Goiás, Brasil. Rev Bras Frutic. 2009, 31(1):112-18.

### **4.3 Elaboração de barra de cereal de bocaiuva: avaliação física, nutricional, microbiológica e sensorial. Acta Sci., Technol. (aceito em jan/2013) (ANEXO C)**

#### 4.3.1 Introdução

A bocaiuva (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd) é um fruto do Cerrado que apresenta potencial de aproveitamento tecnológico alimentício. É comercializada principalmente *in natura* em mercados locais. O fruto, também conhecido por macaúba, pertence à família Arecaceae e é encontrado em quase todo o Brasil, no Estado de Mato Grosso do Sul predomina nos campos abertos (AQUINO *et al.*, 2008; LORENZI, 2006). A polpa e amêndoa dos frutos apresentam alto teor de proteínas, lipídeos, fibras e minerais (HIANE *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2008). Além da possibilidade de exploração para consumo *in natura*, a bocaiuva pode ser explorada pela agroindústria na elaboração de diversos produtos.

O aproveitamento de frutos regionais, juntamente com a possibilidade de preservação das espécies nativas do bioma Cerrado, justifica a investigação do seu uso como ingrediente na formulação de novos produtos alimentícios, pois além de agregar valor ao fruto e ao produto, contribui para a valorização dos hábitos alimentares locais proporcionando produtos alternativos nutritivos com sabor característico. Assim, o uso da polpa e da amêndoa de bocaiuva em produtos de grande aceitabilidade como as barras de cereais, torna-se atrativa. Estes produtos apresentam praticidade de consumo, atendem parte das necessidades nutricionais diárias dos indivíduos e contribuem com benefícios para a saúde em função do alto conteúdo de fibras alimentares (FREITAS; MORETTI, 2006).

Barras de cereais são produtos obtidos da compactação de cereais, contendo frutas secas, castanhas, aromas e ingredientes ligantes. Os ingredientes geralmente utilizados na formulação das barras de cereais são misturas de cereais, frutas secas e castanhas, xarope de milho, mel, açúcar, lecitina e aromas. Dentre os cereais, a aveia (*Avena sativa* L.) é a mais amplamente utilizada na formulação de barras de cereais devido ao seu teor e qualidade proteica, predominância de ácidos graxos insaturados e composição de fibras alimentares (KARAM *et al.*, 2001).

Considerando que o consumo de barras de cereais vem conquistando grande importância nos últimos tempos, assim como o interesse dos consumidores por alimentos

funcionais (BOWER; WHITTEN, 2000), o objetivo deste trabalho foi elaborar barras de cereal com polpa e amêndoa de bocaiuva, determinar a qualidade nutricional e avaliar a sua aceitabilidade.

#### 4.3.2 Material e métodos

##### 4.3.2.1 Material

Os frutos da bocaiuva foram coletados no sítio Estância Primavera (22° 27' 32,69'' S latitude e 54° 25' 42,24'' W Gr longitude) na Linha do Potreirito, município de Vicentina, Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil, durante os meses de outubro a dezembro de 2009.

Para a elaboração das barras de cereal e do xarope para a desidratação osmótica foram utilizados ingredientes comerciais adquiridos no comércio local de Campo Grande, Estado de Mato Grosso do Sul. Foram utilizados aveia em flocos normal e farelo de aveia (Natubom®), glicose (Yoki®), açúcar mascavo (Natubom®), lecitina de soja (Bunge®) e açúcar cristal (Estrela®).

##### 4.3.2.2 Preparação dos frutos

Os frutos foram lavados, sanitizados por imersão em solução de 0,66 % de dicloro s-triazinatriona sódica di-hidratada (Sumaveg®) durante 10 min. Em seguida, os frutos foram descascados e despulpados manualmente com o uso de faca inoxidável e os tegumentos quebrados com o auxílio de uma morsa para a retirada das amêndoas.

A polpa dos frutos foi desidratada osmoticamente em solução de 60 % de sacarose, a 40 °C, durante um período de 2 h. A proporção de fruto/solução utilizada foi de 1:5 (SANJINEZ-ARGANDOÑA *et al.*, 2005). Em seguida a polpa desidratada osmoticamente e

as amêndoas foram secas em secadora de bandejas com fluxo de ar a  $0,5 \text{ m.s}^{-1}$  a  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  durante 2 h.

#### 4.3.2.3 Elaboração das barras de cereal

Foram elaboradas duas formulações de barra de cereal de bocaiuva, conforme a Tabela 8. Na formulação B, além do xarope de glicose, adicionou-se a solução de sacarose que foi utilizada na desidratação osmótica de polpa de bocaiuva, a fim de realçar o sabor da fruta.

Tabela 8 – Formulações das barras de cereal de bocaiuva

Ingredientes <sup>1</sup>	Formulação A	Formulação B
Glicose de milho	42,2	31,7
Solução de sacarose a 60 %	Não contém	10,5
Aveia em flocos	21	21
Farelo de aveia	9,7	9,7
Polpa de bocaiuva	12,7	12,7
Amêndoa de bocaiuva	12,7	12,7
Açúcar mascavo	1,3	1,3
Lecitina de soja	0,4	0,4
Total	100 %	100 %

<sup>1</sup> Em porcentagem.

Os flocos e o farelo de aveia foram misturados e aquecidos. Em seguida foram adicionadas a lecitina de soja, a polpa e a amêndoa de bocaiuva, a glicose de milho e o açúcar mascavo, coccionado em calor seco ( $90 \text{ }^\circ\text{C}$ ) por 5 min até a obtenção de uma massa homogênea. A massa foi adicionada em forma de alumínio forrada com filme plástico. A massa ainda quente foi levemente prensada com espátula de polietileno até a espessura de 1,0 cm, com posterior corte de 3,0 cm de largura.

#### 4.3.2.4 Análises físicas

As análises físicas realizadas nas barras de cereal foram análise de textura, utilizando um texturômetro (TA.HDi, Stable Micro Systems), através do teste força na compressão. A velocidade de teste foi de 5,0 mm.s<sup>-1</sup> e a velocidade do pós-teste de 10 mm.s<sup>-1</sup>, com compressão de 80 % do tamanho original da massa, utilizando probe de corte tipo faca. Os ensaios foram realizados a 25 °C e o parâmetro avaliado foi a rigidez do produto.

A cor foi avaliada pelo método instrumental em cinco pontos de cada amostra, utilizando-se o colorímetro digital CR 400/410 (Konica Minolta), com determinação dos valores L\* (parâmetro de luminosidade), a\* (parâmetro de variação de cor do verde ao vermelho) e b\* (parâmetro de variação de cor do azul ao amarelo). Com os valores de a\* e b\* calculou-se o ângulo de ton (°h) (Eq 9), que define a tonalidade de cor, e a saturação da cor ou cromaticidade (DC) (Eq 10).

$$^{\circ}h = \tan^{-1} \times \left( \frac{b^*}{a^*} \right) \quad (9)$$

$$DC = \sqrt{(a^{*2} + b^{*2})} \quad (10)$$

#### 3.2.5 Composição de nutrientes

A composição centesimal das amostras foi realizada de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005). A umidade das amostras foi determinada por dessecação em estufa a 105 °C, o resíduo mineral fixo por incineração em mufla a 550 °C. A quantificação de proteínas foi realizada pelo método micro Kjeldahl, que quantifica o teor de nitrogênio total, convertendo o nitrogênio em proteína pela multiplicação do fator 6,25. O teor de lipídeos foi quantificado por extração em Soxhlet, utilizando éter de petróleo. O teor de açúcares foi determinado em açúcares redutores em glicose, não redutores em sacarose e amido, segundo o método de Lane-Eynon baseado na redução do cobre. A fibra alimentar foi determinada pelo método enzimico-gravimétrico. O valor energético total das barras de cereal

foi estimado considerando-se os fatores de conversão de Atwater de 4 kcal.g<sup>-1</sup> de proteína, 4 kcal.g<sup>-1</sup> de carboidrato e 9 kcal.g<sup>-1</sup> de lipídio (MERRIL; WATT, 1973).

Para a análise de composição de ácidos graxos, o óleo das barras de cereal de bocaiuva foi extraído a frio de acordo com a metodologia de Bligh e Dyer (1959), no qual o óleo é extraído por uma mistura de três solventes (clorofórmio-metanol-água). A fração lipídica total foi submetida à saponificação com KOH 0,5 N em metanol anidro, seguida de esterificação com mistura de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e NH<sub>4</sub>Cl em metanol e transferida para hexano, segundo método proposto por Hartman e Lago (1973) e modificado por Maia e Rodriguez-Amaya (1993). A análise dos ésteres metílicos dos ácidos graxos foi realizada em cromatógrafo Shimadzu GC-2010 com injetor automático AOC-5000 e detector por ionização em chama (DIC). A coluna utilizada foi uma Restek Stabilwax de sílica fundida e fase estacionária, polietilenoglicol com as dimensões 30 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 µm de filme. As temperaturas do injetor e detector foram mantidas a 250 °C. A temperatura inicial do forno 80 °C durante 3 min e depois aquecimento até 140 °C a uma taxa de 10 °C.min<sup>-1</sup> e em seguida até 240 °C a uma taxa de 5 °C.min<sup>-1</sup>, a temperatura final foi mantida por 11 min. O volume injetado foi de 1,0 µL no modo *Split* a razão de 1:50. O gás de arraste utilizado foi o Hélio a uma velocidade linear de 30,0 cm.s<sup>-1</sup>. A identificação dos picos foi feita com base no tempo de retenção e na comparação com padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos, a quantificação usando os fatores de correção de área de acordo com a norma Ce 1e-91 da AOCS.

O conteúdo de minerais foi determinado por meio de digestão ácida em ácido nítrico concentrado de acordo com Salinas e Garcia (1985). Os teores de cálcio, ferro e manganês foram determinados em espectrofotômetro de absorção atômica com acetileno comprimento de onda e *split* de 422,7 nm e 0,7 mm; 248,3 nm e 0,2 mm; 279,5 nm e 0,2 mm, respectivamente. O teor de fósforo foi determinado em espectrofotômetro de luz visível no comprimento de onda de 420 nm.

#### 4.3.2.6 Análise microbiológica

As análises microbiológicas realizadas foram para *Bacillus cereus*, *Salmonella* sp e Coliformes a 45 °C, de acordo com a Resolução-RDC n° 12, de 2 de janeiro de 2001, da

Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde (BRASIL, 2001), para farinhas, massas alimentícias, produtos para e de panificação (industrializados e embalados) e similares, em barra ou em outras formas, com ou sem adições.

A metodologia utilizada foi da American Public Health Association, descrita no Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods (VANDERZANT; SPLITTSTOESSER, 1992).

#### 4.3.2.7 Análise sensorial

Os testes de aceitação foram realizados na Unidade de Tecnologia de Alimentos e saúde Pública do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. As amostras foram servidas individualmente em copos plásticos codificados juntamente com a ficha de avaliação, também foi oferecida água e solicitado que a tomassem entre uma amostra e outra. A aceitabilidade das amostras foi avaliada por meio de escala hedônica de 9 pontos variando de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo). Os atributos avaliados foram aparência, cor, aroma, textura, sabor, sabor da fruta, doçura, qualidade global. Cada julgador deveria também indicar a intenção de compra para as amostras avaliadas, em uma escala de cinco pontos que variava de “certamente compraria” a certamente “não compraria” e qual a frequência de consumo do produto (DUTCOSKY, 2007). Consideraram-se aceitas as barras de cereal que obtiveram nota igual ou superior a seis pontos (gostei ligeiramente).

Participaram da análise sensorial, 60 julgadores não treinados, de ambos os sexos, alunos e funcionários da UFMS com idade variando de 18 a 60 anos. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, sob o número de protocolo nº 1808 e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento.

#### 4.3.2.8 Análise estatística

As análises física, nutricional e sensorial foram submetidas à análise de variância (ANOVA), usando o software *Statistica 8.0*.

### 4.3.3 Resultados e discussão

O texturômetro simula a ação da mastigação humana e determina a maciez do alimento, sendo este um importante atributo sensorial (SILVA *et al.*, 2003). Na análise de textura instrumental, observou-se variação entre as forças exercidas pelo texturômetro para quebrar a barra de cereal, o que já era esperado em função da diversidade de estruturas presentes nas formulações das barras (aveia, farelo de aveia, polpa e amêndoa de bocaiuva) e as combinações entre as mesmas. As barras de cereais apresentam estrutura heterogênea considerando-se as formas e tamanhos dos seus ingredientes inteiros, assim como variações de espessura ao longo do comprimento (FREITAS; MORETTI, 2006).

A força aplicada para romper a barra de cereal da Formulação A foi de 161,54 N e para a formulação B de 117,48 N, portanto, a formulação B foi mais macia. Os valores elevados da medida de dureza das barras de cereal nem sempre estão associados à baixa aceitação sensorial do produto. Geralmente, produtos formulados com alto teor de fibras resultam em produtos mais densos e duros, o que não implica que os mesmos terão menor aceitação (FREITAS; MORETTI, 2006).

A cor é um atributo fundamental no julgamento da qualidade de um alimento, uma vez que a apreciação visual é o primeiro dos sentidos a ser usado na escolha e aceitação do produto. Na avaliação instrumental, a cor é especificada numericamente em um espaço tridimensional esférico, definido por três eixos:  $L^*$ , que varia do preto (0) ao branco (100);  $a^*$ , do verde (-a) ao vermelho (+a), e  $b^*$ , do azul (-b) ao amarelo (+b) (McGUIRE, 1992). Na Tabela 9 são apresentados os parâmetros da análise de cor das barras de cereais formuladas. Os valores evidenciam que o uso do xarope da desidratação osmótica ocasionou clareamento nas barras de cereal (aumento no valor do parâmetro L). Segundo Sato *et al.*, (2004), o aumento de  $L^*$ , pode ser influenciado pela presença de açúcares na calda que aderidos à fruta conferem maior brilho, sendo detectado pelo equipamento como maior claridade. As amostras analisadas apresentaram predominância da cor amarela  $b^*$ , o que pode ser decorrente da polpa de bocaiuva, que possui coloração amarela, além do xarope da desidratação osmótica da polpa que foi adicionado na formulação B, sendo que esta amostra valor mais elevado para o parâmetro  $b^*$ .

Tabela 9 – Parâmetros obtidos na análise de cor das barras de cereal de bocaiuva.

Amostra	L*	a*	b*	C	h
Formulação A	47,99 ± 0,16 <sup>a</sup>	4,74 ± 0,11 <sup>a</sup>	11,91 ± 0,15 <sup>a</sup>	12,82 ± 0,16 <sup>a</sup>	1,19 ± 0,01 <sup>a</sup>
Formulação B	49,47 ± 0,43 <sup>b</sup>	5,39 ± 0,09 <sup>b</sup>	14,12 ± 0,45 <sup>b</sup>	15,11 ± 0,45 <sup>b</sup>	1,21 ± 0,01 <sup>b</sup>

Letras iguais sobrescritas na mesma coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pela ANOVA.

Os valores encontrados na composição física e química de barras de cereal de bocaiuva estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Composição física e química de barras de cereal de bocaiuva (g.100g<sup>-1</sup>).

Componentes <sup>1</sup>	Formulação A	Formulação B
Umidade	4,35 ± 0,25 <sup>a</sup>	5,30 ± 0,20 <sup>b</sup>
Proteína	7,69 ± 0,40 <sup>a</sup>	8,33 ± 0,21 <sup>b</sup>
Lipídeos	12,31 ± 0,01 <sup>a</sup>	13,55 ± 0,13 <sup>b</sup>
Resíduo mineral fixo	1,29 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,30 ± 0,00 <sup>a</sup>
Glicose	17,32 ± 0,06 <sup>a</sup>	17,32 ± 0,06 <sup>a</sup>
Amido em glicose	21,58 ± 0,06 <sup>a</sup>	25,77 ± 0,09 <sup>b</sup>
Sacarose	14,02 ± 0,01 <sup>a</sup>	11,49 ± 0,02 <sup>b</sup>
Fibra alimentar total	20,77 ± 0,63 <sup>a</sup>	18,79 ± 0,94 <sup>b</sup>
Valor calórico total (kcal.100 g <sup>-1</sup> )	353,23 ± 0,24 <sup>a</sup>	373,59 ± 0,27 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>Valores expressos em base seca, exceto para a umidade. Dados apresentados como média ± desvio padrão.

Letras iguais sobrescritas na mesma linha não diferem entre si (p>0,05).

As barras de cereal de ambas as formulações apresentaram baixo teor de umidade (4,35 e 5,30 g.100g<sup>-1</sup>), inferiores aos limites estabelecidos pela Resolução RDC n° 263, de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005) que é de 15 %, no Brasil, para produtos à base de cereais. Altos teores de umidade favorecem reações indesejáveis, como o escurecimento não enzimático e o crescimento microbiano. Além disso, umidades elevadas reduzem a crocância, atributo sensorial característico das barras de cereais. Quando se trata de cereais, a crocância indica frescor e qualidade do produto e sua perda, caracterizada pelo amolecimento, é uma das causas de rejeição de consumo (ESCOBAR *et al.*, 1998; SLADE; LEVINE, 1991; TAKEUCHI *et al.*, 2005).

Comparando-se com outros estudos, o teor de umidade das barras de cereal de bocaiuva foram inferiores aos encontrados por Escobar *et al.* (1998), que ao elaborar barra de cereais com amendoim encontraram valores de 7,64 a 10,02%, e também aos teores encontrados por Guimarães e Silva (2009) para barras de cereais contendo murici-passa (9,39 a 11,63 %).

Os teores de proteína e lipídeos encontrados podem ser explicados pelo alto teor desses nutrientes na polpa e na amêndoa de bocaiuva (HIANE *et al.*, 2006; SILVA *et al.*, 2008). As barras de cereal de bocaiuva correspondem a aproximadamente 22 e 25 % (formulação A e B, respectivamente) da ingestão diária recomendada (IDR) de gorduras totais para adultos (BRASIL, 1998).

Em comparação a outros estudos, o teor de proteína das barras de cereal foi semelhante à barra de cereais com murici passa (6,93 a 7,49 %), estudada por Guimarães e Silva (2009) e foi inferior ao de Gustkoski *et al.* (2007) que variaram de 9,79 a 12,37 % para barras de cereais a base de aveia com alto teor de fibra alimentar.

Os conteúdos de cinzas assemelharam-se aos encontrados na literatura para barras de cereais, cujos valores em  $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  foram 1,13 (BRITO *et al.*, 2004); 1,40 a 1,61 (DUTCOSKY *et al.*, 2006); 1,15 a 1,38 (GUIMARÃES; SILVA, 2009). Segundo Cecchi (2003) o conteúdo de cinzas totais em cereais pode variar de 0,3 a 3,3  $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  e está relacionado com o conteúdo de minerais no alimento.

O conteúdo de carboidrato das barras de cereal oscilou entre 53 e 55  $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  e foi o nutriente em maior concentração devido ao alto percentual de cereal utilizado nas formulações. É importante destacar que a alta concentração de cereal, seguida pela glicose de milho e xarope de sacarose foram os principais contribuintes do valor energético das mesmas.

As barras de cereal forneceram aproximadamente 353,23 e 373,59  $\text{kcal}\cdot 100\text{g}^{-1}$  o que corresponde a 12 e 19 % das necessidades calóricas de um adulto com dieta de 2000 kcal (BRASIL, 2003). Bueno (2005), estudando barras de cereais com semente tostada e nêspera seca, obteve valor energético de 327,00 e 323,00  $\text{kcal}\cdot 100\text{g}^{-1}$ , respectivamente. Dutcosky *et al.* (2006) encontraram valores entre 291,24 a 364,36  $\text{kcal}\cdot 100\text{g}^{-1}$  em barras adicionadas de prebióticos. Guimarães e Silva (2009) reportaram valor energético de 349,61 a 358,77  $\text{kcal}\cdot 100\text{g}^{-1}$  para barras com murici passa.

O conteúdo de fibra de barras de cereais varia de acordo com os ingredientes utilizados no processamento. Os altos teores de fibras nas barras de cereal de bocaiuva se

devem ao alto teor desse constituinte encontrado na polpa e na amêndoa do fruto, na aveia e farelo de aveia. Neste trabalho, a formulação A apresentou fibra alimentar total de 20,77 % constituída de fibra insolúvel e solúvel de 19,49 % e 1,28 %, respectivamente. Na formulação B a quantificação de fibra alimentar, fibra insolúvel e fibra solúvel foi de 18,79 %, 17,52 % e 1,27 %, respectivamente. O conteúdo de fibras em barras de cereais também pode ser aumentado pelo uso de prebióticos, como estudado por Dutcosky *et al.* (2006), ao verificar que a otimização sensorial combinada para textura e sabor alcançou 22,65 % de fibra alimentar, quando empregou 8,50 % de inulina, 66,20 % de oligofrutossacarídeo e 25,40 % de goma acácia na formulação de barras de cereais.

As fibras alimentares consistem em qualquer material comestível de origem vegetal que não seja hidrolisado pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano, como as ligninas, polissacarídeos estruturais e não estruturais. Como fibras solúveis têm-se as pectinas, gomas, mucilagens, alginatos e como fibras insolúveis a lignina, celulose e a maior parte das hemiceluloses (CANDIDO; CAMPOS, 1995; LAJOLO *et al.*, 2001) A legislação brasileira inclui a fibra alimentar na informação nutricional de produtos alimentícios e preconiza um consumo de fibras de 25g/diária (BRASIL, 2003). As propriedades físicas, químicas, nutricionais e fisiológicas atribuídas às fibras foram estudadas por vários pesquisadores (BELL; GOODRICK, 2002; BESSESEN, 2001; BROWN *et al.*, 1999; GIACCO *et al.*, 2000) que comprovaram importantes funções no processo da digestão e absorção de alimentos e de seus nutrientes, efeitos benéficos na prevenção ou no tratamento de determinadas doenças, como diabetes, obesidade, diverticulites, câncer de cólon e redução dos níveis de colesterol.

Na Tabela 11 encontram-se os resultados das análises microbiológicas das barras de cereal com polpa e amêndoa de bocaiuva. Os resultados obtidos mostraram que as barras de cereal encontram-se de acordo com a RDC nº 12, de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), sendo próprias para o consumo.

Os resultados microbiológicos obtidos evidenciam a qualidade dos insumos e o controle higiênico-sanitário na elaboração das barras de cereal. Resultados para barras de cereais semelhantes aos apresentados no presente trabalho foram obtidos por Gutkoski *et al.* (2007).

Tabela 11 – Contagem de *Bacillus cereus*, *Salmonella* sp e coliformes a 45 °C em barras de cereal elaboradas com polpa e amêndoa de bociaiuva.

Barras de cereal	<i>Bacillus cereus</i> (NMP/g)	<i>Salmonella</i> sp (ausência/25g)	Coliformes a 45 °C (NMP/g)
Formulação A	<10	Ausente	Ausente
Formulação B	<10	Ausente	Ausente
ANVISA*	5 x 10 <sup>2</sup>	Ausente	5 x 10

\*Resolução RDC n° 12, de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

A Tabela 12 apresenta o perfil de ácidos graxos das duas formulações de barras de cereal com polpa e amêndoa de bociaiuva. Os ácidos graxos saturados apresentaram em torno de 70 % da composição das formulações das barras de cereais, com maior concentração para o ácido láurico na formulação A e o ácido mirístico na formulação B.

As barras apresentaram quantidade expressiva de ácido oleico (22,95 e 16,95 %, formulação A e B, respectivamente), principalmente devido aos níveis desse ácido graxo presente na polpa e amêndoa de bociaiuva, 65,87 e 40,17%, respectivamente (HIANE *et al.*, 2005). Os ácidos graxos monoinsaturados, como o oleico, são importantes na estrutura de membranas celulares, em especial a mielina do tecido nervoso (THE NATIONAL ACADEMIES PRESS, 2005).

A formulação A apresentou 5,16 % e a formulação B 3,45 % de ácido linoleico. Este ácido graxo representa a família  $\omega$ -6 e é essencial na dieta, sua falta no organismo resulta em sintomas clínicos adversos, como erupção cutânea escamosa e crescimento reduzido. É precursor do ácido araquidônico, componente da membrana de lipídeos estruturais (THE NATIONAL ACADEMIES PRESS, 2005).

As principais diferenças entre as duas formulações podem ser explicadas pela interação entre os ingredientes sólidos e ligantes. À medida que os ligantes variam entre as formulações, a interação entre eles não é a mesma. Por sua vez, o xarope da desidratação osmótica pode conter a presença de ácidos graxos da polpa de bociaiuva e o uso do xarope para a preparação da barra de cereal influenciou o perfil de ácidos graxos da mesma.

Houve uma pequena percentagem de ácidos graxos não identificados para ambas as formulações, isso é devido ao padrão utilizado que não identifica cadeias de ácidos graxos com menos do que 6 carbonos.

Tabela 12 – Composição de ácidos graxos das barras de cereal com polpa e amêndoa de bocaiuva em percentual relativo ao total de ácidos graxos<sup>1</sup>.

Ácidos graxos	Porcentual dos ácidos graxos totais	
	Formulação A	Formulação B
<i>Saturados</i>	69,32	77,23
Capróico (C6:0)	0,56 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,80 ± 0,08 <sup>b</sup>
Caprílico (C8:0)	8,02 ± 0,04 <sup>a</sup>	1,89 ± 0,05 <sup>b</sup>
Cáprico (C10:0)	4,82 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,33 ± 0,04 <sup>b</sup>
Láurico (C12:0)	36,83 ± 0,13 <sup>a</sup>	12,54 ± 0,43 <sup>b</sup>
Mirístico (C14:0)	8,88 ± 0,03 <sup>a</sup>	54,05 ± 1,15 <sup>b</sup>
Palmitico (C16:0)	7,23 ± 0,04 <sup>a</sup>	4,35 ± 0,13 <sup>b</sup>
Esteárico (C18:0)	2,78 ± 0,01 <sup>a</sup>	1,19 ± 0,03 <sup>b</sup>
Araquídico (C20:0)	0,20 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,08 ± 0,01 <sup>b</sup>
<i>Monoinsaturados</i>	23,19	17,24
Palmitoléico (C16:1 $\omega$ -7)	0,24 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,22 ± 0,01 <sup>a</sup>
Oleico (C18:1 $\omega$ -9)	22,95 ± 0,09 <sup>a</sup>	16,95 ± 0,48 <sup>b</sup>
Gadolênico (C20:1 $\omega$ -9)	0,07 ± 0,01	Nd
<i>Polinsaturados</i>	5,33	3,58
Linoleico (C18:2 $\omega$ -6)	5,16 ± 0,02 <sup>a</sup>	3,45 ± 0,09 <sup>b</sup>
Linolênico (C18:3 $\omega$ -3)	0,17 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,13 ± 0,01 <sup>a</sup>
<i>Não identificados</i>	2,16	1,95

<sup>1</sup>Dados apresentados como média ± desvio-padrão. Letras iguais sobrescritas na mesma linha não diferem entre si ( $p > 0,05$ ). Nd: não detectado.

O conteúdo de minerais das barras de cereal formuladas com polpa e amêndoa de bocaiuva encontra-se na Tabela 13.

Um alimento é considerado com alto teor de minerais quando contém no mínimo 30 % da ingestão diária recomendada (IDR) de referência em 100 g de alimento sólido e como fonte quando seu teor é no mínimo de 15 % (BRASIL, 1998). Assim, as barras de cereal formuladas com polpa e amêndoa de bocaiuva são fontes de cálcio e ferro. As barras ainda foram responsáveis por mais de 10 % da IDR de fósforo e por aproximadamente 8 % da IDR

de manganês. Observa-se que os produtos elaborados com frutos regionais como a bocaiuva podem contribuir em proporções consideráveis com a ingestão dietética recomendada, sendo fontes alternativas de nutrientes.

Tabela 13 – Conteúdo de minerais das barras de cereal com polpa e amêndoa de bocaiúva, expresso em mg.100 g<sup>-1</sup> de amostra seca<sup>1</sup>

Minerais	Formulação A	Formulação B
Cálcio (Ca)	153,89 ± 0,31 <sup>a</sup>	206,11 ± 0,28 <sup>b</sup>
Fósforo (P)	84,29 ± 0,10 <sup>a</sup>	95,95 ± 0,21 <sup>b</sup>
Ferro (Fe)	2,62 ± 0,01 <sup>a</sup>	2,67 ± 0,22 <sup>a</sup>
Manganês (Mn)	0,20 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,17 ± 0,01 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>Dados apresentados como média ± desvio-padrão. Letras iguais sobrescritas na mesma linha não diferem entre si (p>0,05).

As notas atribuídas pelos julgadores às formulações de barra de cereal quanto à preferência sensorial estão apresentadas na Tabela 14. Quanto aos atributos avaliados, todos obtiveram médias superiores a 6, sendo consideradas aceitas para consumo (LIMA *et al.*, 2010). A barra de cereal da formulação B com adição do xarope da desidratação osmótica apresentou médias superiores para todos os atributos avaliados, sendo a preferida pelos julgadores. Isso se deve pelo sabor realçado da polpa da bocaiuva nessa formulação, o que foi observado por vários julgadores na ficha de avaliação.

Tabela 14 – Valores médios dos atributos sensoriais das barras de cereal de bocaiuva<sup>1</sup>

Atributos	Amostra A	Amostra B
Aparência	7,52 <sup>a</sup>	7,80 <sup>b</sup>
Cor	7,58 <sup>a</sup>	7,80 <sup>a</sup>
Aroma	6,90 <sup>a</sup>	7,28 <sup>b</sup>
Textura	6,15 <sup>a</sup>	6,93 <sup>b</sup>
Sabor	7,15 <sup>a</sup>	7,67 <sup>b</sup>
Sabor do fruto	7,12 <sup>a</sup>	7,77 <sup>b</sup>
Sabor doce	7,33 <sup>a</sup>	8,00 <sup>b</sup>
Qualidade global	7,28 <sup>a</sup>	7,92 <sup>b</sup>

<sup>1</sup>Letras iguais sobrescritas na mesma linha não diferem entre si (p>0,05).

Os consumidores têm no sabor a principal razão de compra das barras (BARBOSA; COELHO, 2008). Os atributos sensoriais de aroma, sabor do fruto e aparência também foram citados como importantes para influenciar a intenção de compra dos consumidores.

Os julgadores atribuíram melhor nota de cor para a formulação B, que corrobora com a análise instrumental a qual indicou que a amostra era a mais clara, tendendo para o amarelo. Da mesma forma, com relação a textura, a formulação B foi a preferida pelo julgadores e a análise com o texturômetro indicou ser a amostra mais macia.

Guimarães e Silva (2009) realizaram teste de aceitabilidade e de aparência em barras de cereais com murici-passa e obtiveram notas variando entre 5,47 a 7,12 para aceitabilidade e de 6,26 a 7,34 para a aparência geral. Verifica-se que produtos com sabores regionais são bem aceitos em produtos já consumidos habitualmente pela população.

A frequência de consumo relatada por 60 % dos julgadores indicou consumo de barras de cereais de três vezes por semana. A intenção de compra da barra de cereal de bocaiuva foi de 65 % para “provavelmente compraria”, o que indica potencial de comercialização da barra com fruto nativo. Costa *et al.* (2005) apresentaram 78 % de intenção de compra, para barras formuladas com resíduo de mandioca.

#### 4.3.4 Conclusão

A composição química das barras de cereal formuladas com polpa e amêndoa de bocaiuva apresentou altos teores de carboidratos, lipídeos, proteínas e fibras.

As barras de cereal formuladas com o xarope da desidratação osmótica mostrou cor mais clara e textura mais suave.

As duas formulações de barras de cereal foram aceitas, o que possibilita introduzir a polpa e a amêndoa de bocaiuva na formulação de barras de cereal proporcionando sabor e aparência diferenciados com o uso de frutos regionais.

As barras de cereal com polpa e amêndoa de bocaiuva atendem aos padrões microbiológicos determinados por legislação, encontrando-se apropriadas para o consumo.

Os perfis de ácidos graxos das barras de cereal apresentaram maior quantidade de ácidos graxos saturados, destacando o ácido láurico e o mirístico. Entre os ácidos graxos insaturados, o ácido oleico apresentou maior percentual.

Os produtos desenvolvidos apresentam propriedades sensoriais agradáveis, sendo que a barra de cereal formulada com adição do xarope da desidratação osmótica mostrou maior aceitabilidade, o que evidenciou o sabor da polpa do fruto.

#### 4.3.5 Referências

Aquino FG, Ribeiro JF, Gulias APS, Oliveira MC, Barros CJS, Hayes KM, Silva MR. Uso sustentável das plantas nativas do Cerrado: oportunidades e desafios. In: Parron LM, Aguiar LMS, Duboc E, Oliveira-Filho EC, Camargo AJA, Aquino FG. Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável. Planaltina: Embrapa Cerrados; 2008. p. 95-123.

Barbosa ESP, Coelho NRA. Elaboração e avaliação sensorial de barra de cereais de linhaça. Rev Process Quim. 2008; 2(4):62-7.

Bell SJ, Goodrick GK. A functional food product for the management of weight. Crit Rev Food Sci Nutr. 2002; 42(2):163-78.

Bessesen DH. The role of carbohydrates in insulin resistance. J Nutr. 2001; 131(10):2782-2786.

Bligh EG, Dyer WJ. A rapid method of total lipid extraction and purification. Can J Biochem Physiol. 1959; 37(8):911-7.

Bower JA, Whitten R. Sensory characteristics and consumer linking for cereal bar snack foods. J Sens Stud. 2000; 15(3):327-45.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998: Regulamento Técnico sobre a Informação Nutricional Complementar.

Brasil. Ministério da Saúde. Resolução – RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução-RDC nº 360 de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre o regulamento técnico de rotulagem nutricional de alimentos embalados.

Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018 p.

Brasil. Ministério da Saúde. Resolução – RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos.

Brito IP, Campos JM, Sousa TFL, Wakiyama C, Azeredo GA. Elaboração e avaliação global de barras de cereais caseira. Bol Centro Pesq Process Aliment. 2004; 22 (1): 35- 50.

Brown L, Rosner B, Willett WW, Sacks FM. Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. Am. J. Clin. Nutr. 1999; 69(1):30-42.

Bueno ROG, Características de qualidade de biscoitos e barras de cereais ricos em fibra alimentar a partir de farinha de semente e polpa de nêspera. [Dissertação]. Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná; 2005.

Cândido LMB, Campos AM. Alimentos para fins especiais: dietéticos. São Paulo: Livraria Varela; 1995.

Cecchi HM. Fundamentos Teóricos e Práticos de Análise de Alimentos. 2 ed. Campinas: UNICAMP; 2003.

Costa L A, Bramorski A, Silva MC, Teixeira E, Amboni RDMC. Desenvolvimento de alimento em barra à base de resíduo da fabricação de farinha de mandioca. Alim. Nutr. 2005; 16(4):389-96.

Dutcosky SD, Grossman MVE, Silva RSSF, Welsch AK. Combined sensory optimization of a prebiotic cereal product using multicomponent mixture experiments. Food Chem. 2006; 98(4):630-38.

Dutcosky SD. Análise Sensorial de Alimentos. Curitiba: Champagnat; 2007.

Escobar BA, Estévez AM, Tepper AL, Aguayi MR. Características nutricionales de barras de cereales y maní. Arch latinoam Nutr. 1998; 48(2):156-9.

Freitas DGC, Moretti RH. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor proteico e vitamínico. Cienc Tecnol Aliment. 2006; 26(2): 318-24.

Giacco R, Parillo M, Rivellese Aa, Lasorella G, Giacco A, D'Episcopo L, Riccardi G. Long-term dietary treatment with increased amounts of fiber-rich low-glycemic index natural foods improves blood glucose control and reduces the number of hypoglycemic events in type 1 diabetic patients. *Diabetes Care*. 2000; 23(10):1461-6.

Guimarães MM, Silva MS. Qualidade nutricional e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de frutos de murici-passa. *Rev Inst Adolfo Lutz*. 2009; 68(3):426-33.

Gutkoski LC, Bonamigo JMA, Teixeira DMF, Pedó I. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. *Cienc Tecnol Aliment*. 2007; 27(2):355-63.

Hartman L, Lago RCA. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. *Lab Pract*. 1973; 22(6):475-6.

Hiane PA, Filho MMR, Ramos MIL, Macedo MLR. Bocaiuva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd., pulp and kernel oils: characterization and fatty acid composition. *Braz J Food Technol*. 2005;8(3):256-9.

Hiane PA, Baldasso PA, Marangoni S, Macedo MLR. Chemical and nutrition evaluation of kernels of bocaiuva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. *Cienc Tecnol Aliment*. 2006; 26(3): 683-89.

Karam LB, Grossmann MVE, Silva RSSF. Misturas de farinha de aveia e amido de milho com alto teor de amilopectina para produção de *snacks*. *Cienc Tecnol Aliment*. 2001; 21(2):158-3.

Lajolo FM, Saura-Calixto F, De Penna E, De Menezes EW. Fibra dietética en Iberoamérica: tecnología y salud. São Paulo: Varela; 2001.

Lima JCR, Freitas JB, Czedler LP, Fernandes DC, Naves MMV. Qualidade microbiológica, aceitabilidade e valor nutricional de barras de cereais formuladas com polpa e amêndoa de baru. Bol CEPPA. 2010; 28(2):331-43.

Lorenzi GMAC. *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. - Areaceae: bases para o extrativismo sustentável [Tese]. Curitiba: Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná; 2006.

Maia EL, Rodriguez-Amaya DB. Avaliação de um método simples e econômico para a metilação de ácidos graxos com lipídios de diversas espécies de peixes. Rev Inst Adolfo Lutz. 1993; 53(1/2):27-35.

McGuire RG. Reporting of objective color measurements. HortScience. 1992; 27:1254-5.

Merril AL, Watt BK. Energy value of foods: basis and derivation. Washington: United States Department of Agriculture; 1973.

Salinas YG, Garcia R. Métodos químicos para el análisis de suelos ácidos y plantas forrajeras. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical; 1985.

Sanjinez-Argandoña EJ, Cunha RL, Hubinger MD. Evaluation of total carotenoids and ascorbic acid in osmotic pretreated guavas during convective drying. Ital J Food Sci. 2005; 17(3):305-14.

Sato ACK, Sanjinez-Argandoña EJ, Cunha RL. Avaliação das propriedades físicas, químicas e sensorial de preferência de goiabas em calda industrializadas. *Cienc Tecnol Aliment*. 2004; 24(4):550-5.

Silva MR, Lacerda DBCL, Santos GG, Martins DMO. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. *Cienc Rural*. 2008; 38(6):1790-93.

Silva MEMP, Yonamine GH, Mitsui L. Desenvolvimento e avaliação de pão francês caseiro sem sal. *Braz J Food Technol*. 2003; 6(2):229-36.

Slade L, Levine H. Beyond water activity: recent advances based on an alternative approach to the assessment of food quality and safety. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 1991; 30(2/3):115-360.

Takeuchi KP, Sabadini E, Cunha RL. Análise das propriedades mecânicas de cereais matinais com diferentes fontes de amido durante o processo de absorção de leite. *Cienc Tecnol Aliment*. 2005; 25(1):78-85.

The National Academies Press. Food and Nutrition Board. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and aminoacids (macronutrients table). 2005[acesso em 30 mai 2010]. Disponível em: <http://www.nap.edu>

Vanderzant C, Splittstoesser F. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 3 ed. Washington (DC): APHA; 1992.

## 5 CONCLUSÕES

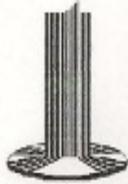
Os resultados deste estudo permitem concluir que:

- a) O rendimento da polpa de bocaiuva demonstra ser uma fruta com potencial comercial.
- b) O modelo matemático exponencial de dois termos demonstra ser o mais adequado para as curvas de secagem para as polpas fresca e pré-tratada osmoticamente, e para a amêndoa, sob as condições estudadas, o modelo de Page proporciona um bom ajuste para as curvas de secagem, a temperatura de 70 ° C apresentou o menor tempo de secagem.
- c) A polpa fresca de bocaiuva tem maior taxa de secagem que as polpas pré-desidratadas osmoticamente.
- d) As frações polpa e amêndoa de bocaiuva mostram ser potenciais fontes de elementos nutritivos. A polpa apresenta-se rica em lipídeos, em carboidratos e em fibras; a amêndoa possui alto teor de proteínas, lipídeos e fibras.
- e) Não foram encontrados inibidores de tripsina e quimotripsina e presença de lectinas na amêndoa de bocaiuva.

- f) Em relação aos aminoácidos essenciais, a polpa possui todos os aminoácidos essenciais em quantidades superiores das recomendadas. A amêndoa apresenta a treonina e a isoleucina como primeiro e segundo aminoácidos limitantes.
- g) Os teores de minerais encontrados indicam que a polpa possui alto teor de cálcio, magnésio, zinco e cobre e é fonte de ferro e manganês. A amêndoa contém alto teor de magnésio, ferro, manganês, zinco e cobre e é fonte de cálcio e fósforo.
- h) As barras de cereal formuladas com polpa e amêndoa de bocaiuva apresenta altos teores de carboidratos, lipídeos, proteínas e fibras.
- i) Os perfis de ácidos graxos das barras de cereal apresentaram maior quantidade de ácidos graxos saturados, destacando o ácido láurico e o margárico. Entre os ácidos graxos insaturados o ácido oleico apresentou maior percentual.
- j) Os produtos desenvolvidos apresentam propriedades sensoriais agradáveis, sendo ambas formulações aceitas porém com maior aceitabilidade à barra de cereal formulada com adição do xarope da desidratação osmótica, o que possibilita introduzir a polpa e a amêndoa de bocaiuva na formulação de barras de cereal proporcionando sabor e aparência diferenciados com o uso de frutos regionais.

## **ANEXOS**

## ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



**Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**  
**Comitê de Ética em Pesquisa /CEP/UFMS**



### *Carta de Aprovação*

*O protocolo nº 1808 da Pesquisadora Maria Lígia Rodrigues Macedo intitulado "Elaboração de barra de cereal com polpa e amêndoa de bocaiúva (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd)", e o seu Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, foram revisados por este comitê e aprovados em reunião ordinária no dia 12 de agosto de 2010, encontrando-se de acordo com as resoluções normativas do Ministério da Saúde.*

*Prof. Ernesto Antonio Figueiró Filho*

*Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMS*

*Campo Grande, 12 de agosto de 2010.*

**ANEXO B – CARTA DE ACEITE****[ActaSciTechnol] Decisão editorial 2**

DE: [Editor Acta Scientiarum Technology](#)

PARA: [Sra Cláudia Leite Munhoz](#)

Terça-feira, 14 de Agosto de 2012 10:59

Sra Cláudia Leite Munhoz,

Foi tomada uma decisão sobre o artigo submetido à revista Acta Scientiarum. Technology, "Drying of the almond and fresh and osmotically dehydrated pulp bocaiuva".

A decisão é: Considerando que seu artigo foi ACEITO para publicação e conforme as novas regras para revisão de texto de língua portuguesa e estrangeira, que serão de responsabilidade e custeadas pelos autores dos artigos aceitos a partir de 2010, solicitamos providencias quanto à revisão do texto.

É necessário também adequar o artigo conforme TEXTO ANEXO.

A devolução do artigo devidamente revisado [(PORTUGUÊS-RESUMO) E INGLÊS] deverá ser feita pelo autor num prazo de 45 dias por meio do sistema da Revista, juntamente com os comprovantes dos revisores DE PORTUGUÊS E DE INGLÊS.

A não devolução dentro do prazo estipulado implicará no arquivamento do artigo.

Passos de como inserir as declarações e o artigo revisado:

Acesse seu artigo, clique no link 'avaliação' e no fim da página em 'decisão editorial' transfira o artigo e as declarações em 'versão do autor'

Editor Acta Scientiarum Technology  
UEM  
Fone +55 (44) 30114253  
Fax +55 (44) 30111392  
[actatech@uem.br](mailto:actatech@uem.br)

---

Acta Scientiarum. Technology  
<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol>

**ANEXO C – CARTA DE ACEITE**

Qua, 30 Jan 2013 às 15:04  
Qua, 15:04 de Editor Acta Scientiarum Technology para você

**[ActaSciTechnol] Decisão editorial**

[Exibir detalhes](#)

Sra Cláudia Leite Munhoz,

Foi tomada uma decisão sobre o artigo submetido à revista Acta Scientiarum. Technology, "Preparation of a cereal bar containing bocaiuva: physical, nutritional, microbiological and sensory evaluation".

A decisão é: Considerando que seu artigo foi ACEITO para publicação e conforme as novas regras para revisão de texto de língua portuguesa (RESUMO) e estrangeira, que serão de responsabilidade e custeadas pelos autores dos artigos aceitos a partir de 2010, solicitamos providencias quanto à revisão do texto.

É necessário também adequar o artigo conforme TEXTO ANEXO.

A devolução do artigo devidamente revisado [(PORTUGUÊS-RESUMO) E INGLÊS] deverá ser feita pelo autor num prazo de 45 dias por meio do sistema da Revista, juntamente com os comprovantes dos revisores DE PORTUGUÊS E DE INGLÊS.

A não devolução dentro do prazo estipulado implicará no arquivamento do artigo.

Passos de como inserir as declarações e o artigo revisado:

Acesse seu artigo, clique no link 'avaliação' e no fim da página em 'decisão editorial' transfira o artigo e as declarações em 'versão do autor'

Editor Acta Scientiarum Technology  
UEM  
Fone +55 (44) 30114253  
Fax +55 (44) 30111392  
[actatech@uem.br](mailto:actatech@uem.br)

---

Acta Scientiarum. Technology  
<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol>

**ANEXO D – IMAGENS DA BARRA DE CEREAL COM BOCAIUVA**



**ANEXO D – AMOSTRAS OFERECIDAS NA ANÁLISE SENSORIAL**

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado (a) a participar, como voluntário (a), da pesquisa “Elaboração de barra de cereal com polpa e amêndoa de bocaiuva (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd)”, no caso de você concordar em participar, favor assinar ao final do documento.

Sua participação não é obrigatória, e, a qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com a pesquisadora ou com a instituição.

Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e endereço da pesquisadora principal e colaborador, podendo tirar dúvidas do projeto e de sua participação.

**TÍTULO DA PESQUISA:** “Elaboração de barra de cereal com polpa e amêndoa de bocaiuva (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd)”

**PESQUISADOR RESPONSÁVEL:** Cláudia Leite Munhoz / Maria Ligia Rodrigues Macedo

**ENDEREÇO:** Av. Senador Filinto Müller sn, Campo Grande, MS

**TELEFONE:** (67) 3045-7400

**PESQUISADOR PARTICIPANTE:**

**PATROCINADOR:** Cláudia Leite Munhoz

**OBJETIVO DESTA PESQUISA:** Elaborar barra de cereal com polpa e amêndoa de bocaiuva e avaliar sua aceitabilidade.

**JUSTIFICATIVA:** A polpa da bocaiuva é fonte de carotenoides, minerais e fibras e a amêndoa é rica em ácidos graxos insaturados e minerais. A disseminação do uso da polpa e da amêndoa na elaboração de barras de cereal é uma maneira de aproveitar os frutos e desenvolver um produto com sabor peculiar e característico da região e rico em nutrientes.

**PROCEDIMENTOS DO ESTUDO:** Você será convocado, em dias e horários pré-estipulados, para comparecer ao laboratório, ser instruído quanto ao teste que participará, para posteriormente experimentar os produtos desenvolvidos, dando notas ao mesmo, conforme orientação do pesquisador.

**RISCOS E DESCONFORTOS:** Os riscos serão mínimos para a execução deste projeto, pois se você tiver alergia ou intolerância ao produto, não participará desta pesquisa. O benefício que pode ser esperado com o presente projeto é desenvolver produtos nutritivos e com sabores regionais.

**CUSTO/REEMBOLSO PARA O PARTICIPANTE:** Não haverá nenhum custo para você participar, bem como pagamento para sua participação.

**CONFIDENCIALIDADE DA PESQUISA:** Será mantido sigilo das respostas que você nos der, assegurando a sua privacidade quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa, não sendo divulgados os nomes dos participantes.

Assinatura do Pesquisador Responsável: \_\_\_\_\_.

Eu, \_\_\_\_\_, R.G./CPF: \_\_\_\_\_,

declaro que li as informações contidas nesse documento, fui devidamente informado(a) pela pesquisadora – Cláudia Leite Munhoz – dos procedimentos que serão utilizados, riscos e desconfortos, benefícios, custo/reembolso dos participantes, confidencialidade da pesquisa, concordando ainda em participar da pesquisa. Foi-me garantido que posso retirar o consentimento a qualquer momento, sem qualquer penalidade. Declaro ainda que recebi uma cópia desse Termo de Consentimento. Poderei consultar o pesquisador responsável (acima citado) sempre que entender necessário obter informações ou esclarecimentos sobre o projeto de pesquisa e minha participação do mesmo.

Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados.

**LOCAL E DATA:** Campo Grande-MS, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2010.

**NOME E ASSINATURA DO PARTICIPANTE**

\_\_\_\_\_  
(Nome por extenso)

\_\_\_\_\_  
(Assinatura)

## APÊNDICE B – FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_/\_\_/\_\_\_\_ Idade: \_\_/\_\_/\_\_\_\_

Você está recebendo duas amostras codificadas de barra de cereal. Avalie cada amostra conforme a escala abaixo e preencha as respostas nos espaços indicados. Preencha também o código de cada amostra.

1 – Desgostei muitíssimo	Atributo	Amostra:	Valor	Amostra:	Valor
2 – Desgostei muito	Aparência				
3 – Desgostei regularmente	Cor				
4 – Desgostei ligeiramente	Aroma				
5 – Indiferente	Textura				
6 – Gostei ligeiramente	Sabor				
7 – Gostei regularmente	Sabor da fruta				
8 – Gostei muito	Doçura				
9 – Gostei muitíssimo	Qualidade global				

**Minha amostra preferida foi a \_\_\_\_\_**

<p>Com que frequência você consome barrinhas de cereal?</p> <p><input type="checkbox"/> Todos os dias</p> <p><input type="checkbox"/> Três vezes por semana</p> <p><input type="checkbox"/> Uma vez por semana</p> <p><input type="checkbox"/> Uma vez por mês</p> <p><input type="checkbox"/> Raramente</p> <p><input type="checkbox"/> Nunca consumo este tipo de produto</p>	<p>Se você encontrasse este produto à venda, indique o grau de certeza que você compraria ou não o produto.</p> <p><input type="checkbox"/> Certamente compraria</p> <p><input type="checkbox"/> Provavelmente compraria</p> <p><input type="checkbox"/> Talvez compraria/talvez não compraria</p> <p><input type="checkbox"/> Provavelmente não compraria</p> <p><input type="checkbox"/> Certamente não compraria</p>
---	---

Comentários: \_\_\_\_\_

---