

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

AYNARAN OLIVEIRA DE AGUIAR

**PROCESSAMENTO E APROVEITAMENTO DO FRUTO DO  
ARATICUM (*Annona crassiflora* Mart.) EM FORMA DE DOCE  
EM MASSA**

PALMAS – TO

2018

AYNARAN OLIVEIRA DE AGUIAR

**PROCESSAMENTO E APROVEITAMENTO DO FRUTO DO  
ARATICUM (*Annona crassiflora* Mart.) EM FORMA DE DOCE  
EM MASSA**

Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Tocantins, para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Adriana Régia Marques Souza

Co-Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dra. Glêndara Aparecida S. Martins

Linha de pesquisa: Desenvolvimento de Novos Produtos.

PALMAS – TO

2018

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

A282p Aguiar, Aynaran Oliveira de .  
Processamento e aproveitamento do fruto do araticum (*Annona Crassiflora Mart.*) na forma de um doce em massa. / Aynaran Oliveira de Aguiar. – Palmas, TO, 2018.  
51 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2018.

Orientadora : Adriana Régia Marques de Souza

Coorientadora : Glêndara Aparecida de Souza Martins

1. Frutos do cerrado . 2. Desenvolvimento de novos produtos. 3. Otimização . 4. Formulação de um doce em massa. I. Título

**CDD 664**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

AYNARAN OLIVEIRA DE AGUIAR

**PROCESSAMENTO E APROVEITAMENTO DO FRUTO DO  
ARATICUM (*Annona crassiflora* Mart.) EM FORMA DE DOCE  
EM MASSA**

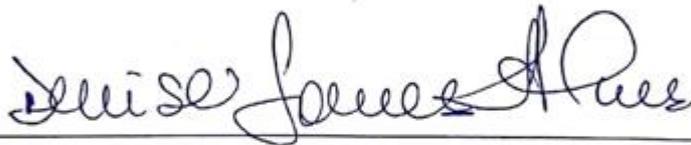
Dissertação DEFENDIDA em \_\_\_\_\_, pela Banca Examinadora constituída pelos membros:



---

Prof.ª Dr.ª

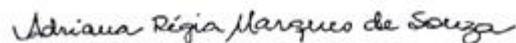
UFT



---

Prof. Dr.ª

UFT



---

Prof.ª Dr.ª Adriana Régia Marques de Souza

Orientadora – UFT

“ Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina. ”

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela vida, pelas conquistas e graças alcançadas, por ter me dado sabedoria e discernimento nos momentos de angústia e insegurança, por ter me amparado diante das dificuldades.

Agradeço imensamente à minha família, aos meus avós Socorro e Nogueira, que sempre estiveram do meu lado, me dando as melhores condições e apoio para o alcance dos objetivos almejados e acima de tudo pelos valores que me ensinaram., a minha mãe, Rossângela, por todas as orações e preces em meu favor, sem suas orações não teria conseguido, ao meu pai, Nalcer, por fazer da minha educação sempre uma prioridade. É por vocês que cheguei até aqui, meu desejo é retribuir todo amor e carinho, dando muito orgulho a vocês que tanto amo.

Agradeço a minha orientadora Adriana, por aceitar essa missão e caminhar junto comigo. A minha coorientadora Glêndara, por estar comigo há muitos anos, pelo acompanhamento, pelos conhecimentos compartilhados, pela amizade, paciência e dedicação a este trabalho, obrigada por sempre está disponível e ser sempre a solução. As minhas companheiras de mestrado, Camila e Andreia por toda a ajuda e paciência durante esse processo, e aos meus colegas do Laboratório de cinética e modelagem de processos.

Obrigada a todos vocês que contribuíram de alguma forma para a minha vida, meu sucesso profissional e pessoal.

## RESUMO GERAL

Típico do cerrado brasileiro, o araticum é um fruto pouco conhecido, mas que carrega um enorme potencial econômico, por se tratar de um fruto rico em nutrientes e com alta atividade antioxidante. Diversos são os produtos que podem ser obtidos dessa matéria prima, um deles é o doce em massa, considerado um doce popular na cultura brasileira e de alta aceitação, além de um ramo próspero para a indústria alimentícia. Este trabalho teve por objetivo a caracterização do fruto do araticum, avaliando sua composição centesimal, valor nutricional e potencial antioxidante, foram realizadas análises de umidade, cinzas, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares redutores e não redutores, vitamina C, proteína, fibra bruta, lipídeos e atividade antioxidante, foi avaliado também o seu potencial na formulação de um doce em massa. Para a formulação do doce, foi utilizado um delineamento experimental com 11 ensaios, e 3 variáveis independentes: (concentração de ácido cítrico, razão polpa/açúcar e concentração de albedo). O estudo visou também a substituição da pectina industrial por uma fonte natural, o albedo de maracujá. Os resultados experimentais mostraram que o fruto do Araticum é uma ótima fonte de antioxidantes, encontrando-se 27,9 mg DPPH/g, e 58,11g/100g de vitamina C, além de rico em fibra bruta, 9,8%, é um fruto com baixo teor lipídico sendo encontrado neste trabalho 2,84% de lipídeos. Foi encontrado 4,78% de proteína, 0,63% de acidez total titulável, 24° brix de sólidos solúveis, 13,9% de açúcares redutores e e 7,24% açúcares não redutores. Para a otimização do doce o modelo recomendou dois ensaios ótimos, com maior quantidade de açúcar e maior porcentagem de ácido cítrico, e maior quantidade de polpa e maior porcentagem de ácido cítrico. O albedo de maracujá não influenciou significativamente em nenhuma variável resposta.

**Palavras-Chave:** Frutos do cerrado; Araticum; otimização; doce em massa.

## ABSTRACT

Typical of the Brazilian cerrado, araticum is a little known fruit but carries a huge economic potential, because it is a fruit rich in nutrients and high antioxidant activity. There are several products that can be obtained from this raw material, one of them is the sweet in mass, considered a popular sweet in the Brazilian culture and of high acceptance, besides a prosperous branch for the food industry. The objective of this work was to characterize the fruit of the araticum, evaluating its centesimal composition, nutritional value and antioxidant potential. Moisture, ash, pH, titratable acidity, soluble solids, reducing and non reducing sugars, vitamin C, crude fiber, lipids and antioxidant activity, was also evaluated its potential in the formulation of a candy in mass. For the sweet formulation, an experimental design was used with 11 tests, and 3 independent variables: (citric acid concentration, pulp / sugar ratio and albedo concentration). The study also aimed at replacing industrial pectin by a natural source, the passion fruit albedo. The experimental results showed that Araticum fruit is a good source of antioxidants, with 27.9 mg DPPH / g, and 58.11 g / 100 g vitamin C, besides being rich in crude fiber, 9.8%, a fruit with low lipid content being found in this work 2.84% of lipids. It was found 4.78% protein, 0.63% titratable total acidity, 24 brix soluble solids, 13.9% reducing sugars and 7.24% non-reducing sugars. For the optimization of the sweet, the model recommended two excellent trials, with a higher amount of sugar and a higher percentage of citric acid, and a higher amount of pulp and a higher percentage of citric acid. Passion fruit albedo did not significantly influence any response variable.

**Key words:** Savana fruits; Araticum; optimization, sweet mass

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1:</b> Caracterização físico-química do fruto do Araticum ( <i>Annona Crassiflora</i> Mart.)..	29
<b>Tabela 2:</b> Teor de atividade antioxidante em fruto do Araticum ( <i>Annona Crassiflora</i> Mart.)	31
<b>Tabela 3:</b> Delineamento experimental 2 <sup>3</sup> , para os ensaios de elaboração de doce de araticum. .....	39
<b>Tabela 4:</b> Tabela nutricional da formulação 1 do doce em massa de Araticum.....	50
<b>Tabela 5:</b> Tabela nutricional da formulação 3 do doce em massa de Araticum.....	50

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Análise de Vitamina C em função da concentração de albedo e da razão polpa/açúcar.....	41
<b>Figura 2:</b> Gráfico de Pareto para análise de pH no doce em massa. ....	41
<b>Figura 3:</b> Análise de pH em função da concentração de ácido cítrico e da razão polpa/açúcar. ....	42
<b>Figura 4:</b> Análise de sólidos solúveis em função da concentração de ácido cítrico e da razão polpa/açúcar.....	43
<b>Figura 5:</b> Análise de proteína em função da razão polpa/açúcar e da concentração de albedo. ....	43
<b>Figura 6:</b> Gráfico de Pareto para análise de Acidez no Doce.....	44
<b>Figura 7:</b> Análise de acidez total titulável em função da concentração de ácido cítrico e da razão polpa/açúcar. ....	45
<b>Figura 8:</b> Análise de acidez total titulável em função da concentração de ácido cítrico e concentração de albedo.....	45
<b>Figura 9:</b> Superfície de resposta ara análise de Rendimento do doce. ....	46
<b>Figura 10:</b> Gráfico de Superfície de Resposta para açúcares não redutores em função da concentração de ácido cítrico e da razão polpa/açúcar.....	46
<b>Figura 11:</b> Análise de açúcares Redutores em função da concentração de ácido cítrico e da razão polpa/açúcar. ....	47
<b>Figura 12:</b> Análise de Fibra Bruta em função da concentração de albedo e razão polpa/açúcar. ....	47
<b>Figura 13:</b> Análise de Fibra Bruta em função da concentração de ácido cítrico e razão polpa/açúcar.....	48
<b>Figura 14:</b> Análise de Dureza em função da concentração de ácido cítrico e razão polpa/açúcar.....	49
<b>Figura 15:</b> Análise Adesividade em função da concentração de ácido cítrico e razão polpa/açúcar.....	49

## SUMÁRIO

<b>PARTE 1.....</b>	<b>12</b>
<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>13</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
2.1 ARATICUM .....	15
2.2 DOCE EM MASSA.....	15
2.3 INFLUÊNCIAS DAS VARIÁVEIS FÍSICO QUÍMICAS NAS CARACTERÍSTICAS DO DOCE EM MASSA. ....	17
2.3.1 pH e Acidez .....	17
2.3.2 Sólidos solúveis .....	18
2.4 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE .....	19
2.5 ALBEDO DE MARACUJÁ.....	19
<b>3 OBJETIVOS .....</b>	<b>21</b>
3.1 OBJETIVO GERAL .....	21
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	21
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>22</b>
<b>PARTE 2.....</b>	<b>25</b>
<b>4 ARTIGO 1: CARACTERIZAÇÃO DO FRUTO DO ARATICUM (<i>Annona Cressiflora Mart.</i>) .....</b>	<b>26</b>
4.1 INTRODUÇÃO .....	27
4.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	28
4.2.1 Matéria Prima .....	28
4.2.2 Caracterização dos Frutos.....	28
4.2.3 Atividade Antioxidante .....	28
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	29
4.4 CONCLUSÃO .....	32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	32
<b>5 ARTIGO 2: OTIMIZAÇÃO DO PROCESSAMENTO DE UM DOCE EM MASSA ELABORADO A PARTIR DO FRUTO DO ARATICUM.....</b>	<b>36</b>
5.1 INTRODUÇÃO .....	37
5.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	37
5.2.1 Análise de Textura.....	37
5.2.2 Planejamento experimental – Processamento dos frutos.....	38
5.2.3 Rotulagem Nutricional dos Doces.....	39

5.3	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	40
5.4	CONCLUSÃO .....	51
5.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	51
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO GERAL .....</b>	<b>54</b>

## **PARTE 1**

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, ocupa 22% do território nacional, sendo superado apenas pela Amazônia (BRASIL, 2017). Devido a sua extensão e situação geográfica, a região é caracterizada por grandes variações de solo, clima, fauna e flora. O clima é sazonal, ou seja, composto por um período chuvoso que se estende de outubro a março e pelo período seco que abrange os meses de abril a setembro (KLINK; MACHADO, 2005; MALTA 2011; CHUNG, 2016).

A flora do cerrado brasileiro possui grande diversidade de frutos com grande potencial agrícola que ainda é pouco explorado. Pelo fato de se ter pouco conhecimento dessa grande diversidade frutífera e dos benefícios que o consumo in natura ou processados pode proporcionar à saúde humana, o estudo sobre os frutos do cerrado tem se tornado frequentes (CHUNG, 2016). Os frutos nativos do cerrado apresentam características sensoriais importantes e elevado valor nutritivo, ocupando um papel importante para a economia local. Além do consumo in natura, essas frutas podem ser transformadas em sucos, sorvetes, doces, licores, pães e bolos provocando agregação de valor a matéria prima e o aumento de sua vida útil (MALTA, 2011; ANGELLA, 2014).

Nesse contexto o araticum é um fruto nativo do cerrado, seu consumo ocorre prioritariamente na forma in natura, no entanto, seu processamento é desejável em face de sua frutificação exclusiva a partir dos meses de janeiro e fevereiro, o que dificulta o seu consumo. (EGYDIO, 2009; ANGELLA, 2014).

O consumo regional de alimentos com potencial valor nutritivo e funcional pode ser incentivado através do uso de tecnologias pós-colheita que aumentam a vida útil desses frutos, proporcionando novos produtos e gerando valor agregado. (ARRUDA et al., 2016)

Dentre os processos utilizados para agregação de valor a frutos, a elaboração de doces é considerada uma das formas mais aceitas, uma vez que promove a melhoria da qualidade dos produtos ofertados e ampliação da sua vida de prateleira (FREITAS et al, 2012).

A produção de doces a base de frutas é um costume antigo da população brasileira, com o intuito de acrescentar sabor à fruta e tornar possível o seu consumo durante um tempo prolongado. Nesse contexto o melhoramento desse processo se torna importante para indústria alimentícia, não só apenas por ser um processo popular e com alto nível de aceitação pela população, mas como forma de preservar o consumo de frutas, principalmente aquelas sazonais e de mais difícil acesso, durante todo o ano.

No presente trabalho o processamento do doce de Araticum trará um apelo mais natural ao produto, utilizando a substituição da pectina industrial, um importante aditivo alimentício para doces, que tem como função o melhoramento de textura do doce, sendo utilizado para alcançar o ponto ideal para formulação de um doce em massa, por albedo de maracujá, rico em pectina, que constitui o elemento fundamental necessário à formação de gel, e deve ser adicionada quando a fruta não é suficientemente rica nesse componente. (SOUZA, 2016)

Durante a fabricação de suco de maracujá (*Passiflora edulis*) é gerada uma quantidade significativa de resíduos orgânicos, que possuem um enorme potencial e que podem ser utilizados como matéria-prima na obtenção de coprodutos com aplicação tecnológica e funcional na indústria alimentícia (UEHARA et al. 2017). Dessa forma além de agregar valor nutricional e apelo mais natural ao produto, a utilização do albedo vem como forma de aproveitamento e solução para uso de algo que é considerado um resíduo pela indústria alimentícia.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 ARATICUM

A família Annonaceae apresenta uma grande variedade de espécies, incluindo atemoya (*Annona cherimola* Mill), sweetsop (*Annona squamosa*), gravioleira (*Annona muricata*) e araticum (*Annona crassiflora* Mart.). O Araticum, também conhecido como panã ou marolo, é um fruto exótico do Cerrado brasileiro, que apresenta alta qualidade nutricional e tecnológica potencial. A fruta tem polpa doce com um cheiro agradável e sabor forte, o que o torna bem aceito pelos consumidores (SOARES, 2009). Seus frutos são muito apreciados por populações locais, sendo encontrados em muitos pomares domésticos e consumidos *in natura* e/ou utilizados na fabricação de doces, geleias, compotas, sorvetes, sucos e licores (PIMENTA, 2014).

A árvore pode chegar até 8 metros de altura, apresenta um tronco de até 30 metros de diâmetro e é revestido por casca áspera e corticosa. As folhas são alternas, simples, sem estípulas, são crasso-membranosas, glaucas e ferrugínea-hirsutas quando jovens e o limbo é obovado a oblongo. Florescem durante os meses de outubro e novembro, as flores são solitárias, axilares e tem pétalas engrossadas e carnosas. Frutificam a partir dos meses de janeiro e fevereiro, seus frutos são do tipo baga subglobosa, de superfície tomentosa e tuberculada ou papilhosa. A polpa é amarela ou avermelhada, adocicada e tem cheiro agradável, é rica em carotenoides, polifenóis, tocoferóis, flavonoides, vitaminas e minerais (EGYDIO, 2009; ANGELLA, 2014).

Estudos demonstram que a utilização de celulose de araticum na formulação de produtos, incluindo iogurte, é uma opção interessante para a indústria, uma vez que estes produtos têm uma boa aceitação e intenção de compra pelo consumidor (OLIVEIRA *et al*, 2008; ROCHA *et al*, 2008).

### 2.2 DOCE EM MASSA

As frutas são consideradas produtos perecíveis pelo fato de apresentarem atividades metabólicas elevadas, conduzindo rapidamente a deterioração. Representam uma importante

fonte de nutrientes para a alimentação, porém, por ser um produto sazonal e não apresentar disponibilidade durante o ano inteiro há a necessidade da adoção de meios de conservação que aumente a vida útil do fruto, e uma maneira muito usual de conservar as propriedades do fruto é a fabricação de doces o qual utiliza um dos métodos aplicados para a conservação de frutas que é a adição de açúcar, pelo qual a preservação ocorre pela concentração das frutas reduzindo a atividade de água para reprimir o desenvolvimento de microrganismos e promover a estabilidade do alimento.

De acordo com a ANVISA (1978), doce em massa ou pasta, é o produto resultante do processamento adequado das partes comestíveis desintegradas de vegetais com açúcares, com ou sem adição de água, pectina, ajustador de pH e outros ingredientes e aditivos permitidos pela legislação até a obtenção da consistência apropriada, sendo finalmente, acondicionado de forma que seja assegurada a perfeita conservação (SILVA, 1997). Os doces em pasta e corte são muito conhecidos em várias regiões do Brasil, a produção de doce em massa propicia grande aproveitamento das frutas, diminuindo as perdas, sendo mais uma alternativa para o consumidor de produtos elaborados a base de frutas, visto que estes produtos têm grande aceitabilidade pela população. (MARTINS et al., 2009)

Os doces são classificados de acordo com a consistência como: doce cremoso ou pastoso e doce de corte; ou pelo tipo de polpas como: doce simples, quando preparado com um tipo de polpa ou misto, quando fabricado com mais de um tipo de polpa. O processamento é semelhante, diferindo basicamente nas proporções de alguns ingredientes e na concentração de sólidos solúveis (CARNEIRO; BEZERRA; GUEDES, 2009). No processamento de doces, a matéria prima utilizada deverá apresentar boa qualidade, visto que o uso de frutas saudáveis e maduras é indispensável na elaboração de um produto de alta qualidade. As frutas devem estar em seu estado ótimo de maturação, apresentar seu melhor sabor, cor e aroma. O Regulamento Técnico para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) que estabelecem padrões para Doce em Pasta e doces em massa estabelece que o teor de sólidos solúveis (°Brix) do produto final não pode ser inferior a 55% para doces cremosos e 65% para doces em massa, precisando que caso haja alguma ressalva, precise constar nos padrões específicos para os produtos correspondentes (BRASIL, 1978; MOURA, 2014).

As resoluções da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) RDC nº 8, de 6 de março de 2013, e RDC nº 45, de 3 de novembro de 2010, falam sobre o uso de aditivos alimentares para produtos feitos a base de frutas, e os aditivos alimentares que são permitidos para serem usados de forma segura de acordo com as normas de boas práticas de fabricação (BPF), também estabelecem os limites máximos que podem ser

alcançados na adição de tais aditivos na formulação de doces em massa. A legislação tolera o acréscimo de musgo islandês, pectinas, carragena, além do uso de algumas gomas, como no caso da goma garrofina, caroba, alfarroba e jataí, não é especificado as quantidades toleráveis, apenas o uso suficiente para alcançar o efeito desejado. De acordo com a legislação, alguns conservadores são autorizados, como o ácido sórbico e seus sais de sódio, potássio e cálcio, ácido benzoico e seus sais de sódio, como o cálcio e potássio. O limite estipulado para tais conservadores é de 0,1 g/100 g de produto. Conservadores como: dióxido de enxofre, anidrido sulforoso, sulfito de sódio e de potássio, bissulfito de sódio e de potássio, sulfito ácido de sódio e de cálcio, metabissulfito de sódio e de potássio, são permitidos no limite de 0,01 g/100 g de produto. Outros acidulantes são permitidos em quantidade satisfatória para alcançar o resultado necessário na formulação do doce, entre eles estão: ácido cítrico, lactato de potássio e de cálcio, ácido láctico e carbonato de potássio, bicarbonato de potássio, carbonato ácido de potássio e hidrogeno carbonato de potássio. Além disso, são permitidos os seguintes aditivos: antiespumante, antioxidante, aromatizante, corante, geleificante e umectante. (TORREZAN, 2015)

## 2.3 INFLUÊNCIAS DAS VARIÁVEIS FÍSICO QUÍMICAS NAS CARACTERÍSTICAS DO DOCE EM MASSA.

### 2.3.1 pH e Acidez

O pH não é regulamentado pela legislação brasileira, mas é fundamental na conservação de produtos alimentícios, já que o valor do mesmo nunca deve ser superior a 4,5, visto que acima deste valor, pode se beneficiar o crescimento de microrganismos (SILVA et al., 2005). O ácido cítrico é adicionado a formulações de doces de fruta para abaixar o pH. Com um pH mais baixo consegue-se aumentar a conservação de produtos alimentícios além de favorecer um aumento no valor da acidez do produto. (REIS et al. 2007).

O pH tem relação próxima com a acidez. Tal característica, agregada ao açúcar e pectina, exerce uma função expressiva na textura de produtos como geleias e doces. Como os frutos apresentam uma acidez natural, primeiramente é imprescindível verificar o teor de acidez e averiguar a necessidade de incorporação de substâncias ácidas na formulação. Caso seja necessário, é indicado estabelecer uma quantidade apropriada de ácido a ser acrescido com intuito de evitar algum possível defeito como, acidez excessiva, onde o pH fica muito baixo podendo provocar rompimento do gel e perda de água ou ainda um pH muito baixo que

não permitirá a formação do gel, que confere textura ao doce (SOLER et al., 1995; LOPES, 2007).

Os ácidos geralmente utilizados para produção de geleias e doces em massa são os ácidos orgânicos como: ácido tartárico, cítrico e málico e, em algumas circunstâncias, o ácido fosfórico. O ácido cítrico é o mais agregado por atribuir um paladar mais agradável ao produto. Outra alternativa é o uso do suco de limão, essa prática é comum em fabricações artesanais de doces e geleias. O uso do suco de limão pode ser uma alternativa, contudo recomenda-se conferir a quantidade de ácidos presentes no suco (SOLER et al., 1991; TORREZAN, 1998). No processamento do doce em massa a acidez atua juntamente com o aquecimento do meio provocando a formação de açúcar invertido, ou seja, a sacarose desdobra-se em glicose e frutose. Esta nova mistura de sacarose, glicose e frutose têm maior solubilidade que a sacarose pura (MARTINS, 2009).

### **2.3.2 Sólidos solúveis**

O teor de sólidos solúveis é de grande importância nos frutos, tanto para o consumo "in natura" como para o processamento industrial, visto que elevados teores desses constituintes na matéria-prima implicam menor adição de açúcares, menor tempo de evaporação da água, menor gasto de energia e maior rendimento do produto, resultando em maior economia no processamento (PINHEIRO et al., 1984, SILVA et al., 2002). No processamento de doce em massa a concentração de sólidos solúveis é um fator determinante devendo ser superior a 70 °Brix para doce de corte, podendo afetar entre outras características, a cor, a textura e o sabor do produto final (POLICARPO et al., 2003, MARTINS, 2009)

A concentração de açúcares é uma barreira importante para a conservação dos alimentos, principalmente pela sua capacidade de reduzir a atividade de água e, conseqüentemente, dificultar a ação microbológica (RESENDE et al., 2010). Segundo Silva et al. (2002), Uma das principais variáveis utilizadas para a determinação da qualidade pós colheita de frutas são o teor de sólidos solúveis, o mesmo é característica de interesse, principalmente para frutos comercializados in natura, pois o mercado consumidor prefere frutos doces.

## 2.4 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Os estudos envolvendo compostos antioxidantes naturalmente presentes em alimentos e a prevenção ou controle de algumas doenças não transmissíveis têm chamado a atenção da comunidade científica e da população em geral. Entre os alimentos que contêm antioxidantes naturais, as frutas e os vegetais são os que mais contribuem para o suprimento dietético destes compostos, associados aos efeitos benéficos à saúde humana (SUCUPIRA, 2012). Os antioxidantes agem como inibidores do excesso de radicais livres no organismo, prevenindo reações em cadeia ou a ativação do oxigênio a produtos altamente reativos do O<sub>2</sub>.

Compostos fitoquímicos com ação antioxidante presentes nas frutas, como por exemplo, os polifenóis, têm apresentado efeito protetor nestes alimentos, contra doenças crônico-degenerativas (MELO et al 2008, SUCUPIRA et al., 2015). Os polifenóis, produtos secundários do metabolismo vegetal, constituem um amplo e complexo grupo de fitoquímicos, com mais de 8000 estruturas conhecidas (BRAVO, 1998; MARTINEZ-VALVERDE, PERIAGO, ROD, 2000, MELO et al., 2008).

As frutas são as mais importantes fontes de polifenóis no que se diz respeito à alimentação. Isso se deve a fatores intrínsecos como: cultivar, variedade, estágio de maturação, e também aos extrínsecos, como as condições climáticas. Elas proporcionam tanto em quantidade como em qualidade, uma enorme variedade desses constituintes. No entanto, Melo et al., (2008), diz que a eficácia da ação antioxidante dos alimentos, depende da estrutura química e da concentração dos fitoquímicos.

## 2.5 ALBEDO DE MARACUJÁ

Existem consideráveis perdas de produtos agrícolas nas diversas etapas da cadeia produtiva, desde a produção no campo até o momento de consumo, passando pela elevada geração de resíduos no processamento agroindustrial de produtos animais e vegetais (MATSUURA, 2005). O Brasil se tornou um grande produtor mundial de maracujá, sobretudo o amarelo, e o albedo desse fruto, que é conhecido como um resíduo do consumo “in natura” e do processamento representa 12% a 32% da fruta. (MATSUURA, 2005)

A casca do maracujá é composta por duas partes: flavedo, a parte colorida, e o albedo, a parte branca. A primeira é rica em pectina, fonte de niacina, ferro, cálcio e fósforo, além de

possuir propriedades funcionais (SPANHOLI, 2010). As características do albedo vêm sendo pesquisadas especialmente no que se diz respeito à quantidade e ao tipo de fibras que estão presentes em tal alimento. Estudos realizados por Yapó, 2009 e Galisteo e Duarte, 2008 retratam que tais fibras são estudadas principalmente em relação ao teor e tipo de fibras presentes que são essenciais à saúde humana por ter grande capacidade de reduzir o LDL e aumentar o HDL, sendo então indicado como auxiliar no tratamento de diabetes e redução de peso, já que se comprovou que a pectina do albedo retém água formando géis viscosos que retardam o esvaziamento gástrico e o trânsito intestinal (SILVA, 2016). Resultados obtidos no trabalho de Córdova et al. 2005, afirmam que a casca do maracujá apresenta alto índice de fibras, principalmente, a solúvel, o que implica que novos produtos a base de fibras, feitos a partir da casca do maracujá, seriam uma alternativa de produto funcional, que poderiam vir a ajudar na prevenção de doenças relacionadas ao coração e também ao trato gastrointestinal.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Aproveitamento do fruto do araticum, na forma de doce com substituição da pectina comercial por albedo de maracujá, bem como a avaliação da qualidade e de algumas propriedades funcionais tanto do fruto in natura quanto do produto processado.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a matéria-prima quanto à: composição centesimal (umidade, proteína, lipídeos, fibra bruta e cinzas), pH, acidez titulável, vitamina C, açúcares redutores e não redutores, atividade antioxidante;
- Avaliar a capacidade antioxidante da matéria-prima por meio do protocolo DPPH;
- Realizar o processamento dos frutos do cerrado na forma de doce em massa;
- Avaliar a capacidade antioxidante dos doces em massa, por meio do protocolo DPPH;
- Realizar a análise de textura do doce;
- Proceder a rotulagem nutricional dos doces;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 45, de 3 de novembro de 2010. Dispõe sobre aditivos alimentares autorizados para uso segundo as Boas Práticas de Fabricação (BPF). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 nov. 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC Nº 8, de 6 de março de 2013. Dispõe sobre a aprovação de uso de aditivos alimentares para produtos de frutas e de vegetais e geleia de mocotó. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 mar. 2013. Seção 1, p. 68.

ANGELLA, Flávia Cristina de Oliveira. **Avaliação da atividade antioxidante em extratos de frutas típicas do Cerrado brasileiro**. 2014. 79 f. Tese (Doutorado) – Curso de Química Analítica e Inorgânica, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). RDC 359 de 23 de setembro de 2003. 2003a. Dispõe sobre Regulamento Técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional. Brasília, 2003. Disponível em [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/res0359\\_23\\_12\\_2003.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/res0359_23_12_2003.html) Acesso em 20/02/2016.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente (MMA). **O Bioma Cerrado**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>. Acesso em 15 de abril de 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução Normativa nº 9 de 11/12/1978. Resolução normativa sobre os padrões para doce de frutas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 11/12/1978.

CARNEIRO, L. C.; BEZERRA, A. M. de M.; GUEDES, J. A. de M. Fabricação de doce de goiaba com aproveitamento do albedo do maracujá amarelo. **Holos**, Currais Novos, v. 4, n. 25, p. 26 – 32, jul. 2009.

CHUNG, Monique Mi Song. **Poupa de guavira (*Camponesia cambessedeanana* Berg) desidratada em Spray Dryer: Efeitos das condições de processo e composição de alimentação nas propriedades físico químicas e atividade antioxidante**. 2016. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Ciências de Materiais, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74133/tde-11042016-141350/en.php#referencias>>. Acesso em: 1 de abril 2018.

CÓRDOVA, KATIELLE R. VONCIK et al. Características físico-químicas da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Flavicarpa Degener) obtida por secagem. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v. 23, n. 2, 2005.

DA SILVA, Elaine Cristina Oliveira et al. Obtenção e caracterização da farinha do albedo de maracujá (*Passiflora edulis* f. Flavicarpa) para uso alimentício. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 11, n. 3, p. 69-74, 2016.

DE ALMEIDA MELO, Enayde et al. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n. 2, p. 193-201, 2008.

- EGYDIO, Anary Priscila Monteiro. **Análises das variações fotoquímicas, estrutura genética e importância econômica de *Annoma crassiflora* Mart., no cerrado**, 2009. 68 f. Tese (Doutorado) – Departamento de Botânica, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- FERREIRA, D. F. Sistema para análise de variância para dados balanceados - SISVAR. Lavras: UFLA, 1999. 92 p.
- FREITAS, M. L. F.; MENEZES, C. C.; CARNEIRO, J. D. S.; REIS, R.P. Consumo e produção de doces artesanais. **Alim. Nitr.**, Araraquara, v. 23, n. 4, p. 589 – 595, out/dez. 2012.
- GALISTEO, M.; DUARTE, J. Z. A. Effects of dietary fibers on disturbances clustered in the metabolic syndrome. *Journal Nutrition Biochemistry*, v.19, n.2, p.71-84, 2008.
- KLINK, Carlos A.; MACHADO, Ricardo B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 147 – 155, 2005.
- MALTA, Luciana Gomes. **Avaliação biológica de frutas do cerrado brasileiro: guapeva, gabiroba e murici**. 2011. 224 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp, Campinas - SP, 2011.
- MARTINS, GA de S. Determinação da vida-de-prateleira por testes acelerados de doce em massa de banana cv. Prata. 2009
- MATSUURA, Fernando Cesar Akira Urbano et al. Estudo do albedo de maracujá e de seu aproveitamento em barra de cereais. 2005.
- MOURA, Rodrigo Leite et al. Avaliação da qualidade físico-química em doces cremosos de goiaba comercializados em Limoeiro do Norte-CE. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 3, p. 303-306, 2014
- PIMENTA A.C.; SILVA P.S.R.; K.C.Z. RIBAS; Koehler H.S. Caracterização de plantas e de frutos de araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart.) nativos no Cerrado Matogrossense . *Rev. Bras. Frutic.* vol.36 no.4 Jaboticabal Dec. 2014
- RESENDE, JTV de et al. Produtividade e teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, v. 28, n. 2, p. 185-189, 2010
- REIS, K. C., AZEVEDO, L. F., SIQUEIRA, H. H., FERREIRA, F. Q. Avaliação físico-química de goiabas desidratadas osmoticamente em diferentes soluções. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 31, n. 3, p. 781-785, 2007.)
- SILVA, R. A.; OLIVEIRA, A. B.; FELIPE, E. M. F.; NERESI, F. P. T. J.; MAIA, G. A.; COSTA, J. M. C. Avaliação físico-química e sensorial de néctares de manga comercializadas em Fortaleza-CE. *Publicação UEPG Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias, Ponta Grossa.* v.11, n. 3, p. 21- 26, 2005.)
- SILVA, J. da; SILVA, ES da; SILVA, P. S. L. Determinação da qualidade e do teor de sólidos solúveis nas diferentes partes do fruto da pinheira (*Annona squamosa* L.). *Revista brasileira de fruticultura*, v. 24, n. 2, p. 562-564, 2002
- SOLER, M. P. et al. *Industrialização de frutas*. Campinas, SP: Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), 1991 (Manual Técnico no 8).

SOLER, M. P. et al. Frutas, compotas, doce em massa, geleias e frutas cristalizadas para micro e pequena empresa. Campinas, SP: Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), 1995 (Manual Técnico)

SPANHOLI, Luciana; DE OLIVEIRA, Viviani Ruffo. Utilização de farinha de albedo de maracujá (*Passiflora edulis flavicarpa* Degener) no preparo de massa alimentícia. **Alimentos e Nutrição**, 2010.

SUCUPIRA, Natália Rocha et al. Métodos para determinação da atividade antioxidante de frutos. *Journal of Health Sciences*, v. 14, n. 4, 2015.

TORREZAN, R. Manual para produção de geleias de frutos em escala industrial. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa-CTAA, 1998. (EMBRAPA - CTAA. Documentos, 29).

TORREZAN, R. Doce em massa. . – Brasília, DF : Embrapa, 2015

YAPO, B. M. Pineapple and banana pectins comprise fewer homogalacturonan building blocks with a smaller degree of polymerization as compared with yellow passion fruit and lemon pectins: implication for gelling properties. *Biomacromolecules*, v. 10, n. 4, p. 717-721, 2009.

## **PARTE 2**

#### 4 ARTIGO 1: CARACTERIZAÇÃO DO FRUTO DO ARATICUM (*Annona crassiflora* Mart.)

##### RESUMO

Diversos frutos do cerrado com potencial econômico são consumidos in natura ou processados ao redor do país, no entanto, poucos dados estão disponíveis na literatura especializada com relação à composição química destes frutos e sua aplicação tecnológica. Em virtude disso a uma necessidade de pesquisas científicas sobre os frutos do cerrado e o seu valor funcional. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a composição centesimal do fruto característico do cerrado: Araticum (*Annona crassiflora* Mart.) assim como o seu potencial antioxidante. Foram realizadas análises de umidade, sólidos solúveis totais, acidez total titulável, vitamina C, teor de lipídeos, proteína, fibra bruta, açúcares redutores e não redutores e atividade antioxidante pelo método do DPPH. Todas as análises realizadas foram feitas segundo metodologia descrita pelo instituto Adolfo Lutz. O perfil físico-químico do fruto do Araticum (*Annona crassiflora* Mart.), apresentou baixa acidez, com uma média de 0,6%. O valor para sólidos solúveis encontrado foi de 24° Brix, a quantidade de sólidos presentes no fruto apresenta alta correlação com a quantidade de açúcares, o que determina também a doçura do fruto, característica importante para a indústria de alimentos. A umidade encontrada para a polpa do araticum foi de 60%, considerado padrão para o fruto quando comparado a valores encontrados na literatura. O valor de ácido ascórbico encontrado para o fruto foi de 58,11 mg/ 100g do fruto, o que é considerado uma fonte elevada da vitamina. O teor de lipídeos encontrado no araticum foi de 2,83%. Desta maneira, não são frutas com alto teor de gordura, sendo adequadas para uma dieta de baixa caloria. A atividade antioxidante encontrado foi de 27,19 mg de DPPH por g de fruto.

**Palavras-Chave:** Caracterização físico-química, Frutos do cerrado; atividade Antioxidante

##### ABSTRACT

Several fruits of cerrado with economic potential are consumed in natura or processed around the country, however, few data are available in the specialized literature regarding the chemical composition of these fruits and its technological application. Due to this, there is a need for scientific research on the fruits of the cerrado and its functional value. The objective of the present work was to evaluate the centesimal composition of the characteristic fruit of the cerrado: Araticum (*Annona crassiflora* Mart.) As well as its antioxidant potential. Moisture, total soluble solids, total titratable acidity, vitamin C, lipid content, protein, crude fiber, reducing and non - reducing sugars and antioxidant activity were evaluated using the DPPH method. All analyzes were performed according to the methodology described by the Adolfo Lutz Institute. The physical-chemical profile of the Araticum fruit (*Annona crassiflora* Mart.), Presented low acidity, with an average of 0.6%. The soluble solids value found was 24 ° Brix, the amount of solids present in the fruit shows a high correlation with the amount of sugars, which also determines the sweetness of the fruit, an important characteristic for the food industry. The humidity found for the pulp of the araticum was 60%, considered standard

for the fruit when compared to values found in the literature. The ascorbic acid value found for the fruit was 58.11 mg / 100g of the fruit, which is considered a high source of the vitamin. The lipid content found in araticum was 2.83%. In this way, they are not fruits with high fat, being suitable for a diet of low calorie. The antioxidant activity was 27.19 mg of DPPH/ g of fruit.

**Key words:** Physico-chemical characterization, Savana fruits; antioxidant activity

#### 4.1 INTRODUÇÃO

O Cerrado é o bioma mais característico do Brasil e ocupa aproximadamente 2 milhões de km<sup>2</sup>, abrangendo áreas de vários estados, sendo que, cerca de 90 % de suas áreas estão situadas nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso, Goiás Tocantins e Bahia. O fato de este bioma ocupar a região Central do Brasil acaba ligando-o com quatro dos seis biomas brasileiros, entre eles a Mata Atlântica a sudeste e a Floresta Amazônica ao norte, sendo formado por onze fitofisionomias com formações campestres mais abertas até formações florestais com dossel fechado. (ARRUDA et al., 2015).

O aproveitamento dos frutos do Cerrado acontece desde que as terras do bioma foram ocupadas, sendo que os frutos já eram consumidos por índios da região. Esses frutos tiveram papel importante para os primeiros desbravadores e colonizadores das terras brasileiras. Diversas espécies de frutas do cerrado são fontes possíveis de exploração alimentar (ricos em nutrientes benéficos à saúde), mas ainda se não são conhecidas e nem muito apreciadas. Além disso, pouco desse bioma é protegido por lei, e os avanços da fronteira agrícola vem tornando esse bioma altamente ameaçado. (ARRUDA et al., 2014).

A incrementação desses frutos na culinária vem despertando a atenção de vários seguimentos da sociedade, dentre os quais se destacam agricultores, indústrias, instituições de pesquisa e órgãos de saúde. (ARRUDA; CRUZ; ALMEIDA, 2012).

As frutas, além de estarem associadas a uma dieta saudável, fornecem componentes importantes, que atuam nas funções básicas do nosso organismo, como, por exemplo, o ácido ascórbico, o betacaroteno e a vitamina E, fontes de compostos bioativos ligados à prevenção de doenças. Alguns frutos do Cerrado vêm sendo estudados na busca de encontrar aquele que possua, na sua composição, substância com atividade antioxidante, como carotenoides, vitamina C e flavonoides (CARDOSO et al., 2013; ROCHA et al., 2013).

O araticum (*Annona crassiflora* Mart.) é uma frutífera nativa do Bioma Cerrado. Trata-se de espécie frutícola de grande potencial econômico e social. Estudos referentes a fenologia de plantas nativas do bioma Cerrado são escassos e podem ser promissores para um aproveitamento racional e sustentável de suas potencialidades. (DE MELO et al., 2015).

O presente trabalho teve por objetivo caracterizar o fruto do araticum, analisando assim as características físico-químicas do fruto, além de avaliar seu potencial antioxidante.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.2.1 Matéria Prima

Os frutos foram obtidos do cerrado brasileiro, e selecionados de acordo com o estado de maturação e conservação. Estes passaram por uma seleção para eliminar os que estivessem machucados, verdes ou muito maduros e foram encaminhados para o Laboratório de Cinética e Modelagem de Processos na Universidade Federal do Tocantins.

### 4.2.2 Caracterização dos Frutos

Para a caracterização dos frutos coletados foram realizadas as seguintes análises, de acordo com metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (2005) e a AOAC (1992): análise centesimal, pH, acidez titulável, vitamina C, açúcares redutores e não redutores.

### 4.2.3 Atividade Antioxidante

Avaliou-se a capacidade antioxidante dos extratos dos frutos através da redução do radical estável DPPH (1,1-difenil-picrilhidrazil), método proposto por Brand-Williams et al., (1994) e realizado de acordo com o método descrito por Rufino et al., (2007) modificado.

### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As respostas para as análises físico-químicas do fruto do Araticum (*Annona crassiflora* Mart.), encontram-se sumarizadas na Tabela 1.

**Tabela 1:** Caracterização físico-química do fruto do Araticum (*Annona Crassiflora* Mart.).

<b>Característica</b>	<b>Média ± DP</b>
Acidez total (%)	0,63 ± 0,09
Brix (°)	24 ± 0,40
Umidade (%)	60,31 ± 2,06
Vit. C (mg/100g)	58,11 ± 2,02
Lipídeos (%)	2,4 ± 0,78
pH	4,83 ± 0,01
Proteínas (%)	4,78 ± 0,12
Cinzas (%)	0,6 ± 0,02
Fibra Bruta (%)	9,28 ± 0,74
Açúcares Redutores (%)	13,90 ± 0,16
Açúcares Não Redutores (%)	7,24 ± 0,91

O araticum apresentou baixa acidez, com uma média de 0,6%. De acordo com (CECCHI, 2003), os ácidos orgânicos presentes em frutos influenciam o sabor, o odor, a cor, a estabilidade e a manutenção da qualidade do alimento processado a partir desse fruto. Frutos com acidez total acima de 1% são de maior interesse para as agroindústrias. De acordo com Pinto et al., (2016), frutos mais ácidos tem menor necessidade de adição de ácido cítrico, artifício utilizado pelas indústrias para conservação do alimento, inibindo o desenvolvimento de microrganismos. Pinedo et al., (2013) encontrou valor de acidez para a polpa do araticum de 0,24%, já Morais (2017) de 0,30 g/100g. Os valores foram próximos ao encontrado neste

trabalho, determinando que o fruto tem um nível de acidez baixo. Ressaltando que a época do ano e o local onde o fruto foi colhido podem influenciar em algumas características da fruta. O valor de pH e conseqüentemente de acidez titulável dependem do grau de maturação das frutas.

O teor de sólidos solúveis apresenta alta correlação positiva com o teor de açúcares e, portanto, geralmente é aceito como uma importante característica de qualidade (AULENBACH, WORHINGTON 1974; SILVA et al., 2003). Para Rodrigues et al. (2007), a quantidade de sólidos solúveis encontrado na fruta possui correlação com a lucratividade. Frutas com alto teor de sólidos solúveis exigem menor acréscimo de açúcar na formulação e processamento de alimentos, atingindo a concentração ideal de sólidos com uma menor quantidade de açúcar. O valor para sólidos solúveis encontrado foi de 24° Brix, valor aproximado ao encontrado por Pinedo et al., (2013), que foi de 26° Brix.

De acordo com Cecchi, (2003), a umidade de frutas tem a capacidade de influenciar na sua estabilidade, qualidade e composição. A umidade encontrada para a polpa do araticum foi de 60%, valor aproximado também ao encontrado por PINEDO et al. 2013 para o mesmo fruto que foi de 67%. Segundo Jesus et al. (2004), a umidade existente nas frutas influencia o rendimento do processamento de produtos derivados delas.

O ácido ascórbico ou vitamina C é uma das substâncias com maior significado para a nutrição humana e encontra-se presente em frutas e hortaliças (LEE e KADER, 2000). O ácido ascórbico desempenha várias funções biológicas relacionadas ao sistema imune, formação de colágeno, absorção de ferro, inibição da formação de nitrosaminas e atividade antioxidante (VANNUCHI et al.; 1998; SILVA et al.,2004). Classifica-se a quantidade de ácido ascórbico em frutas em níveis diferentes, fontes consideradas elevadas possuem de 100 a 300 mg/ 100g; as fontes médias possuem entre 50 a 100 mg/100g; as consideradas baixas fontes de ácido ascórbico estão entre 25 a 50 mg/100g e por último as fontes muito baixas, quando são menores que 25mg/100g de polpa (FRANCO, 1999). Morais et al., (2017), reportaram um valor médio de 5,27 mg/ 100g de ácido ascórbico para o araticum em estágio maduro, sendo esse um valor inferior ao encontrado (58,11 mg/ 100g). Já Cruz et al., (2013), reporta valor médio de 60,97 mg/100g em polpa de araticum. Entende-se que as alterações no conteúdo de ácido ascórbico no mesmo fruto são decorrentes de diferentes fatores ou estresses ambientais durante o plantio, colheita e armazenamento. Dentre eles estão luz, temperatura, presença de poluentes (DAVEY et al., 2000), além do estágio de maturação da fruta que também influenciará no teor de ácido ascórbico no fruto, a maturação do fruto tende a diminuir níveis de ácido ascórbico (ZAMUDIO, 2009). Os frutos do araticum (*Annona*

*crassiflora* Mart.) possuem valores de ácido ascórbico superiores aos frutos tropicais cítricos: Tangerina ponkã com 32,47 mg/100g; Tangerina murcote com 21,47 mg/100g ) e inferiores a laranja pêra com 62,50 mg/100g e laranja lima com 64,68 mg/100g (COUTO et al., 2010).

O teor de lipídeos encontrado no araticum foi de 2,4%. Rocha et al. (2013) em estudo sobre a composição centesimal, valor energético e minerais de diversos frutos do cerrado, obtiveram valores de lipídeos para alguns frutos característicos do cerrado como: cagaita que possui 0,3 g/100g, no cajuí 0,3 g/100g e 1,36 g/100g no jatobá. Moraes (2017) relatou que cada cem gramas de polpa de Araticum contém 1,06 g de lipídios. Desta maneira, não são frutas com alto teor de gordura, sendo adequadas para uma dieta de baixa caloria.

O pH médio encontrado na polpa do fruto do araticum foi de 4,83% similar ao valor de pH 4,49 obtido por Damiani et al. (2011) e o encontrado por Pimenta et al., (2014) que foi de 4,45, em frutos da mesma espécie.

O teor de proteína encontrado para o Araticum neste trabalho foi de 4,78%, valor superior ao encontrado por Damiani et al., (2011) que foi de 1,99 g.100 g<sup>-1</sup>.

O valor para cinzas encontrado neste trabalho está um pouco acima do valor encontrado por Haertel et al., (2014) que foi de 0,46 g/100g, já Da Silva et al., (2009) encontrou valor de 0,90 g/100g em polpa in natura de Araticum. No que se diz respeito a fibra bruta, Da Silva et al. (2009) encontrou 7,0 g/100g na polpa in natura e Cardoso et al., (2013) encontrou 3,50% para o fruto, valores estes inferiores ao encontrado neste trabalho que foi de 9,28%.

Os valores de açúcar redutor e não redutor encontrado neste trabalho foi de 13,9% e 7,24%, respectivamente. Valores estes, superiores aos encontrados na literatura para polpa de umbu que foi de 4,92% e 5,58% para açúcares redutores e não redutores (SILVA et al., 2016), e para pitaya que encontrou 8,83% para açúcar redutor e 6,16% para açúcar não redutor. (SANTOS et al., 2016).

**Tabela 2:** Teor de atividade antioxidante em fruto do Araticum (*Annona Crassiflora* Mart.)

<b>Característica</b>	<b>Média ± DP</b>
Atividade Antioxidante (mg/g)	27,19 ± 2,18

É cada vez maior o interesse da população por alimentos que tragam algum benefício a saúde. Evidências científicas relatam que os antioxidantes encontrados em alimentos contribuem para a redução do risco de doenças crônicas não transmissíveis, como as cardiovasculares, câncer ou neurodegenerativas (MCCUNE et al., 2011).

O valor encontrado para atividade antioxidante do fruto araticum foi de 27,19 mg de DPPH/g de fruto, valor considerado alto quando comparado com a pitaya que apresentou valor de 1,4 mg DPPH.g-1 fruta (RODRIGUES, 2010). Morzelle, (2015) encontrou para frutos típicos do cerrado como a curriola, gabirola e murici, os valores de atividade antioxidante de 13,69 mg de DPPH/g, 49,00 mg de DPPH/g e 56,00 mg de DPPH/g respectivamente. Os frutos de araticum, cagaita, cajuzinho, mangaba, lobeira, jurubeba e tucum são expressivas fontes de compostos antioxidantes (MORZELLE et al., 2015)

#### 4.4 CONCLUSÃO

O fruto analisado apresentou boa quantidade de sólidos solúveis em sua amostra, o que o torna um fruto de alta qualidade para a indústria alimentícia, devido ao seu potencial para produção de doces, geleias e sorvetes. Possui baixo teor de lipídeos, tornando-se adequada para dietas de baixa caloria. A acidez expressa em porcentagem apresentou valor inferior a 1%, o que faz desse fruto pouco ácido. O araticum se apresentou um fruto com expressiva atividade antioxidante, quando comparada a outros frutos. Os resultados mostraram que as polpas apresentam características nutricionais desejáveis.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARÉVALO-PINEDO, Aroldo et al. Alterações físico-químicas e colorimétricas de geleias de araticum (*Annona crassiflora*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 15, n. 4, p. 397-403, 2013.

AULENBACH, B.B.; WORHINGTON, J.T. Sensory evaluation of muskmelon: is soluble solids content a good quality index ?, *Alexandria*, v. 9, n. 1, p. 136-137, 1974.

ARRUDA, Henrique Silvano et al. Avaliação da atividade antioxidante e da presença de oligossacarídeos na polpa de araticum (*Annona crassiflora* Mart.). 2015.

ARRUDA, H. S.; CRUZ, R. G. DA; ALMEIDA, M. E. F. DE. Caracterização química, funcionalidade e toxicidade do pequi. *Nutrição Brasil*, v. 11, n. 5, p. 315–319, 2012.

ARRUDA, Henrique Silvano et al. Ação extensionista para fortalecer a importância alimentar e ambiental dos frutos do cerrado em Rio Paranaíba (MG). **Revista Conexão UEPG**, v. 10, n. 2, 2014.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Agricultural Chemists. 12.ed. Washington, DC.: AOAC, 1992. 1094p.

BRAND-WILLIAMS, Wendy; CUVELIER, Marie-Elisabeth; BERSET, C. L. W. T. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT-Food science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

CARDOSO, L. M.; OLIVEIRA, D. S.; BEDETTI, S. F.; MARTINO, H. S. D.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. Araticum (*Annona crassiflora* Mart.) from the Brazilian Cerrado: chemical composition and bioactive compounds. **Food Research International**, v. 68, p. 121-134, 2013.

CECCHI, Heloísa Máscia. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Editora da UNICAMP, 2003.

COUTO, Meylene Aparecida Luzia; GUIDOLIN CANNIATTI-BRAZACA, Solange. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 1, 2010.

DA CRUZ, Luciana Soares et al. Caracterização física e química das frações do fruto atemoia (gefner). **Cienc Rural**, v. 43, p. 2280-2284, 2013.

DA SILVA, Adélia Maria Lima; GOMES, Ana Cláudia Garcia; DE ANDRADE MARTINS, Bruno. Alterações físico-químicas e estudo enzimático da polpa de araticum (*Annona crassiflora* Mart). **Estudos**, v. 36, n. 4, p. 775-783, 2009.

DA SILVA, Adélia Maria Lima; GOMES, Ana Cláudia Garcia; DE ANDRADE MARTINS, Bruno. Alterações físico-químicas e estudo enzimático da polpa de araticum (*Annona crassiflora* Mart). **Estudos**, v. 36, n. 4, p. 775-783, 2009.

DA SILVA, Maria Inacio et al. Caracterização físico-química da polpa de umbu em camada de espuma. **Revista Semiárido De Visu**, v. 3, n. 2, p. 82-91, 2016.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E.V.B.; ASQUIERI, E.R.; LAGE, M.E.; OLIVEIRA, R.A.; SILVA, F.A.; PINTO, D.M.; RODRIGUES, L.J.; SILVA, E.P.; PAULA, N.R.R. Characterization of fruits from the savanna: Araça (*Psidium guinnensis* Sw.) and Marolo (*Annona crassiflora* Mart.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.31, n.3, p.723-729, 2011.

DAVEY, Mark W. et al. Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, n. 7, p. 825-860, 2000.

DE MELO, Aniela Pilar Campos et al. Fenologia reprodutiva do araticum e suas implicações no potencial produtivo/Araticum reproductive phenology and its implications for productive potential. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 4, p. 495, 2015.

DE MORAIS CARDOSO, Leandro et al. Araticum (*Annona crassiflora* Mart.) from the Brazilian Cerrado: chemical composition and bioactive compounds. **Fruits**, v. 68, n. 2, p. 121-134, 2013.

DOS SANTOS, Mayara Regina Pereira Vello et al. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E ENZIMÁTICA DE FRUTOS DE PITAIA (*Hylocereus undatus*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 10, n. 2, 2016.

- FRANCO, G. Tabela de composição química dos alimentos. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 1999.
- HAERTEL, Alessandra Oliveira da Silva. **Compostos bioativos e características físico-químicas de morangos cv. Camarosa minimamente processados submetidos a revestimentos à base de gelatina, xantana e óleo de canola**. 2014. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pelotas.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008. 1020 p.
- JESUS, Sandra Cerqueira de et al. Caracterização física e química de frutos de diferentes genótipos de bananeira. 2004.
- LEE, Seung K.; KADER, Adel A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest biology and technology**, v. 20, n. 3, p. 207-220, 2000.
- MORAIS, Elaine Carvalho de et al. Bioactive compounds and physicochemical characteristics of in natura and pasteurized araticum pulp. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, 2017.
- MORZELLE, MARESSA CALDEIRA et al. Caracterização química e física de frutos de curriola, gabioba e murici provenientes do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 1, p. 96-103, 2015.
- PIMENTA A.C.; SILVA P.S.R.; K.C.Z. RIBAS; Koehler H.S. Caracterização de plantas e de frutos de araticunzeiro (*Annona crassiflora* Mart.) nativos no Cerrado Matogrossense. Rev. Bras. Frutic. vol.36 no.4 Jaboticabal Dec. 2014
- PINTO, Mayara Caroline Carvalho. **Caracterização de sementes e micropropagação de guapeva [*Pouteria torta* (Mart) Radlk]**. 2016, 65 p. Dissertação (Mestrado Acadêmico) – Universidade Federal de Lavras, 2016.
- REIS SILVA, Mara; SEBASTIANA SILVA, Maria; SILVA OLIVEIRA, Jeanne. Estabilidade de ácido ascórbico em pseudofrutos de caju-do-cerrado refrigerados e congelados. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, n. 1, 2004.
- ROCHA, MARINA SOUZA et al. Caracterização físico-química e atividade antioxidante (in vitro) de frutos do cerrado Piauiense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 933-941, 2013.
- RODRIGUES, Sabrina Ávila et al. Influência da cultivar nas características físicas, químicas e sensoriais de topping de mirtilo. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 1, n. 1, 2007.
- RODRIGUES, L.J. **D e s e n v o l v i m e n t o e processamento mínimo de pitaiá nativa (*Selenicereus setaceus* Rizz) do cerrado brasileiro**. 2010. 164 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.
- RUFINO, M. D. S. M. et al. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS<sup>o+</sup>. **Embrapa Agroindústria Tropical- Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2007.
- SILVA, Paulo S. Lima et al. Distribution of total soluble solids content in the melon. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 1, p. 31-33, 2003.

VANNUCCHI, H. et al. Vitaminas hidrossolúveis. **Dutra-de-Oliveira JE, Marchini JS, organizadores. Ciências nutricionais. São Paulo: Sarvier**, p. 191-207, 1998.

ZAMUDIO, Luz Haydee Bravo. Caracterização de Vitamina C em frutos de Camu-camu *Myrciaria dubia* (HBK) em diferentes estágios de maturação do Banco Ativo de Germoplasma de Embrapa. 2009.

## 5 ARTIGO 2: OTIMIZAÇÃO DO PROCESSAMENTO DE UM DOCE EM MASSA ELABORADO A PARTIR DO FRUTO DO ARATICUM.

### RESUMO

Frutos do cerrado são fontes ainda pouco conhecidas e estudadas de diversos benefícios no que se diz respeito a vitaminas e antioxidantes. O processamento desse fruto na forma de doce estende a sua vida útil além de agregar valor ao produto. O objetivo desse trabalho foi verificar o efeito da concentração de albedo de maracujá, concentração de ácido cítrico e razão polpa/açúcar sobre as características físicas e físico-químicas de formulações de doce de Araticum, além da otimização desse processo. Foi utilizado um planejamento fatorial  $2^3$  completo com 3 pontos centrais. Os Resultados mostraram que a concentração de albedo de maracujá teve pouca influência sobre as respostas analisadas, a razão polpa/açúcar e a concentração de ácido cítrico são as variáveis mais relevantes nesse processo. Para obter doces com maiores concentrações de proteína, vitamina C, fibras, e de maior rendimento é necessário o aumento da concentração de ácido cítrico e a maior razão polpa/açúcar. As variáveis independentes não influenciaram de maneira significativa na atividade antioxidante do doce.

**Palavras-Chave:** Otimização, frutos do cerrado, Doce em massa.

### ABSTRACT

Fruits of the cerrado are sources still little known and studied of diverse benefits with regard to vitamins and antioxidants. The processing of this fruit in the form of sweet extends its useful life in addition to adding value to the product. The objective of this work was to verify the effect of the concentration of passion fruit albedo, citric acid concentration and pulp / sugar ratio on the physical and physicochemical characteristics of Araticum sweet formulations, as well as the optimization of this process. A complete  $2^3$  factorial design with 3 central points was used. The results showed that the concentration of passion fruit albedo had little influence on the responses analyzed; the pulp/sugar ratio and the citric acid concentration are the most relevant variables in this process. To obtain sweets with higher concentrations of protein, vitamin C, fibers, and higher yields, the increase of the citric acid concentration and the higher pulp / sugar ratio is required. The independent variables did not significantly influence the antioxidant activity of candy.

**Key words:** optimization, fruits of the cerrado, sweet in bulk

## 5.1 INTRODUÇÃO

O araticum (*Annona crassiflora* Mart.) é uma fruta nativa do Cerrado. Denomina-se uma espécie frutícola que possui um grande potencial social e econômico. Pesquisas sobre frutos nativos do bioma cerrado são escassas e podem ser de suma importância para um aproveitamento natural e sustentável do seu potencial (DE MELO, 2015).

A elaboração de doces a base de frutas é uma opção para utilização de frutas excedentes agregando valor aos produtos, também pode ser utilizado como forma de consumir frutas sazonais durante o ano inteiro. (OLIVEIRA, 2018)

O doce de fruta ou doce em pasta é definido como produto resultante do processamento adequado das partes comestíveis desintegradas de vegetais com açúcares, com ou sem adição de água, pectina, ajustador do pH e outros ingredientes e aditivos permitidos por estes padrões, até uma consistência apropriada, sendo finalmente, acondicionado de forma a assegurar sua perfeita conservação (ANVISA, 1978).

Levando em consideração o estilo de vida atual que uma grande maioria da população se esforça para manter, tem-se apurado um aumento na demanda por produtos mais nutritivos, e de boa qualidade, dessa forma a indústria alimentícia está cada vez mais preocupada em atender a esse público, além de conseguir aumentar a vida de prateleira de tais produtos. Doces em massa quando processados de forma adequada, são excelentes opções de produtos nutritivos e que possuem uma vida útil prolongada (CUNHA, 2016).

Este trabalho teve como objetivo otimizar o processo de formulação de um doce em massa de um fruto típico do cerrado, o Araticum.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.2.1 Análise de Textura

Para a análise de perfil de textura das amostras dos doces foi utilizado um Texturômetro (TA. XT. Plus – Texture Analyser), geometria P5S, no Laboratório Multiusuário de Análises, na Universidade Federal de Goiás. Os parâmetros para a realização das medições foram: velocidade pré-teste: 2 mm/s; velocidade de teste: 2 mm/s; velocidade

pós-teste: 2 mm/s; e distância: 15 mm. No perfil de textura, foram determinados os atributos dureza e adesividade.

### **5.2.2 Planejamento experimental – Processamento dos frutos**

As frutas *in natura* passaram por procedimentos como descascamento/despolpamento, adição de água, formulação (adição de açúcar, pectina e ácido), concentração à pressão atmosférica, enchimento a quente/fechamento da embalagem e rotulagem/armazenamento. Os doces foram embalados em embalagens de polietileno e armazenadas em geladeira. Foi utilizado o albedo de maracujá como fonte de pectina, conforme descrito por Silva et. al. (2012).

Para o processamento do doce foi utilizada metodologia de superfície de resposta com planejamento fatorial completo  $2^3$  de acordo com a metodologia descrita por Box e Draper (1987), que tem por finalidade avaliar a influência de três fatores como a concentração de ácido cítrico, a razão polpa/açúcar e a concentração do albedo como fonte de pectina (variáveis independentes) sobre as variáveis respostas pH, acidez titulável (AT), açúcares não redutores (ANR), açúcares redutores (AR), rendimento (RE), atividade antioxidante (AA), vitamina C (VC), sólidos solúveis (SS), Proteína (PR), Fibra Bruta (FB). Foi estimado o modelo de otimização incluindo o efeito de interação de acordo com o valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ), sendo este assumido como um valor superior a 70%, permitindo inferir que o modelo explica uma elevada porcentagem da variabilidade total. A Tabela 3 mostra o delineamento experimental, bem como as variáveis codificadas e reais.

**Tabela 3:** Delineamento experimental 2<sup>3</sup>, para os ensaios de elaboração de doce de araticum.

Ensaio	Variáveis codificadas			Variáveis reais		
	X1	X2	X3	X1 (%)	X2 (m/m)	X3 (%)
1	+1	+1	+1	1	60/40	3
2	-1	-1	+1	0	40/60	3
3	+1	-1	+1	1	40/60	3
4	-1	+1	+1	0	60/40	3
5	+1	+1	-1	1	60/40	0
6	-1	+1	-1	0	60/40	0
7	+1	-1	-1	1	40/60	0
8	-1	-1	-1	0	40/60	0
9	0	0	0	0,5	50/50	1,5
10	0	0	0	0,5	50/50	1,5
11	0	0	0	0,5	50/50	1,5

Nota: X1= concentração de ácido cítrico (%); X2= razão polpa/açúcar (m/m) e X3= Concentração de albedo (%)

### Cálculo dos rendimentos

#### Equação 1:

Para doces em relação à polpa:

$$\% \text{ do rendimento do doce} = \frac{Pf}{Pi} \times 100$$

Onde:

$Pi$  = peso da polpa

$Pf$  = peso do doce após o processamento

### 5.2.3 Rotulagem Nutricional dos Doces

As tabelas de informação nutricional dos rótulos dos doces foram elaboradas através da ferramenta de cálculo da rotulagem nutricional, disponível no site da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), sendo este um programa recomendado pela ANVISA por atender a RDC 359 que trata do Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados Para Fins de Rotulagem Nutricional e a RDC 360 que aborda o Regulamento Técnico Sobre

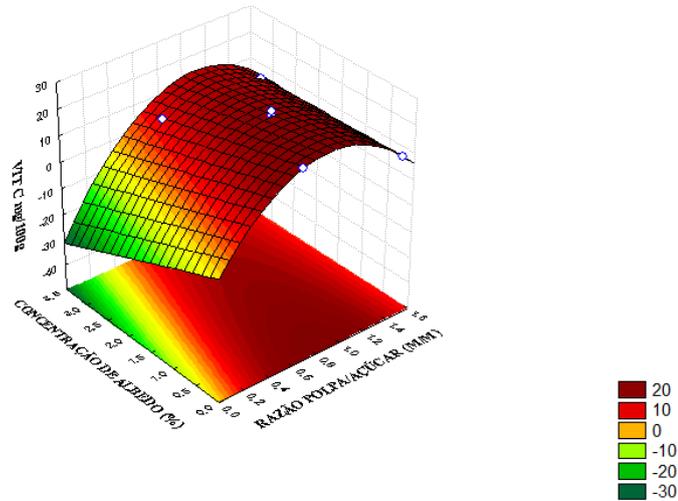
Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, incorporando as normas aprovadas no MERCOSUL (BRASIL, 2003a; Brasil, 2003b). A referida ferramenta atua como um facilitador uma vez que atende a padronização de rótulos de alimentos exigida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, onde a quantidade deverá ser indicada por porções individuais, expressa em gramas ou mililitros, determinada pela ANVISA para cada categoria de alimentos. Assim, esse programa foi alimentado com dados da formulação do doce, tais como, a porção de cada ingrediente utilizado, em gramas e de acordo com cada categoria de alimentos, medida caseira e rendimento. A rotulagem nutricional foi elaborada apenas para os ensaios otimizados do doce em massa de Araticum.

### 5.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos modelos completos, eliminaram-se os coeficientes não significativos, obtendo-se os modelos ajustados com o emprego de variáveis codificadas (Tabela 1). A adequabilidade dos modelos completos pode ser verificada pelos coeficientes de determinação ( $R^2$ ), que explicam entre 70 a 98% da variância total das repostas. Em razão destes resultados, os modelos completos foram usados para prever o comportamento das respostas dentro do intervalo de variação estudado.

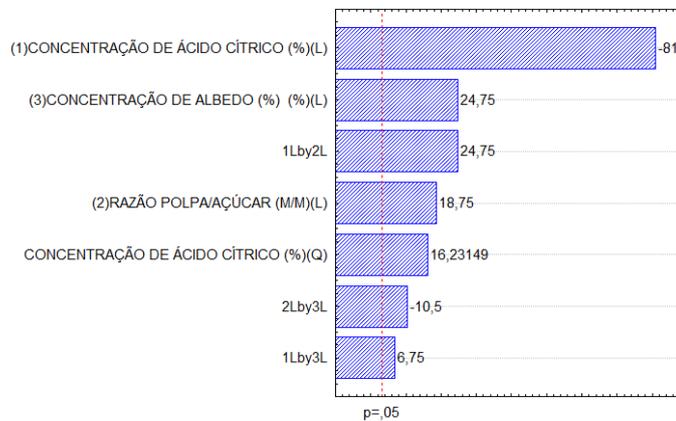
Na figura 1 observa-se a superfície de resposta para análise de vitamina C no processamento do doce em massa. A superfície apresentou  $R^2$  superior a 0,88, demonstrando uma boa correlação dos dados. Em todas as razões polpa/açúcar é possível observar grandes porcentagens de vitamina C. A polpa de araticum possui quantidade de vitamina C em torno de 50 mg/100g, o que a torna uma fonte média dessa vitamina, conforme classificação apresentada por Franco (1999) e, portanto, quanto maior a quantidade de polpa, conseqüentemente, maior o teor de vitamina presente no processo.

**Figura 1:** Análise de Vitamina C em função da concentração de albedo e da razão polpa/açúcar.



O diagrama de Pareto obtido para análise de pH (Figura 2) indica que a concentração de ácido cítrico é a variável que mais influenciou no valor de pH do doce, e de acordo com o gráfico isso ocorreu de uma forma inversa, em maiores concentrações de ácido cítrico, o pH diminui. O pH tem grande afinidade com a acidez. Essa característica, associada ao açúcar e pectina, exerce uma função importante na textura de doces em massa (CUNHA, 2016). É aconselhado estabelecer a quantidade adequada de ácido a ser adicionado a fim de evitar presumíveis deformidades como uma acidez alta, onde o pH se encontra muito baixo rompendo o gel e promovendo saída de água, ou pouca acidez, onde o pH se encontra alto, não permitindo a formação do gel, prejudicando a textura do doce (SOLER et al., 1995; LOPES, 2007).

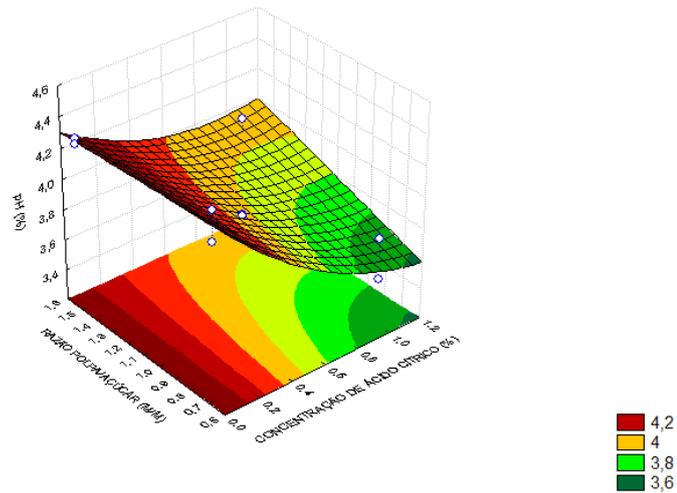
**Figura 2:** Gráfico de Pareto para análise de pH no doce em massa.



O gráfico de superfície de resposta (figura 3) corrobora com os resultados apresentados no gráfico de Pareto (Figura 2), mostrando a influência inversa da quantidade de ácido cítrico no valor do pH do doce. Para a formação de um gel estável, é necessário obter

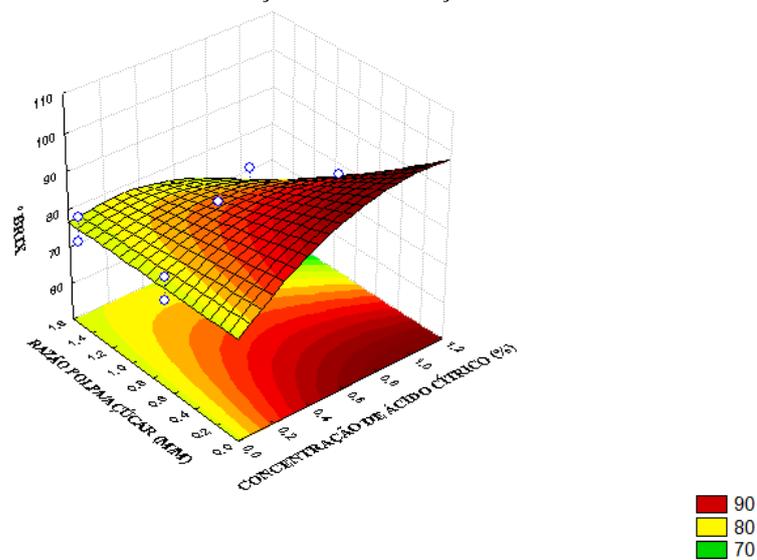
um pH ideal e, para que esse processo aconteça de forma eficaz, é necessário obter pH no intervalo de 3,2 a 3,5 (CUNHA, 2016). Obtivemos pH entre 3,6 e 3,8 em formulações com maiores quantidades de açúcar e a máxima quantidade de ácido cítrico utilizada, que foi de 1% do total da formulação.

**Figura 3:** Análise de pH em função da concentração de ácido cítrico e da razão polpa/açúcar.



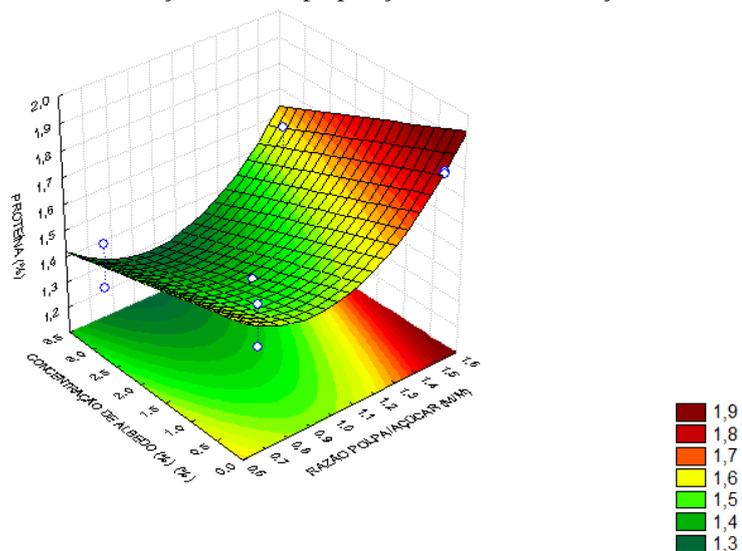
A Figura 4 mostra o gráfico de superfície de resposta para análise de sólidos solúveis no doce em massa. Observou-se que, ao analisar a interação entre a razão polpa/açúcar e a concentração de ácido cítrico, o teor de sólidos solúveis se manteve na faixa dos 80° brix independentemente da quantidade de polpa, porém essa variável foi potencializada em maiores quantidades de ácido cítrico., o que é de suma importância na produção de um doce em massa, que segundo a legislação deve possuir um teor de sólidos solúveis superior a 65° Brix, para que consiga alcançar a textura adequada para atingir o ponto de corte.

**Figura 4:** Análise de sólidos solúveis em função da concentração de ácido cítrico e da razão polpa/açúcar.



Para porcentagem de proteína, observou-se no gráfico de superfície de resposta, (figura 6), que a mistura de polpa e açúcar é apontada pelo modelo como variável positiva, onde em maiores quantidades dessa mistura, ou seja, na maior concentração da polpa é onde se encontra maiores quantidades de proteína. Nesse contexto, a razão polpa/açúcar exerce maior influência pelo fato da própria polpa ser a única fonte de proteína na formulação.

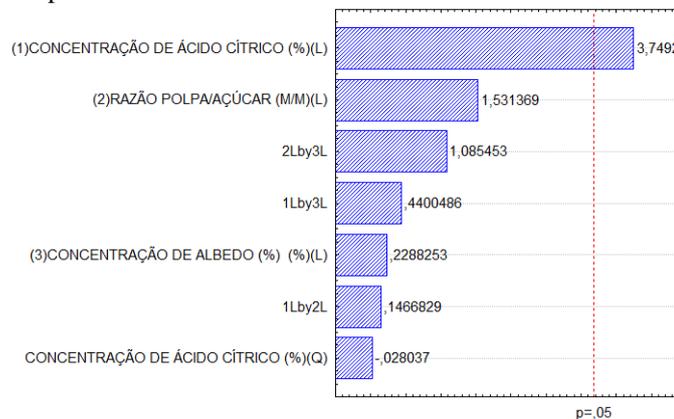
**Figura 5:** Análise de proteína em função da razão polpa/açúcar e da concentração de albedo.



Como era esperado o acréscimo de ácido cítrico aumentou a porcentagem de acidez no doce (Figura 7), assim como foi observado por Menezes et al. (2009) para formulações de doce de Goiaba. Ao adicionar suco de maracujá em formulações de doces em massa de casca

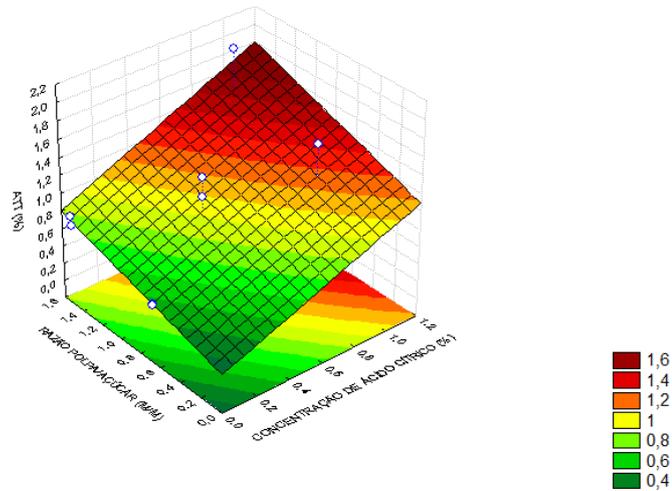
de maracujá, Nascimento et al. (2003), obteve pH próximos a 3,6, a acidez do suco de maracujá reduziu o pH do doce, consequentemente aumentando a sua acidez. Em formulações de doces de fruta, onde a fruta em questão não possui um nível de acidez adequado para obtenção de um gel firme, é comum o acréscimo de outra fruta mais ácida para corrigir o pH do doce, o uso de suco limão é uma opção, corriqueira na fabricação artesanal de doces, No entanto, recomenda-se averiguar o nível de ácidos encontrado no suco (SOLER et al., 1991; TORREZAN, 1998)..

**Figura 6:** Gráfico de Pareto para análise de Acidez no Doce.

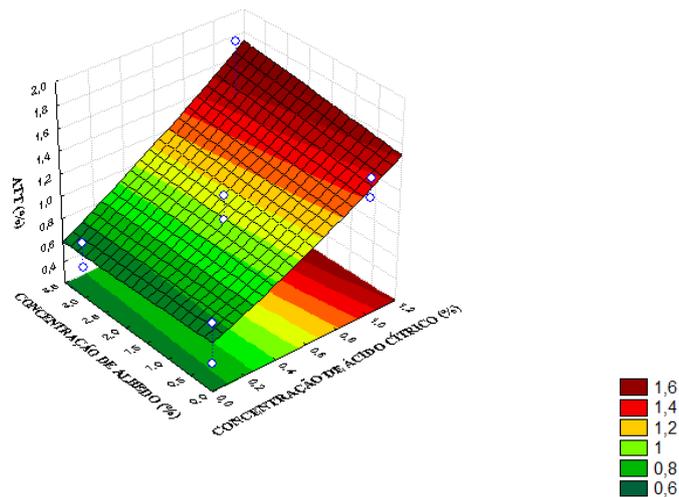


Todas as interações onde o ácido cítrico esteve presente (Figuras 8 e 9), bem como no diagrama de Pareto (Figura 7) observa-se que houve um aumento na acidez titulável do doce, alcançando o limite máximo de 1,6% de acidez. Como a formação do gel depende do pH da polpa da fruta, e não de sua acidez titulável, algumas frutas mesmo consideradas ácidas necessitam da adição de acidulantes para que o gel possa ser formado (MARTINS, 2011). A razão de polpa/açúcar não exerce grande influência sobre a porcentagem de acidez no doce, provavelmente pelo fato do fruto não possuir um índice elevado de acidez, em torno de 0,6%, necessitando dessa forma da correção de ácido presente na formulação. Os resultados de pH e acidez titulável do fruto do Araticum, mostraram que a polpa é pouco ácida, e frutos com níveis baixos de acidez e pH superior a 4,0 necessitam de correção de pH através da adição de ácido para formação adequada do gel no doce em massa, já que o pH e a acidez tem uma íntima relação. (POLICARPO et al. 2003; DIAS, 2011)

**Figura 7:** Análise de acidez total titulável em função da concentração de ácido cítrico e da razão polpa/açúcar.

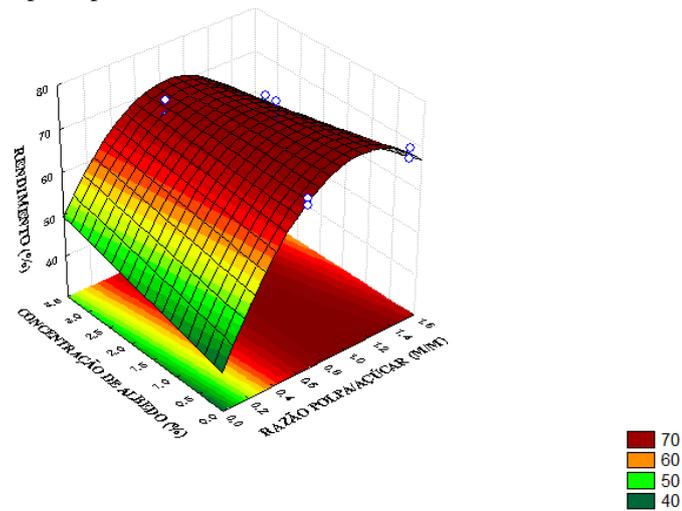


**Figura 8:** Análise de acidez total titulável em função da concentração de ácido cítrico e concentração de albedo.



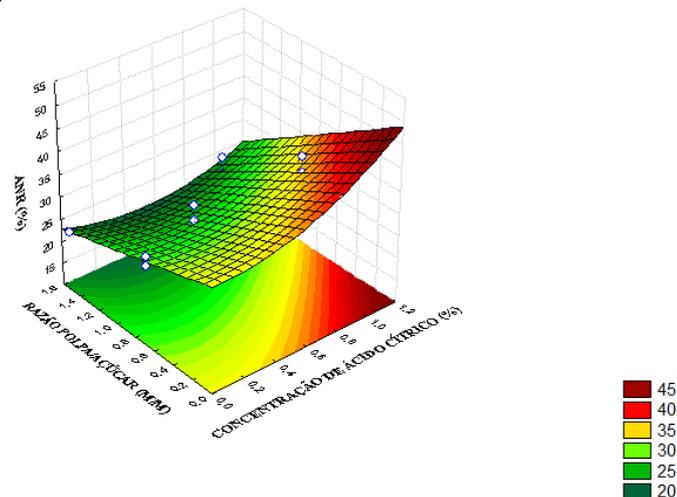
Os doces que obtinham uma quantidade maior de açúcar em suas formulações derivaram em um rendimento maior (Figura 10). De acordo com Menezes (2009) a quantidade de açúcar acrescentada na formulação de um doce interfere diretamente na porcentagem de sólidos solúveis indicado para finalizar o processo de aquecimento ao qual o doce é submetido para obter a concentração ideal para atingir o ponto de corte, dessa forma, quando se eleva a quantidade de açúcar na formulação do doce, se utiliza um tempo menor no processo de cozimento do doce, evaporando menos água e aumentando o rendimento do doce.

**Figura 9:** Superfície de resposta para análise de Rendimento do doce.

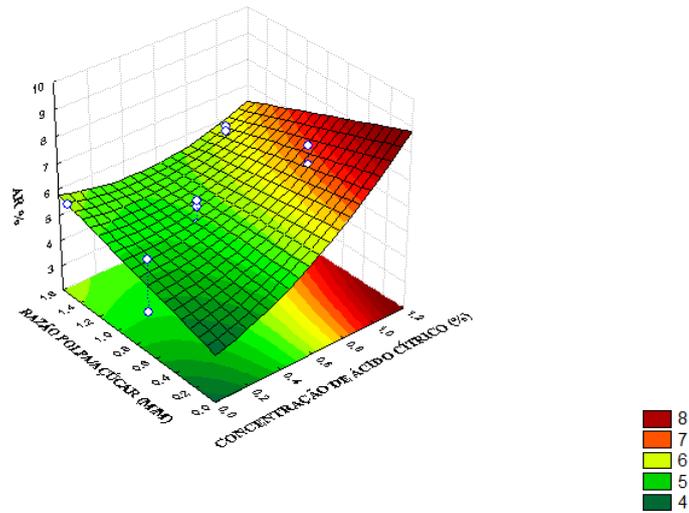


A diminuição da quantidade de polpa e o aumento na quantidade de ácido cítrico utilizados nas formulações elevaram os teores de açúcares não redutores (Figura 11). O modelo também aponta que em relação aos açúcares redutores, o menor teor de polpa e maior acidez, promoveu um aumento dos açúcares redutores (Figura 12). Neste trabalho, ao final do processamento do doce em massa, a presença de sacarose foi maior do que a de glicose o que, segundo Menezes (2009), indica um menor grau de hidrólise neste processo, o que é desejável para estabilidade física do doce. De acordo com Torrezan (1998), durante a cocção, a sacarose sofre, em meio ácido, um processo de hidrólise, sendo desdobrada parcialmente em glicose e frutose, este processo é conhecido como inversão. Esta inversão parcial da sacarose é necessária para evitar a cristalização que pode vir a ocorrer durante o armazenamento (Martins et al., 2011).

**Figura 10:** Gráfico de Superfície de Resposta para açúcares não redutores em função da concentração de ácido cítrico e da razão polpa/açúcar.

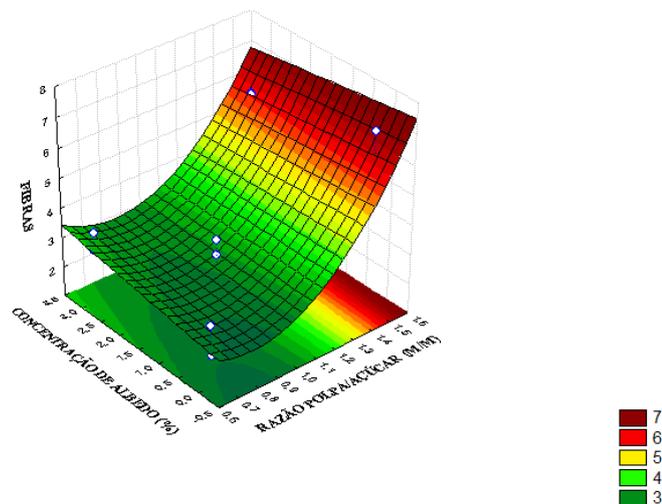


**Figura 11:** Análise de açúcares Redutores em função da concentração de ácido cítrico e da razão polpa/açúcar.

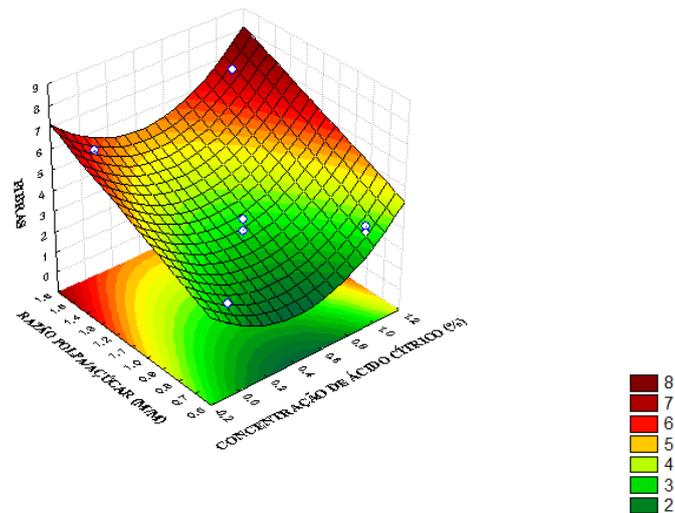


No que diz respeito à fibra bruta encontrada no doce de Araticum, a superfície de resposta aponta que a única variável que influenciou no processamento foi à razão polpa/açúcar (Figuras 13 e 14), sendo que em maiores quantidades da polpa foi encontrada a maior porcentagem de fibra bruta. Nesse sentido, Santana (2007) destaca que por possuir um alto teor de fibra bruta, o albedo de maracujá é uma excelente forma de agregar valor ao produto, aumentando a quantidade de fibras do mesmo, desenvolvendo produtos para pessoas que queiram aumentar a ingestão diária de fibras.

**Figura 12:** Análise de Fibra Bruta em função da concentração de albedo e razão polpa/açúcar.



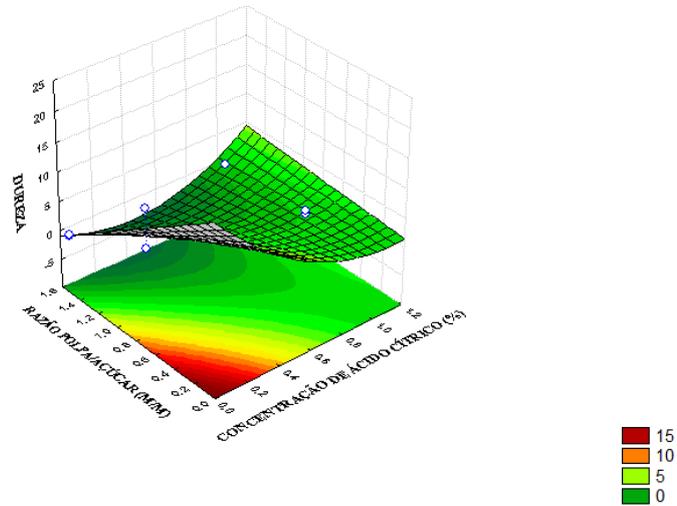
**Figura 13:** Análise de Fibra Bruta em função da concentração de ácido cítrico e razão polpa/açúcar



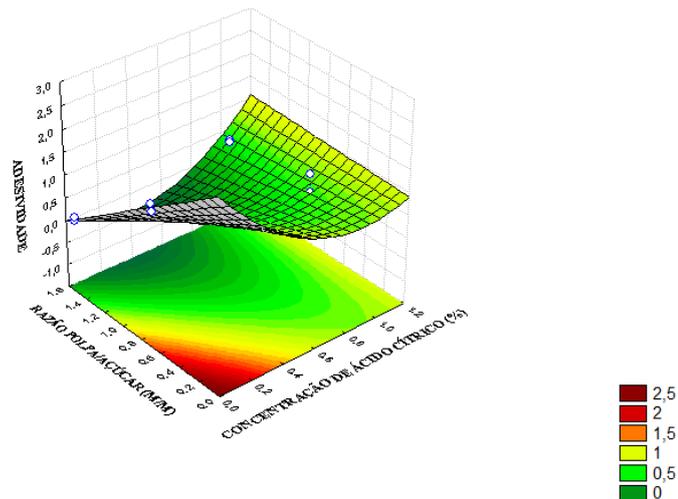
A textura dos alimentos é um dos atributos mais valorizados e reconhecidos pelos consumidores (ORDÓÑEZ, 2005). O analisador de textura é um instrumento científico que mede com precisão a respostas frente às forças dos alimentos, avaliando seu perfil de textura a partir de diversos parâmetros (RIBAS; BURATTO; PEREIRA, 2017). A dureza é a força necessária para se obter uma deformação em um alimento, utilizado como um indicativo da consistência do doce (GARRIDO; LOZANO; GENOVESE, 2015).

Quando avaliada a textura, observou-se que tanto a dureza (Figura 15), quanto a adesividade (Figura 16) apresentaram uma tendência a aumentar nos ensaios onde o teor de açúcar era maior. Portanto a variável que influenciou no processamento do doce em massa significativamente, foi a concentração de açúcar. De acordo com Soares Júnior et al. (2003) o aumento no teor de sólidos solúveis provoca aumento na adesividade, já que esse fato indica evaporação de água e conseqüentemente a hidrólise da pectina, comportamento esse contrário ao encontrado por Martins, (2011), onde o aumento dos sólidos solúveis diminuiu o teor de adesividade.

**Figura 14:** Análise de Dureza em função da concentração de ácido cítrico e razão polpa/açúcar



**Figura 15:** Análise Adesividade em função da concentração de ácido cítrico e razão polpa/açúcar



Nenhuma das variáveis independentes estudadas influenciou na atividade antioxidante do doce, sendo este um parâmetro que mede a capacidade de capturar radicais livres, que impedem danos oxidativos. Os antioxidantes são substâncias que retardam a velocidade da oxidação, inibindo os radicais livres e prevenindo a formação de doenças, contribuindo, dessa maneira, para uma maior longevidade (VARGAS et al., 2008). Os radicais livres atuam de maneira prejudicial também sobre alimentos. O organismo produz substâncias para combater os radicais livres no corpo humano, que são capazes de regenerar ou prevenir os danos oxidativos, exercendo seu papel como antioxidante. Essas substâncias com habilidade de sequestrar radicais livres além de serem produzidas pelo corpo humano, também podem ser obtidas de fontes externas, como alimentos e bebidas (ALVES et al., 2010).

As informações para cálculo de rotulagem nutricional do doce foram retiradas do Sistema Nacional de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira – SIBBr, e os dados foram semelhantes aos encontrados neste trabalho (Tabelas 4 e 5). A rotulagem nutricional dos alimentos é de extrema importância para os consumidores, pois somente dessa forma pode-se ter acesso a composição dos alimentos que se consome, além de conseguir atestar a segurança quanto à ingestão de nutrientes e energia e informações importantes para a conservação da saúde. (BARROS et al., 2015)

**Tabela 4:** Tabela nutricional da formulação 1 do doce em massa de Araticum.

<b>INFORMAÇÃO NUTRICIONAL</b>		
Porção de 30 g (1 fatia)		
	Porção de 30 g	% VD(*)
Valor energético	69,51 Kcal ou 291,95 kJ	3%
Carboidratos	15,44 g	5%
Proteínas	0,37 g	1%
Gorduras totais	0,68 g	1%
Gorduras trans	-	**
Fibra alimentar	1,29 g	5%
Sódio	1,8 mg	0%
Vitamina C	5,53 mg	9%

\* % Valores diários de referência com base em uma dieta de 2000 Kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores dependendo de suas necessidades energéticas. \*\* VD não estabelecido.

**Tabela 5:** Tabela nutricional da formulação 3 do doce em massa de Araticum.

<b>INFORMAÇÃO NUTRICIONAL</b>		
Porção de 30 g (1 fatia)		
	Porção de 30 g	% VD(*)
Valor energético	87,31 Kcal ou 366,70 kJ	4%
Carboidratos	20,47 g	7%
Proteínas	0,31 g	0%
Gorduras totais	0,45 g	1%
Gorduras trans	-	**
Fibra alimentar	1,06 g	4%
Sódio	1,5 mg	0%
Vitamina C	3,68 mg	6%

\* % Valores diários de referência com base em uma dieta de 2000 Kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores dependendo de suas necessidades energéticas. \*\* VD não estabelecido.

As informações fornecidas pelos rótulos preservam um direito que é afeiçoado pelo Código de Defesa do Consumidor, e é através dessa ferramenta que se tornam acessíveis informações como quantidade, características nutricionais, composição, qualidade e riscos que os produtos possam proporcionar. Tal informação dispõe-se a identificar a origem, a composição e as características nutricionais dos produtos, consentindo o rastreamento dos mesmos, e tornando-se assim, em componente básico para a saúde pública. (CÂMARA et al., 2008).

#### 5.4 CONCLUSÃO

Os resultados indicam que a concentração de albedo de maracujá teve pouca influência sobre as respostas analisadas durante o processo de otimização. A razão polpa/açúcar e a concentração de ácido cítrico foram as variáveis mais relevantes nesse processo. Para se obter doces com porcentagens maiores de vitamina C, proteína e Fibras, além de um bom rendimento é necessário o aumento da concentração de ácido cítrico (1%) e uma maior quantidade de polpa e maior quantidade de açúcar. Sendo assim o modelo recomenda duas versões otimizadas do doce de Araticum, onde se encontra razão polpa/açúcar de 60/40 e 40/60, além da máxima concentração de ácido cítrico

#### 5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Clayton Queiroz et al. Métodos para determinação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos. 2010.

BARROS, Tânia Simone Gama et al. AVALIAÇÃO DOS RÓTULOS DE ALIMENTOS DOCES E LIGHT. **ANAIS SIMPAC**, v. 5, n. 1, 2015.

BOX, G. E. P.; DRAPER, N. R. Empirical model-building and response surfaces. New York: Wiley, 1987. 669 p.

BRAND-WILLIAMS, Wendy; CUVELIER, Marie-Elisabeth; BERSET, C. L. W. T. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT-Food science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). RDC 359 de 23 de setembro de 2003. 2003a. Dispõe sobre Regulamento Técnico de porções de alimentos embalados para fins de rotulagem nutricional. Brasília, 2003. Disponível em [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/res0359\\_23\\_12\\_2003.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/res0359_23_12_2003.html) Acesso em 20/02/2018

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. Diário Oficial da União, Brasília, seção 1, 26 dez. 2003b. disponível em: [http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0360\\_23\\_12\\_2003.pdf/5d4fc713-9c66-4512-b3c1-afee57e7d9bc](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/res0360_23_12_2003.pdf/5d4fc713-9c66-4512-b3c1-afee57e7d9bc) Acesso em: 20/02/2018.

CUNHA, Marcio Ferraz et al. Acidez, sua relação com pH e qualidade de geleias e doces em barra. **Boletim técnico IFTM**, n. 2, p. 14-19, 2016.

DE MELO, Aniela Pilar Campos et al. Fenologia reprodutiva do araticum e suas implicações no potencial produtivo/Araticum reproductive phenology and its implications for productive potential. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 4, p. 495, 2015.

FRANCO, G. Tabela de composição química dos alimentos. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 1999.

GARRIDO, Juan. I.; LOZANO, Jorge E.; GENOVESE, Diego B. Effect of formulation variables on rheology, texture, colour, and acceptability of apple jelly: modelling and optimization. **LWT – Food Science and Technology**. v. 62, n. 1, p. 325–332, jun., 2015

INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008. 1020 p.

LOPES, R. L T. Fabricação de geleias. Belo Horizonte: CETEC, 2007. (Dossiê técnico). 30p.

MARTINS, GA de S. Determinação da vida-de-prateleira por testes acelerados de doce em massa de banana cv. Prata. 2009

MARTINS, Renata. Produção de doce em pasta e em calda. **Dossiê Técnico. REDETEC- Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRT)**, 2011..

MENEZES, Camila Carvalho et al. Caracterização física e físico-química de diferentes formulações de doce de goiaba (*Psidium guajava* L.) da cultivar Pedro Sato. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 3, p. 618-625, 2009.

NASCIMENTO, M. R. F. et al. Características sensoriales, microbiológicas y físico-químicas de dulces em massa de cáscara de maracujá amarillo. **Alimentaria**, n. 347, p. 97-100, 2003.

OLIVEIRA, Fernanda Moreira et al. COMPARAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE DOCE EM PASTA DE PITAIA COM OUTROS COMERCIAIS. **14ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa**, p. 2747-2755, 2018.

ORDÓÑEZ, J. A. et al. Tecnologia de alimentos. v. 1. Porto Alegre: Artmed, 2005.

POLICARPO, V. M. et al. Aprovechamiento de la pulpa de umbu (*Spondias tuberosa*, Arr.cam.) verde como alternativa para la producción de dulces em masa. *Alimentaria*, v. 344, p. 75-78, 2003

RIBAS, Maria Fernanda; BURATTO, Ana Paula; PEREIRA, Edimir Andrade. Desenvolvimento de geleia de uva “Thompson Seedless”. **Synergismus scyentifica UTFPR**, v. 12, n. 1, p. 109-117, 2017.

RUFINO, M. D. S. M. et al. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS<sup>o+</sup>. **Embrapa Agroindústria Tropical- Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2007.

SANTANA, Adriana Figueiredo; OLIVEIRA, Lenice Freiman de. Aproveitamento da casca de melancia (*Curcubita citrullus*, Shrad) na produção artesanal de doces alternativos. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 16, n. 4, p. 363-368, 2009.

SILVA, I.G.; MARTINS, G.A.S.; BORGES, S.V.; MARQUES, G.R; REGIS, I.S. Influence of passion fruit albedo, citric acid, and a the pulp/sugar ratio on the quality of banana preserves. *Ciência Tecnologia Alimentos*, Campinas, 32(2): 267-273, abr.-jun. 2012.

SOARES JÚNIOR, A.M.; MAIA, A.B.R.A.; NELSON, D.L. Estudo do efeito de algumas variáveis de fabricação no perfil textuométrico do doce de manga. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.1, p.76-80, jan./abr. 2003.

SOLER M. P. et al. **Frutas, compotas, doce em massa, geleias e frutas cristalizadas para micro e pequena empresa**. Campinas, SP: Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), 1995 (Manual Técnico)

SOLER, M. P. et al. Industrialização de frutas. Campinas, SP: Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), 1991 (Manual Técnico no 8).

TORREZAN, R. Manual para a produção de geléias de frutas em escala industrial. Rio de Janeiro: EMBRAPA - CTAA, 1998. 27 p. (EMBRAPA-CTAA. Documentos, 29)

VARGAS, Paola Nunes; HOELZEL, Solange Cristina; ROSA, CS da. Determinação do teor de polifenóis totais e atividade antioxidante em sucos de uva comerciais. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 19, n. 1, p. 11-15, 2008.

VILELA DIAS, Marali et al. Estudo de variáveis de processamento para produção de doce em massa da casca do maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 1, 2011.

## 6 CONCLUSÃO GERAL

O fruto analisado apresentou boa quantidade de sólidos solúveis em sua amostra, o que o torna um fruto de alta qualidade para a indústria alimentícia, devido ao seu potencial para produção de doces, geleias e sorvetes. Possui baixo teor de lipídeos, tornando-se adequada para dietas de baixa caloria. O araticum se apresentou um fruto com expressiva atividade antioxidante, quando comparada a outros frutos.

Para se obter doces com porcentagens maiores de vitamina C, proteína e Fibras, além de um bom rendimento é necessário o aumento da concentração de ácido cítrico (1%) e uma maior quantidade de polpa e maior quantidade de açúcar. Sendo assim o modelo recomenda duas versões otimizadas do doce de Araticum, onde se encontra razão polpa/açúcar de 60/40 e 40/60, além da máxima concentração de ácido cítrico.