

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CÂMPUS LONDRINA/ FRANCISCO BELTRÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE  
ALIMENTOS**

**RONALDO FOLLMANN SANTOS**

**APROVEITAMENTO DE FRUTAS NATIVAS PARA ELABORAÇÃO DE  
FARINHAS E INCORPORAÇÃO EM BISCOITOS TIPO *COOKIES***

Tecnologia de Alimentos de Origem Vegetal

LONDRINA

2018

RONALDO FOLLMANN SANTOS

**APROVEITAMENTO DE FRUTAS NATIVAS PARA ELABORAÇÃO DE  
FARINHAS E INCORPORAÇÃO EM BISCOITOS TIPO COOKIES**

Dissertação, apresentada no PPGTAL – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Londrina/Francisco Beltrão, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Lucchetta

Co-orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ivane  
Benedetti Tonial

LONDRINA

2018

## TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação está licenciada sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, Califórnia 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

S237a Santos, Ronaldo Follmann

Aproveitamento de frutas nativas para elaboração de farinhas e incorporação em biscoitos tipo *cookies* / Ronaldo Follmann Santos. - Francisco Beltrão : [s.n.], 2018. 88 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Lucchetta

Coorientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ivane Benedetti Tonial

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Londrina, 2018.

Bibliografia: f. 69-79.

1. Fenóis. 2. Antioxidantes. 3. Araça. 4. Pitanga 5. Biscoitos. I. Lucchetta, Luciano, orient. II. Tonial, Ivane Benedetti, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. IV. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. V. Título.

CDD: 664

**FOLHA DE APROVAÇÃO**  
**Título da Dissertação Nº 69**

**“Aproveitamento de frutas nativas para elaboração de farinhas e  
incorporação em biscoitos tipo *cookies*”**

por

**Ronaldo Follmann Santos**

Esta dissertação foi apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PPGTAL – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Londrina/ Francisco Beltrão, às 14h do dia 31 de agosto de 2018. O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta por:

---

Dr. Luciano Lucchetta

UTFPR Câmpus Francisco Beltrão

Orientador

---

Dr<sup>a</sup>. Rose Mary Helena Silochi

UNIOESTE Câmpus Francisco Beltrão

Membro examinador titular

---

Dr<sup>a</sup> Ellen Porto Pinto

UTFPR Câmpus Francisco Beltrão

Membro examinador titular

Visto da coordenação:

---

Dr<sup>a</sup>. Lucia Felicidade Dias

(Coordenadora do PPGTAL)

“

“A FOHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ENCONTRA-SE NA COORDENAÇÃO DO  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS”

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Luciano Lucchetta, pela confiança em mim depositada, tolerando minhas limitações durante este longo percurso.

A minha Co-orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ivane Benedetti Tonial, pela constante atenção e grande disposição, com apoio e auxílio em todos os momentos.

A aluna de iniciação científica Gabrielly Mylena Benedetti Tonial, pelo seu fundamental e grande auxílio nos experimentos laboratoriais. Agradeço também aos alunos Gustavo Fey, Gabriel Bento, Josceane Carla Knob, e aos alunos do Colégio Agrícola, Gilmar Machado, Mateus Gomes e Renan Quisini, pela contribuição neste trabalho.

Aos meus colegas de trabalho da UTFPR, especialmente os da COEXP (Camila da Rosa Vanin, Magali Aparecida Schllemer, Poliane Patrícia Pelisão Locatelli, Sinara Queli Welter Nardi, João Paulo Fernando Mileski e Roseanne Martins), pelo apoio, compreensão, incentivo e coleguismo demonstrado durante todo esse tempo de trabalho.

Aos meus colegas de PPGTAL Turma de 2016 (Daiane Menin, Francielly Stadler, Letícia Misturini Dalla Costa e Rosemar Frigotto), pela parceria e troca de experiências nessa longa trajetória.

Aos meus amigos que entenderam minha ausência ao longo desses dois anos e meio e que sempre me apoiaram nesta caminhada.

A minha família, meus pais, minha irmã e meu cunhado pelo apoio e torcida. A minha companheira Cibelli Zago por me compreender e sempre me apoiar durante este tempo.

A UTFPR e ao PPGTAL por me proporcionarem a oportunidade de realizar um sonho pessoal e de poder alcançar um novo patamar de conhecimento científico.

Por fim, a todos que de modo direto ou indireto contribuíram para a realização desta pesquisa.

## RESUMO

**SANTOS, R.F.** Aproveitamento de frutas nativas para elaboração de farinhas e incorporação em biscoitos tipo *cookies*. Dissertação de Mestrado (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina/Francisco Beltrão, 2018.

O cultivo e exploração de frutas nativas brasileiras são incipientes. O conhecimento sobre o melhor aproveitamento destas frutas passa por um trabalho de seleção, melhoramento de plantas e pelos estudos de conservação, transformação e beneficiamento. O consumo de frutas é benéfico ao organismo humano, pois muitas frutas possuem compostos que ao serem ingeridos agem a nível celular e promovem muitos benefícios a saúde. Desenvolver farinhas que mantenham as características nutricionais das frutas é uma alternativa interessante, pois possibilita o acesso ao consumo durante vários períodos, não ficando restrito apenas na época de colheita, além de evitar o desperdício de alimentos. O presente estudo objetivou processar as frutas araçá-amarelo cultivar *Psidium cattleianum* Ya-ci, araçá-vermelho cultivar Irapuã (*Psidium longipetiolatum*) e pitanga (*Eugenia uniflora* L) cultivar tropicana de diferentes colorações de polpa (amarela, vermelha e roxa), cultivadas no pomar didático da UTFPR Dois Vizinhos, com o intuito de obtenção de farinha. Foram realizados pré-testes de secagem, com o araçá-amarelo, para verificar quais temperaturas conservavam os compostos analisados nas frutas *in natura*. Foram escolhidas três temperaturas para os pré-testes de secagem (65, 70 e 75°C). A temperatura de 75°C foi escolhida para as demais secagens, uma vez que preserva os compostos fenólicos e a atividade antioxidante das frutas, permitindo um menor tempo de secagem. Nos Pré-testes o araçá-amarelo obteve, os valores de 188,69 mAGE/100g para os compostos fenólicos, e 2,23g fruta/g DPPH para a atividade antioxidante (EC<sub>50</sub>), na temperatura de 75°C. Não houve diferença estatística entre as temperaturas. Os demais resultados indicam que todas as frutas e as farinhas são boas fontes de compostos bioativos apresentando atividade antioxidante. A secagem permitiu a redução da atividade de água, a redução do volume e a conservação em condições de segurança alimentar para que as farinhas pudessem ser utilizadas em processos de obtenção de alimentos. Foram elaboradas 3 formulações biscoitos tipo *cookies* com a farinha de araçá-amarelo, com o intuito de aplicabilidade das farinhas. Os resultados das análises dos biscoitos comprovaram que os componentes presentes nas farinhas permanecem nos biscoitos após o processo de cocção. Desta forma este estudo mostrou que é possível obter alimentos que contenham as mesmas características nutricionais das frutas *in natura*.

**Palavras chave:** compostos fenólicos, potencial antioxidante, araçá, pitanga, biscoitos.

## ABSTRACT

**SANTOS, R.F.**, Use of native fruits to make flours and incorporation in biscuits type cookies. Dissertation of Master (Professional Master in Food Technology) - Federal Technological University of Paraná, Londrina/Francisco Beltrão, 2018.

The cultivation and exploitation of Brazilian native fruits are incipient. The knowledge about the best use of these fruits goes through a work of selection, improvement of plants and studies of conservation, transformation and processing. The consumption of fruits is beneficial to the human organism, because many fruits have compounds that when ingested act at the cellular level and promote many health benefits. Developing flours that maintain the nutritional characteristics of the fruits is an interesting alternative, since it allows the access to the consumption during several periods, being not restricted only in the time of harvest, besides avoiding the waste of foods. The present study aimed to process araçá-amarelo fruits cultivating *Psidium cattleianum* Ya-ci, Araçá-vermelho Irapuã cultivar (*Psidium longipetiolatum*) and pitanga (*Eugenia uniflora* L) tropicana cultivar of different pulp (yellow, red and purple) in the didactic orchard of UTFPR Dois Vizinhos, in order to obtain flour. Drying pre-tests were carried out with the araçá-amarelo to verify which temperatures were conserved in the fruits analyzed in natura. Three temperatures were chosen for the drying pre-tests (65, 70 and 75 ° C). The temperature of 75°C was chosen for the other dryings, since it preserves the phenolic compounds and the antioxidant activity of the fruits, allowing a shorter drying time. In the pre-tests, the araçá-amarelo obtained values of 188.69 mAGE / 100g for the phenolic compounds, and 2.23 g fruit / g DPPH for the antioxidant activity (EC50), at a temperature of 75°C. There was no statistical difference between temperatures. The other results indicate that all fruits and flours are good sources of bioactive compounds presenting antioxidant activity. Drying allowed the reduction of water activity, the reduction of the volume and the conservation in conditions of food security so that the flour could be used in the processes of obtaining food. Three formulations were prepared cookies type cookies with the flour of araçá-amarelo, with the intention of applicability of the flour. The results of the biscuits analysis showed that the components present in the flour remain in the biscuits after the cooking process. In this way this study showed that it is possible to obtain foods that contain the same nutritional characteristics of the fruits in natura.

**KEYWORDS:** phenolic compounds, antioxidant potential, araçá, pitanga, cookies

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1-</b> Relação entre os metabolismos primário e secundário nas plantas (Martins et al., 2016) adaptado.....	22
<b>Figura 2-</b> Estrutura química das principais classes de flavonóides (CERQUEIRA et al., 2007) adaptado.....	23
<b>Figura 3-</b> Frutos de araçá-amarelo após o processo de seleção e higienização, acondicionados em sacos plásticos.....	28
<b>Figura 4-</b> Amostras de araçá-vermelho in natura cortados e dispostos em placas de petri, para obtenção de farinha.....	29
<b>Figura 5-</b> Frutos de pitanga in natura dispostos nas placas para secagem e obtenção de farinha.....	31
<b>Figura 6-</b> Umidade do alimento durante o processo de secagem (CELESTINO, 2010). ....	34
<b>Figura 7-</b> Exemplo de mudança de cor do radical DPPH após reagir com antioxidante (RUFINO et al., 2007).....	41
<b>Figura 8-</b> Gráfico da cinética de secagem do araçá-amarelo.....	46
<b>Figura 9-</b> Araçá-amarelo (A) e após a secagem (B), farinha triturada e peneirada (C) e semente (D).....	50
<b>Figura 10-</b> Farinha de araçá-amarelo (A) e farinha de araçá-vermelho (B).....	54
<b>Figura 11 -</b> Farinha de pitanga laranja (A), pitanga-vermelha (B) e pitanga-roxa (C).....	65

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1-</b> Principais países produtores de frutas - 2014.....	16
<b>Tabela 2-</b> Formulação dos biscoitos tipo cookies elaborados com farinha de araçá-amarelo.....	44
<b>Tabela 3-</b> Conteúdos de compostos fenólicos e potencial antioxidante de araçá-amarelo in natura e das farinhas após a secagem em diferentes temperaturas.....	48
<b>Tabela 4-</b> Tempo e temperatura de secagem do araçá-amarelo.....	48
<b>Tabela 5-</b> Rendimento do araçá-amarelo após o processo de secagem a 75°C.....	49
<b>Tabela 6-</b> Avaliação de umidade, cinzas e atividade de água em araçá-amarelo e vermelho in natura e da farinha.....	51
<b>Tabela 7-</b> Cor da farinha de araçá-amarelo e araçá-vermelho.....	53
<b>Tabela 8-</b> Compostos fenólicos e potencial antioxidante de araçá-amarelo e araçá-vermelho in natura e farinha.....	55
<b>Tabela 9-</b> Composição físico-química do biscoito tipo cookie elaborado com farinha de araçá-amarelo.....	58
<b>Tabela 10-</b> Compostos fenólicos e potencial antioxidante dos biscoitos tipo cookie elaborados com farinha de araçá-amarelo.....	60
<b>Tabela 11-</b> Resultados dos índices de umidade, cinzas e atividade de água da pitanga <i>in natura</i> e farinhas de pitanga.....	62
<b>Tabela 12-</b> Resultados das análises de cor das farinhas de pitanga-laranja, pitanga-vermelha e pitanga-roxa.....	64
<b>Tabela 13-</b> Valores dos Compostos fenólicos e potencial antioxidante em frutas in natura e farinha de pitanga.....	66



## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Produção mundial de frutas - 2005 a 2014. ....	15
<b>Gráfico 2</b> - Produção de frutas no Brasil - 2006 a 2015.....	17
<b>Gráfico 3</b> - Principais frutas produzidas no Brasil – 2016. ....	18

## LISTA DE ABREVIATURAS

**A.A.** – atividade antioxidante

**ABTS** – 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)

**Aw** – atividade de água

**CAT** – Catalase

**CF** – Compostos Fenólicos

**DNA** – Ácido Desoxirribonucleico

**DPPH** – 2,2-difenil-1-picril-hidrazina

**ERO** – Espécie Reativa de Oxigênio

**FAO** – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

**FRAP** – Ferric Reducing Antioxidant Power

**Ha** - hectare

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**MS** – Metabólito Secundário

**Nm** - Nanômetro

**SEAB** – Secretaria de Abastecimento do Estado do Paraná

**Ton** – tonelada

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>14</b>
2.1 Objetivo geral.....	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>15</b>
3.1 Produção de frutas.....	15
3.2 Frutas nativas .....	18
3.3 Compostos com potencial antioxidante .....	21
3.3.1 Compostos Fenólicos.....	21
3.4 Antioxidantes .....	25
3.5 Araçá-amarelo e vermelho ( <i>Psidium spp</i> ) .....	26
3.5.1 Características .....	26
3.6 Pitanga ( <i>Eugenia uniflora L.</i> ) .....	29
3.6.1 Características .....	29
3.7 Processamento das frutas-secagem.....	32
3.7.1 Cinética de secagem.....	33
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>35</b>
4.1 Matéria-prima .....	35
4.2 Preparo das amostras.....	35
4.3 Caracterização da Matéria-prima: seleção, higienização, cinética de secagem e elaboração de farinha .....	35
4.4 Análise de umidade, cinzas, Atividade de água e cor das frutas <i>in natura</i> e farinhas .....	38
4.5 Determinação de compostos fenólicos.....	39
4.6 Determinação do potencial antioxidante .....	40
4.6.1 Atividade antioxidante por DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil).....	40
4.6.2 Atividade antioxidante por FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) .....	42
4.7 Formulação dos cookies obtidos com farinha de araçá-amarelo .....	43
4.8 Análise estatística.....	45
<b>5 RESULTADOS</b> .....	<b>46</b>
5.1 EXPERIMENTO 1 - SECAGEM DO ARAÇÁ AMARELO E VERMELHO, OBTENÇÃO DE FARINHA E ELABORAÇÃO DE BISCOITO TIPO <i>COOKIE</i> COM FARINHA DE ARAÇÁ-AMARELO .....	46
5.1.1 Pré-Testes de secagem de araçá-amarelo .....	46
5.1.2 Secagem das frutas .....	49

5.1.3 Análise de umidade, cinzas, Atividade de água e cor de araçá-amarelo e araçá-vermelho <i>in natura</i> e das farinhas.....	50
5.1.4 Coloração das farinhas de araçá-amarelo e araçá-vermelho.....	53
5.1.5 Compostos Fenólicos e Potencial Antioxidante de araçá-amarelo e vermelho <i>in natura</i> e das farinhas obtidas .....	55
5.1.6 Biscoitos tipo <i>cookie</i> obtido com farinha de araçá-amarelo.....	57
5.2 RESULTADOS EXPERIMENTO 2 - SECAGEM DE PITANGA ( <i>EUGENIA UNIFLORA L</i> ), OBTENÇÃO DE FARINHA E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA PARCIAL E PROPRIEDADES BIOATIVAS.....	62
5.2.1 Análise de frutas <i>in natura</i> e farinha de pitanga.....	62
5.2.2 Coloração da farinha de pitanga .....	64
5.2.3 Compostos Fenólicos e potencial Antioxidante de pitanga <i>in natura</i> e das farinhas. ....	65
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>68</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXO 1 – Artigo em forma de capítulo de livro que será editado e publicado junto a EMBRAPA UMIPTT. ....</b>	<b>80</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A produção mundial de frutas contabilizada em 2014 foi de aproximadamente 830,4 milhões de toneladas, sendo a China, a Índia, e o Brasil os três maiores produtores mundiais, responsáveis por 45,9% da produção (SEAB, 2017). O Brasil no mesmo período, produziu 40,171 milhões de toneladas de frutas, equivalente a 4,8% do volume total mundial, em uma área de 2.367.904 hectares de plantio, gerando 6 milhões de empregos diretos, com valor de produção de R\$ 33,3 bilhões. Comercialmente as colheitas mais significativas são de laranja, banana, abacaxi, melancia, castanha-de-caju e mamão (SEAB, 2017).

O Brasil é o 5º maior país do mundo em extensão territorial (IBGE, 2018), este vasto território aliado a existência de diversos biomas naturais, propicia uma grande diversidade de frutas nativas. Contudo muitas frutas ainda são desconhecidas e em sua maioria pouco aproveitadas. Dentre as frutas nativas que são pouco aproveitadas está o araçá-amarelo (*Psidium sp.*) e a pitanga (*Eugenia uniflora L.*) em seus variados estádios de maturação (FETTER et al., 2010). Estudos científicos comprovaram que essas frutas possuem qualidades nutricionais, todavia seu aproveitamento ainda é muito baixo e seu acesso para consumo *in natura* é dificultado devido a sazonalidade e também a sua alta taxa de degradabilidade (CANUTO et al., 2010; FERREIRA et al., 2011; LOPES et al., 2007; RUFINO et al., 2010; SOUZA et al., 2012)

Uma das características das frutas nativas é o seu curto período de vida útil pós-colheita. Por este motivo, o consumo de algumas espécies de frutas ocorre somente em determinadas épocas do ano, sendo efetuado apenas no período de colheita, uma vez que muitas frutas não possuem uma cadeia de estocagem e armazenamento adequadas. A obtenção de farinhas dessas frutas, as quais mantenham as características é uma opção viável, disponibilizando-as para consumo durante maiores períodos do ano (GARCIA et al., 2014; MORAES et al., 2014).

Quando os alimentos *in natura* passam por processos tecnológicos como a secagem, onde há a remoção de água do interior do alimento (CECCHI, 2003; CELESTINO, 2010; ORDOÑÉZ, 2005) eles mantêm as suas qualidades nutricionais, tornando-se seguros para o consumo e, apresentando-se estáveis sob o ponto de vista microbiológico, pois com a evaporação da água presente no alimento, seus

índices de umidade e atividade de água são reduzidos consideravelmente ( $A_w < 0,6$  e umidade  $< 30\%$ ) (RAHMAN, 2010). Desta forma não ocorrem reações químicas e enzimáticas as quais alteram as suas características (FELLOW, 2006; RAHMAN, 2010). Assim, estes alimentos apresentam menores riscos de contaminação microbiológica e também maior tempo de durabilidade, quando comparados aos alimentos *in natura* (CECCHI, 2003; ORDÓÑEZ, 2005; CELESTINO, 2010).

Diversos trabalhos, como Baguetti (2009), Canuto et al., (2010); Ferreira et al., (2011); Lopes et al., (2007); Mayer (2015); Prado (2009); Rufino et al., (2010), Souza et al., (2012), e Vanin (2015), já demonstraram que as frutas nativas apresentam altos índices nutricionais, com elevados teores de compostos fenólicos, e potencial antioxidante. Estes compostos ao serem ingeridos são benéficos ao organismo humano, pois possuem potencial antioxidante e agem no combate aos radicais livres, os quais podem causar diversas doenças crônico-degenerativas (ROCHA et al., 2011), sendo estes radicais oriundos de hábitos não saudáveis e da exposição a poluição.

Com o intuito de reduzir os desperdícios de frutas nativas, é relevante a importância do desenvolvimento de produtos incorporados com estas frutas, como o desenvolvimento de farinhas. A obtenção de farinhas é uma alternativa interessante, pois além de agregar valor às frutas, podem ser acrescida no desenvolvimento de novos alimentos, como, por exemplo, biscoitos tipo *cookies*. Além disso, através do conhecimento de suas propriedades nutricionais, como a presença de compostos fenólicos e potencial antioxidante, a sua utilização se torna viável, pois com o processo de secagem mantendo os compostos presentes na fruta há uma possibilidade viável para as indústrias de alimentos e desenvolvimento da agricultura regional (CHITARRA e CHITARRA, 2005; CANUTO et al., 2010).

Esta pesquisa contribui no desenvolvimento tecnológico de alimentos saudáveis, agregando valor a frutas nativas, as quais possuem potencial para o desenvolvimento agroindustrial regional e agricultura familiar.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Otimizar o aproveitamento de frutas nativas para obtenção de farinhas, com avaliação do efeito da temperatura de secagem sobre os compostos fenólicos e potencial antioxidante das frutas e incorporação de farinha de fruta em matrizes alimentares para o aproveitamento tecnológico e desenvolvimento de alimentos com apelo nutricional.

### 2.2 Objetivos específicos

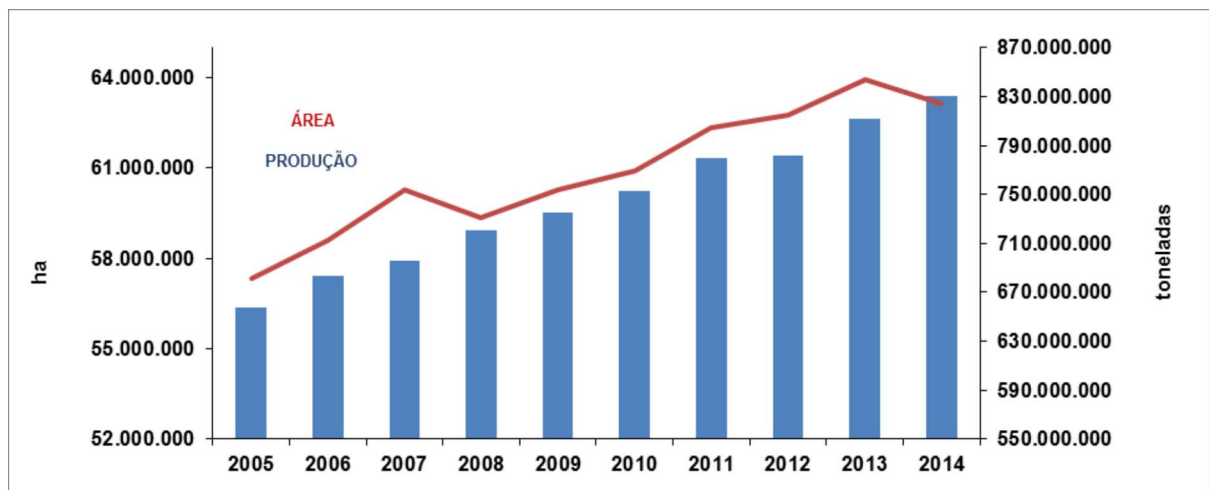
- Avaliar as frutas *in natura* araçá-amarelo, vermelho, pitanga-laranja, vermelha e roxa quanto a parâmetros físico, físico-químicos, compostos bioativos e potencial antioxidante.
- Analisar o efeito do método de secagem com estufa de circulação de ar forçado, sobre a qualidade tecnológica da farinha de araçá-amarelo, vermelho, pitanga-laranja, vermelha e roxa.
- Realizar a cinética de secagem no araçá-amarelo;
- Comparar as características físicas e físico-químicas de todas as frutas *in natura* com as respectivas farinhas obtidas.
- Avaliar o efeito do processo de secagem sobre a qualidade tecnológica e compostos bioativos e potencial antioxidante das farinhas obtidas.
- Adicionar a farinha de araçá-amarelo para elaboração de biscoitos tipo *cookie* em substituição parcial às farinhas convencionais.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Produção de frutas

Na última década verificou-se que a produção mundial de frutas apresentou um crescimento contínuo. No triênio 89/91 o total de frutas produzidas foi de 420 milhões de toneladas. Em 1996 ultrapassou 500 milhões de toneladas e em 2014 colheu-se mais de 830 milhões de toneladas (SEAB, 2017). O gráfico abaixo representa a evolução da produção mundial de frutas.

**Gráfico 1** - Produção mundial de frutas - 2005 a 2014.



Fonte: FAO, SEAB (2017) adaptado.

Entre 2005 e 2014, houve um crescimento da área plantada de 10,1% e um aumento de 26,3% na produção. Contudo observando-se o biênio 2013/2014, verifica-se que uma diminuição da área de plantio, em contraste com evolução observada desde 2008 (SEAB, 2017).

Atualmente o Brasil é um dos maiores produtores mundiais de frutas. No ano de 2014, o país foi responsável por 40,171 milhões de toneladas, equivalente a 4,8% da produção mundial, e ocupa o 3º lugar no ranking mundial dos maiores produtores, ficando atrás de China (1º) e Índia (2º). A soma da produção de frutas desses três países corresponde a 45,9% do total da produção mundial (SEAB, 2017). A Tabela 1 representa os maiores produtores mundiais de frutas.



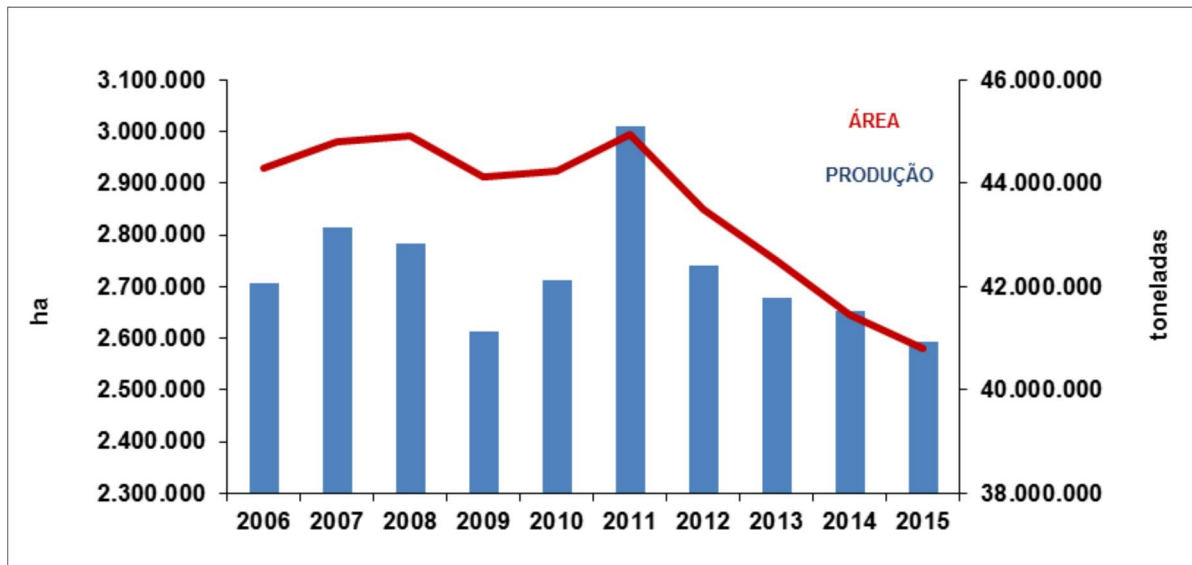
**Tabela 1- Principais países produtores de frutas - 2014**

<b>País</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Produção (ton)</b>	<b>% Produção</b>
China	15.644.245	250.878.739	<b>30,2</b>
Índia	7.224.098	89.920.609	<b>10,8</b>
Brasil	2.367.904	40.171.283	<b>4,8</b>
Estados Unidos	1.216.601	28.248.236	<b>3,4</b>
Turquia	1.456.354	19.870.281	<b>2,4</b>
Espanha	1.560.252	19.337.080	<b>2,3</b>
México	1.355.679	19.337.080	<b>2,3</b>
Indonésia	778.090	19.324.424	<b>2,2</b>
Irã	1.194.283	17.819.079	<b>2,1</b>
Itália	1.175.701	16.626.601	<b>2,0</b>
Demais 196 países	29.166.733	310.006.057	<b>37,3</b>
<b>Total</b>	<b>63.139.940</b>	<b>830.371.776</b>	<b>100,0</b>

**Fonte:** SEAB (2017) adaptado.

Em 2014 a área de plantio no Brasil foi de 2.367.904 hectares, gerando 6 milhões de empregos diretos, cujo valor de produção alcançou R\$ 33,3 bilhões em 2016. Comercialmente as colheitas mais significativas são de laranja, banana, abacaxi, melancia, castanha-de-caju e mamão (SEAB, 2017).

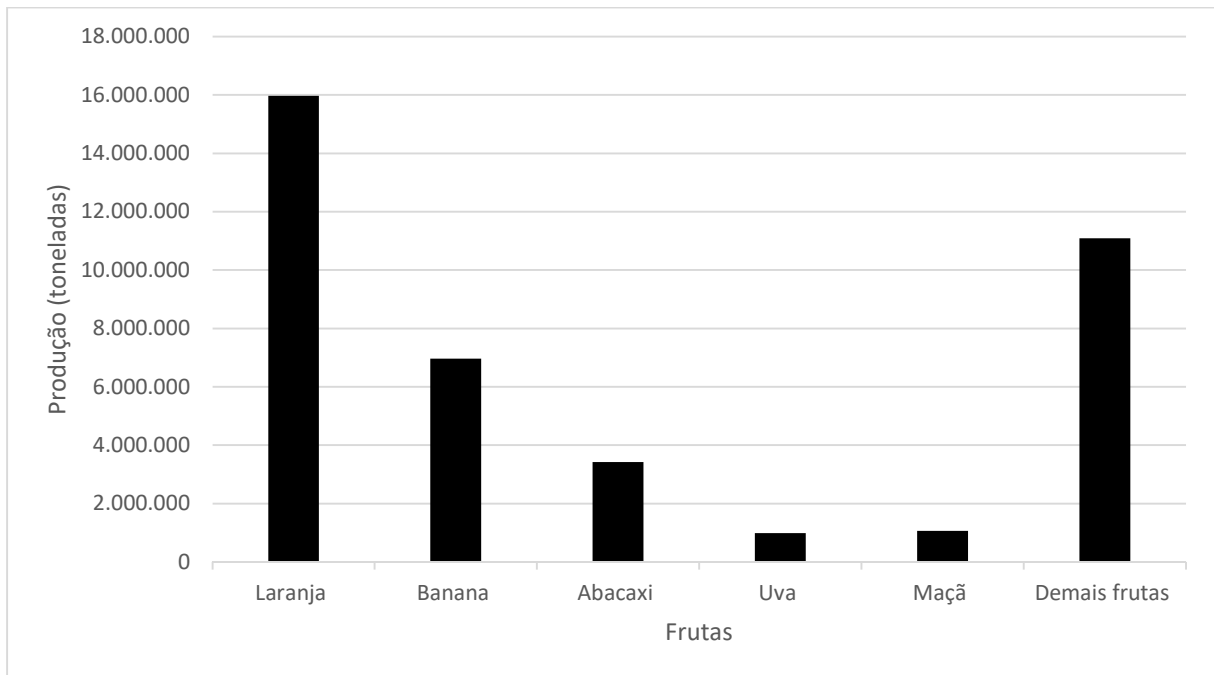
O gráfico 2 apresenta a produção e área cultivada de frutas no Brasil ao longo dos últimos anos.

**Gráfico 2** - Produção de frutas no Brasil - 2006 a 2015.

**Fonte:** SEAB (2017) adaptado.

Nota-se que a área de plantio teve oscilações até 2011, onde a partir de então verifica-se uma constante diminuição. O maior volume colhido foi alcançado em 2011 e desde então vem apresentando oscilações ao longo dos anos.

A principal fruta colhida no Brasil é a laranja, com 15,9 milhões de toneladas em 2016, respondendo por 40,5% da produção. Houve uma redução de 1,1% em comparação a 2014. O estado de São Paulo é o maior produtor com 12,3 milhões de toneladas e representa 73,3% da produção total (SEAB, 2017). O Gráfico 3 ilustra as maiores produções de fruta no Brasil em 2016.

**Gráfico 3-** Principais frutas produzidas no Brasil – 2016.

**Fonte:** SEAB (2017), adaptado.

A banana ocupa o segundo lugar, com um volume produzido de 6,8 milhões de toneladas, correspondendo a 16,7% do volume total produzido. A Bahia é o maior produtor nacional, seguida por São Paulo e Minas Gerais. O abacaxi está em 3º lugar com 3,4 milhões de toneladas. Os maiores produtores são: Minas Gerais, Pará e Paraíba e representam 51,1% da produção nacional (SEAB, 2017).

Somando as produções de laranja, banana e abacaxi, elas representam 66,2% da produção nacional. Completam a lista dos dez maiores cultivares, a melancia, o coco, a uva, o mamão, a maçã, o limão e a tangerina, sendo responsáveis por 91,8% das colheitas obtidas nos pomares em 2015 (SEAB, 2017).

### 3.2 Frutas nativas

O Brasil é um país com uma vasta extensão territorial e uma das maiores biodiversidades do planeta, apresentando seis biomas principais (Amazônia, Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, Pantanal e Pampas). Há uma grande variação do clima, relevo, precipitação, condições edáficas entre outros fatores, os quais propiciam um grande número de frutas nativas, sendo que muitas delas ainda não

são comercializadas, e podem ter um bom potencial para utilização na alimentação (FETTER et al., 2010).

Embora o Brasil apresente uma grande variedade de frutas nativas, poucas são comercializadas em larga escala, seja *in natura* ou na forma de produtos derivados. As frutas nativas brasileiras mais conhecidas são: o açaí (*Euterpe oleracea Mart.*) a graviola (*Annona muricata L.*) a castanha-de-caju (*Anacardium occidentale L.*) a goiaba (*Psidium guajava*) e o maracujá (*Passiflora edulis*). Um grande número de frutas ainda é pouco aproveitado devido ao clima e à regionalidade permanecendo desconhecidas, como é o caso do araçá-amarelo e araçá-vermelho (FETTER et al., 2010).

As frutas nativas apresentam mercado potencial para exploração e no caso do araçá (*Psidium sp*), que é uma fruta nativa de diversas regiões do Brasil, o seu aproveitamento comercial ainda é pequeno. A sua utilização se dá principalmente para a produção de sucos, sorvetes e bebidas alcoólicas (FRANZON et al., 2009).

Um dos motivos que inviabilizam o consumo das frutas nativas em diferentes regiões é a sua perecibilidade, devido ao fato de apresentarem alta umidade e atividade de água (ORDÓÑEZ, 2005). No Brasil há carência de infraestrutura adequada em vários setores, não há uma cadeia de estocagem e armazenamento de frutas em larga escala, disseminada em todo o território nacional (CNI, 2016). Desta forma, a elaboração de produtos que contenham porções dessas frutas, é uma alternativa viável, a qual resulta em alimentos com características nutricionais interessantes e viabilizam a comercialização em larga escala durante todos os períodos do ano (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Associado à diminuição do risco de mortalidade está o consumo de frutas, legumes e verduras (AGUDO et al., 2007). Com o seu consumo pode haver redução na ocorrência de doenças crônicas, tais como, as doenças cardiovasculares, derrames e alguns tipos de câncer (ROCHA et al., 2011). Estudos recentes da Organização Mundial da Saúde (OMS), afirmam que existem evidências convincentes de que o consumo de frutas, legumes e verduras também diminui o risco de diabetes e obesidade. Este estudo ainda recomenda um consumo mínimo de pelo menos cinco porções diárias de frutas, legumes e verduras, equivalente a 400g ou mais por dia (WHO, 2002).

Historicamente o Brasil apresenta problemas relacionados à fome, ocasionado por diversos fatores socioeconômicos e culturais. Ainda há um grande

desperdício de alimentos, que ocorrem nas etapas de produção, transporte, armazenamento, processamento, distribuição e consumo. As perdas no período pós colheita são mais expressivas em países da América Latina, incluindo o Brasil, quando se é comparado aos países mais desenvolvidos (COSTA, GUILHOTO e BURNQUIST, 2015).

No início do século XXI se observaram inúmeras mudanças socioeconômicas e culturais, as quais refletiram diretamente na qualidade de vida da população. Desde este período, a proteína vegetal vem sendo substituída por animal e o carboidrato por lipídeos. Com o intuito de reverter os males causados por estes hábitos alimentares, vêm-se buscando esforços de pesquisadores no sentido de indicar aos consumidores a importância de retomar e intensificar o consumo de verduras, legumes e frutas para o adequado suprimento das necessidades de vitaminas, minerais e nutrientes, que podem atuar na proteção contra as doenças provocadas e/ou agravadas pela dieta anteriormente adotada (FETTER et al., 2010; BARROSO et al., 2014). Segundo a FAO (2002) uma alimentação saudável pode ser alcançada com um consumo equilibrado de frutas e outros vegetais (WHO, 2002).

Neste contexto é importante destacar o valor das várias espécies frutíferas no Brasil. Torna-se evidente que há necessidade de se explorar de forma mais efetiva as frutas nativas. Elas podem diversificar e enriquecer a alimentação humana, contudo mesmo sendo conhecidas pela comunidade científica, muitas ainda ficam apenas restritas à pesquisa, ainda sendo pouco exploradas, tendo o seu consumo limitado ao curto tempo de vida útil no pós-colheita (FRANZON et al., 2009).

Inúmeros benefícios aos consumidores e diversificação do mercado, podem ser obtidos com a agregação de farinha de frutas nativas aos alimentos. Com o aproveitamento integral do fruto, há redução do desperdício de nutrientes, desta forma é importante ressaltar a utilização de cascas, talos e sementes, os quais reduzem os custos de produção e podem contribuir para a descoberta de novas texturas, aromas e sabores, sob a forma alimentos processados como: sucos, doces, geleias, biscoitos e massas em geral. São observados diversos benefícios com a ingestão integral dos frutos (FRANZON et al., 2009; GONDIM et al., 2005).

De acordo com estudos realizados por Sun-Waterhouse et al., (2010), verificou-se que está associado ao consumo regular de frutas a redução dos riscos

de doenças crônicas. Isto é ocasionado devido aos antioxidantes naturais presentes nos alimentos. Com a crescente demanda, gerada pelo aumento do consumo de produtos saudáveis, várias tentativas estão sendo feitas para se obter alimentos com alto valor nutricional. Dentre uma das diversas opções viáveis existentes atualmente, as farinhas de frutas nativas, são acessíveis, pois podem ser incorporadas a diversos tipos de alimentos, para que estes sejam acrescidos de compostos antioxidantes e enriquecidos com compostos bioativos.

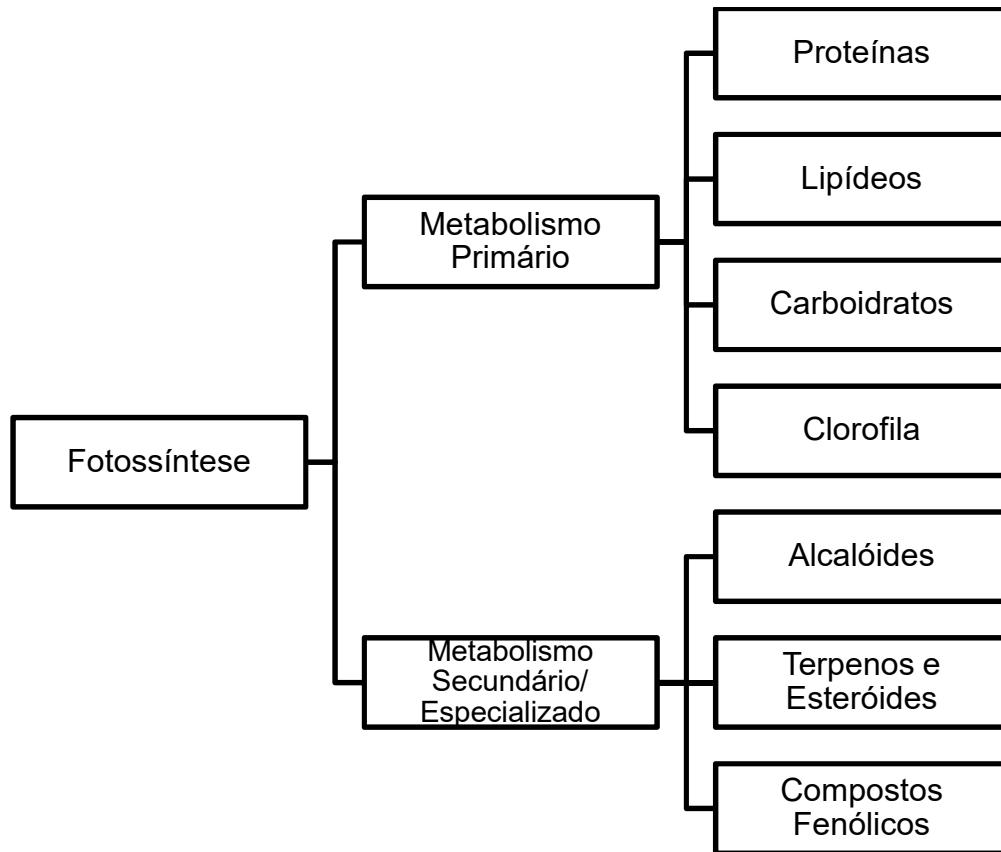
Em decorrência da presença de vitaminas, sendo encontradas no araçá as Vitaminas A, B e C e sais minerais como fósforo, sódio, cálcio e potássio (FRANZON et al. (2009), as frutas são uma parte de uma dieta saudável. Muitas frutas ainda possuem a presença de polifenóis, os quais são benéficos à saúde, tais como: procianidina, catequina, ácido clorogênio, floridizina, quercetina e seus conjugados. Inúmeros compostos fenólicos presentes nas frutas possuem atividade antioxidante, anti-inflamatória, e anti-carcinogênica, além de prevenir uma grande variedade de doenças crônicas (FETTER et al., 2010).

### **3.3 Compostos com potencial antioxidante**

#### **3.3.1 Compostos Fenólicos**

Estudos indicam que há aproximadamente 400 milhões de anos, houve uma evolução das plantas terrestres, as quais passaram a sintetizar metabólitos secundários (MS), como uma forma de defesa contra os animais herbívoros, microrganismos e plantas concorrentes. Estes metabólitos atraíram animais polinizadores e de dispersão de sementes, eles ainda atuavam como antioxidantes e protegiam as plantas contra os raios ultravioleta (SILVA et al., 2016).

Os MS são sintetizados durante a fotossíntese (Figura 1) e mesmo não sendo importantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas, são importantes para a sua sobrevivência. Eles têm recebido atenção crescente nos últimos anos, com inúmeras pesquisas sendo realizadas com o propósito de evidenciar que a sua ingestão é benéfica para manutenção da saúde humana. Os MS são biologicamente ativos e interferem a nível molecular no organismo (MARTINS et al., 2016; SILVA et al., 2010; WINK, 2016).



**Figura 1-** Relação entre os metabolismos primário e secundário nas plantas (Martins et al., 2016) adaptado.

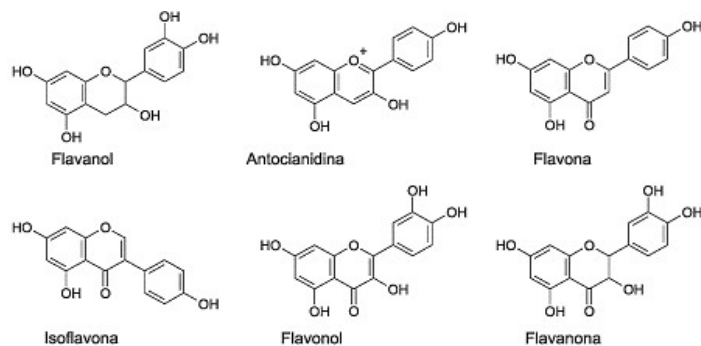
O metabolismo secundário também pode ser chamado de metabolismo especializado, é composto por três grupos, sendo os mais importantes os terpenos (várias unidades de isopreno), os alcalóides (compostos nitrogenados heterocíclicos) e os compostos fenólicos (SILVA et al., 2016).

Os compostos fenólicos são o maior grupo, atualmente há mais de 8.000 estruturas identificadas. Estes compostos possuem um modelo estrutural básico, com um grupo fenol, onde há uma hidroxila ( $\text{OH}^-$ ) ligada ao anel aromático (SILVA et al., 2016). Estes compostos apresentam uma grande diversidade estrutural, e podem variar de uma simples molécula a um polímero complexo de elevado peso molecular. O seu potencial antioxidante está diretamente influenciado pela disposição dos grupos hidroxilas nas moléculas (SHAHIDI e AMBIGAIPALAN; 2015).

Estes compostos podem ser classificados de acordo com a sua distribuição em três categorias: pouco distribuídos na natureza, polímeros e largamente distribuídos na natureza (ANGELO e JORGE, 2007). Há um número bem reduzido de compostos na família dos pouco distribuídos na natureza. Neste grupo, estão os fenóis simples, como o pirocatecol, a hidroquinona e o resorcinol. Ainda pertencem a

este grupo os aldeídos derivados dos ácidos benzoicos, os quais constituem os óleos essenciais como a vanilina (SOARES et al., 2002).

Os polímeros são fenólicos que não se apresentam na forma livre nos tecidos vegetais, representam este grupo os taninos e as ligninas. O maior grupo é o dos fenólicos que estão amplamente distribuídos na natureza, que podem ser subdivididos em: flavonóides (flavonóis, antocianinas, flavonas, isoflavonas, flavonóis e flavanonas) (Figura 2), Ácidos fenólicos (Ácidos Hidroxibenzoicos e os Ácidos Hidroxicinâmicos e seus derivados) e as cumarinas (ANGELO e JORGE, 2007; LIU et al., 2015; MARTINS et al., 2016; SILVA et al., 2016).



**Figura 2-** Estrutura química das principais classes de flavonóides (CERQUEIRA et al., 2007) adaptado.

Os compostos fenólicos mais comuns são os ácidos fenólicos e o grupo dos flavonóides (SILVA et al., 2016). Na natureza, os ácidos fenólicos são encontrados principalmente nas formas insolúveis ou conjugados, enquanto os flavonóides apresentam-se como glicosídeos ou múltiplos açúcares ligados através de um grupo OH (OH-glicosídeo) ou através de ligação carbono-carbono (C-glicosídeo). Os fenólicos conjugados possuem uma capacidade antioxidante maior, em comparação aos fenólicos livres e solúveis (ACOSTA-ESTRADA et al., 2014).

As principais fontes de compostos fenólicos são as frutas cítricas como limão, laranja e tangerina. Eles também podem ser encontrados em outras frutas, como a cereja, uva, ameixa, pêra, maçã e mamão, sendo que as maiores quantidades são encontradas na polpa da fruta. Também são boas fontes destes compostos a pimenta verde, brócolis, repolho roxo, cebola, alho e tomate (PIMENTEL et al., 2005).

Estes compostos também podem ser encontrados em outros alimentos como: ervas, cereais, grãos, sementes, chás e óleos. As plantas superiores



(Gimnospermas e Angiospermas) são as maiores fontes de antioxidantes. Devido aos seus efeitos benéficos à saúde, os antioxidantes são de grande interesse e devem fazer parte da dieta humana (AHMAD et al., 2016).

Em razão do seu efeito no combate aos radicais livres, os compostos fenólicos apresentam resultados positivos sobre as doenças crônicas, cardiovasculares, câncer, obesidade e diabetes (ALVES et al., 2013; BORLINGHAUS et al., 2014; CAROCHO et al., 2013; FINOCCHIARO et al., 2010; IRONDI et al., 2015; KUMAR et al., 2013; SHAO et al., 2014; TAOFIQ et al., 2015).

Estudos realizados por Halliwell et al., (1995) afirmam que os compostos fenólicos podem atuar de diversas formas, podendo agir principalmente pela eliminação e adsorção de radicais livres e como quelantes de íons metálicos (SU et al., 2007). Eles ainda possuem atividade farmacológica, inibindo a oxidação lipídica e a proliferação de fungos, também participam em processos responsáveis pela cor, adstringência e aroma de diversos alimentos (SOARES, 2002).

Dentre os compostos bioativos, os compostos fenólicos são os mais abundantes na dieta humana, seu consumo pode atingir até 1g/dia, sendo muito superior a maioria de outros compostos fitoquímicos com propriedades antioxidantes (ANGELO e JORGE, 2007).

Com o objetivo de separação, identificação e quantificação dos compostos fenólicos, vários estudos vêm sendo realizados. Contudo como há uma grande diversidade de compostos para englobar (fenóis simples, ácidos fenólicos, cumarinas, flavonóides, taninos e lignanas), estes trabalhos sofrem dificuldades, pois para esta identificação são necessários equipamentos específicos, os quais são caros e pouco acessíveis para grande parte dos pesquisadores. Outra dificuldade encontrada se deve ao fato destes compostos possuírem grandes diferenças de polaridade, reatividade, sendo facilmente oxidados pela ação da luz e suscetíveis a ação de enzimas (ANGELO e JORGE, 2007; RUFINO et al., 2007; SILVA et al., 2016; SINGLETON et al., 2013; SOARES, 2002).

### 3.4 Antioxidantes

Os antioxidantes são substâncias que presentes nos alimentos em determinadas concentrações que retardam ou inibem a oxidação de substratos oxidáveis. Eles têm papel fundamental na defesa do organismo contra os radicais livres e são substâncias altamente reativas como o oxigênio (MARTINS et al., 2016). Eles estão presentes em praticamente todas as plantas, microrganismos e tecidos animais, os principais antioxidantes vegetais são, o Ácido Ascórbico (Vitamina C) e Tocoferol (Vitamina E), e os compostos fenólicos, especialmente os flavonóides (SILVA et al., 2010).

De acordo com o seu modo de ação as substâncias com potencial antioxidante podem ser classificadas em duas categorias principais: antioxidantes primários e secundários. Essas substâncias apresentam diferentes propriedades protetoras e agem em diversas etapas do processo oxidativo (SILVA et al., 2010).

Os antioxidantes primários são compostos que possuem a capacidade de inibir ou retardar a oxidação por inativação de radicais livres, graças ao seu mecanismo de doação de átomos de hidrogênio ou de elétrons, os quais transformam os radicais em substâncias estáveis (SILVA et al., 2010).

Os antioxidantes secundários são uma categoria que apresentam uma grande variedade de mecanismos de ação, como por exemplo, a ligação de íons metálicos (alteração de valência), a inativação das espécies reativas de oxigênio (EROs), a conversão de hidroperóxidos em espécies não-radicalares ou a absorção de radiação ultravioleta (SILVA et al., 2010).

A ingestão de alimentos que possuam antioxidantes, aliado a uma dieta equilibrada e hábitos de vida saudáveis, podem minimizar o risco de algumas doenças. Há estudos que sugerem a surgimento de efeitos aditivos e sinérgicos por parte dos fitoquímicos presentes em frutos e vegetais, os quais apresentam uma considerável atividade antioxidante e anticancerígena (FERREIRA e ABREU, 2007).

A adição de antioxidantes na dieta pode proteger o organismo humano contra os danos no DNA celular, lipídeos e proteínas, ocasionados por radicais livres, por possuírem a capacidade de inibir óxido-redutores. Os compostos fenólicos podem quelar íons metálicos como  $Fe^{2+}/Fe^{3+}$  e  $Cu^{2+}$ , prevenindo a formação de radicais livres a partir desses elementos (SOUSA et al., 2012).

### 3.5 Araçá-amarelo e vermelho (*Psidium spp*)

#### 3.5.1 Características

A família *Myrtaceae* é constituída por cerca 133 gêneros com aproximadamente 3.800 espécies conhecidas, sendo distribuídas em vários continentes, como América Tropical e Temperada, sudoeste asiático e Austrália, contudo possui pouca representatividade no continente africano (WILSON et al., 2001).

As plantas desta família são lenhosas, arbustivas, com folhas inteiras e estípulas pequenas. Suas flores são brancas ou vermelhas, com características hermafroditas. Suas árvores podem ser pequenas, com 2 metros ou podem alcançar até 100 metros de altura. Na flora brasileira as principais constituintes desta família são a goiabeira e araçazeiro (*Psidium*), jabuticabeira (*Myrciaria*), pitangueira, uvaia, grumixameira, cambucazeiro (*Eugenia*), araçá-felpudo (*Campomanesia*) e Cambuci (*Paivaea*) (JOLY, 2002; FRANZON et al., 2009).

Os seus frutos são do tipo bagas, de coloração amarelada ou avermelhada, de acordo com o genótipo. Eles possuem potencial tecnológico e têm grande importância, pois contribuem para a diversidade da fruticultura local, introduzindo novas opções de sabores e aromas. As plantas florescem de junho a dezembro e sua safra ocorre nos meses de fevereiro a abril (MANICA, 2000). O araçazeiro é uma fruta nativa do Brasil podendo ser encontrada desde o Estado do Rio Grande do Sul, até a região Amazônica, com ampla disseminação no território nacional (BEZERRA et al., 2000; FRANZON; 2004; FRANZON et al., 2009).

Dentre as espécies nativas produtoras de frutos comestíveis, as que possuem destaque atualmente são *Psidium cattleianum* Sabine e *Psidium guineense* Swartz (CISNEIROS et al., 2003; FRANZON et al., 2009). Neste estudo utilizou-se o cultivar *Psidium cattleianum* Ya-ci para o araçá-amarelo e o cultivar Irapuã para o araçá-vermelho (*Psidium longipetiolatum*).

A espécie *P. guineense* pode ser encontrada em toda a América Tropical, desde a Argentina e Brasil até o sul do México (SÁNCHEZ-GONZÁLEZ et al., 2005; FRANZON et al., 2009). Trata-se de um arbusto que pode alcançar 1,5 m de altura, com caule de casca lisa, folhas simples com enervações salientes e margens levemente onduladas (FERREIRA et al., 2011). Possui flores brancas e axilares. Os

frutos são bagas ovoides ou oblongas, amarelas ou verdes, com polpa suculenta e apresentam de 22 até 250 sementes (FRANZON et al., 2009).

A polpa do araçá possui coloração que varia do branco ao vermelho, dependendo da espécie. Ela é aromática e mucilagínosa, apresentando uma grande quantidade de sementes. No Brasil o fruto é consumido *in natura*, ou sob a forma de geleias e sorvetes artesanais e não há relatos do processamento ou industrialização do araçá. Além do aproveitamento doméstico dos frutos e da madeira, as suas cascas, raízes e folhas são amplamente utilizadas na medicina popular, para o preparo de infusões (FRANZON, 2004; FRANZON et al., 2009; MAYER, 2015).

DAMIANI (2009) obteve os seguintes valores para a constituição química do araçá, 80,41% de umidade, 1,87% de proteínas, 0,33% de lipídeos, 0,44% de cinzas e 16,95% de carboidratos. Estes valores são próximos aos encontrados por Caldeira et al., (2004). A alta concentração de umidade do araçá torna este fruto, suscetível a rápida deterioração, sendo necessário um rápido consumo do fruto maduro ou a aplicação de processamento tecnológico (DAMIANI, 2009; FRANZON et al., 2009).

Inúmeros fatores influenciam na composição de seus macros e micronutrientes. Dentre eles podemos citar região do plantio, tipo de plantio, condições edáficas, exposição solar, índice pluviométrico, clima, relevo e estágio de maturação, sendo também influenciados pelos fatores fisiológicos e genéticos de cada planta (BARCIA et al., 2010; MARTINS et al., 2008). Para Vieira et al. (2011), as condições ambientais possuem uma grande importância na composição dos frutos, exercendo uma grande influência na sua composição final.

Pesquisas vêm comprovando as suas excelentes características nutricionais. Estudos realizado por Wille (2004), confirmaram que os frutos do araçá possuem cerca de sete vezes mais vitamina C que frutas cítricas. Outros trabalhos afirmam que o araçá possui uma boa quantidade compostos fenólicos, açúcares, fibras e minerais (MANICA, 2000; VIEIRA et al., 2011). Pesquisadores identificaram ácidos graxos nas sementes de araçá, provenientes da extração do óleo, Mello et al., (2008) verificaram quantidades significativas de Ácido Linoleico no óleo das sementes de araçá. Estes compostos pertencem à classe dos ácidos graxos essenciais, os quais não são sintetizados pelo organismo e possuem grande relevância na dieta, pois contribuem na regulação de diversas funções (FRANZON et al., 2009). Devido a essas características, junto com a vantagem da precocidade de produção,

resistência a doenças e pragas, o araçazeiro torna-se uma opção de cultivo viável para os pequenos produtores (MANICA, 2000).

Dentre as espécies existentes, há duas que se destacam, a primeira é a *Psidium cattleianun var. lucidum*, conhecida como araçá-amarelo (Figura 3), a outra é a *Psidium longipetiolatum* (Figura 4), o araçá-vermelho, conhecido como strawberry guava ou purple guava na Inglaterra e na França (Silva, et al., 2010).



**Figura 3-** Frutos de araçá-amarelo após o processo de seleção e higienização, acondicionados em sacos plásticos.





**Figura 4-** Amostras de araçá-vermelho *in natura* cortados e dispostos em placas de petri, para obtenção de farinha.

### 3.6 Pitanga (*Eugenia uniflora* L.)

#### 3.6.1 Características

A pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) é uma planta distribuída amplamente entre os países situados ao sul continente americano, como Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai. Localmente ela é conhecida como pitanga ou ñangapiri (CONSOLINI e SARUBBIO; 2002). Ela pertence à família das *Myrtaceae*, a qual é composta por mais de 130 gêneros e 3800 espécies conhecidas (WILSON et al., 2001). Esta família é dividida em duas subfamílias: *Myrtoideae*, a qual apresenta seus frutos em bagas, e inclui os gêneros *Myrtus*, *Psidium*, *Pimenta*, *Eugenia*, *Pseudocaryophyllus* e *Syzygium*, e a subfamília *Leptospermoideae*, com frutos que em sua maioria possui semente única do tipo noz, à qual pertencem os gêneros *Eucalyptus*, *Leptospermum* e *Malaleuca* (TYLER, 1999).

O tronco da pitangueira é lenhoso e bastante engalhado, podendo a árvore atingir até 8m de altura. Suas folhas são opostas, verde-escura, brilhantes, ovais e inteiras e quando jovens possuem coloração vinho. Suas flores são brancas com perfume suave e possuem abundância de pólen (BEZERRA et al., 2000).

De acordo com Bezerra et al. (2000), a pitangueira está disseminada e atualmente é cultivada nas mais variadas regiões do globo como Américas do Sul e Central, Caribe, nos estados norte-americanos da Flórida, Califórnia e Havaí, Sudeste da Ásia, China, Índia, Sri Lanka, Madagascar, África do Sul, Israel e diversos países do Mediterrâneo.

A porção comestível das frutas maduras apresentam um rendimento médio entre 65% e 80% (SANTOS et al., 2002), para a pitanga vermelha e roxa, respectivamente. Bezerra et al. (2000) encontraram valores que variaram de 74,6 a 88,4%. O diâmetro das frutas é em torno de 2,0 cm geralmente, o teor de sólidos solúveis totais (SST) é alto, com valores acima de 12 °Brix, atingindo até 17 °Brix (FRANZON, 2004). Os seus frutos apresentam coloração que varia do laranja-claro até roxo-escuro e apresentam alto potencial industrial para produção de polpas, sorvetes e geleias. A Figura 5 ilustra os frutos de pitanga vermelha dispostos em placas de petri para obtenção de farinha.

A composição físico-química da pitanga depende da espécie do fruto e do grau de maturação, sendo os componentes fundamentais compostos por: açúcares, polissacarídeos e ácidos orgânicos, enquanto compostos nitrogenados e lipídeos são encontrados em menor quantidade. Também são encontradas vitaminas, as quais contribuem para a cor da pitanga, como os carotenóides (Pró-Vitamina A) (BAGUETTI, 2009). Franco (2006) obteve os valores de 6,4% de carboidratos, 1,02% de proteínas e 1,9% de lipídeos. Na Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos (TACO, 2006) observa-se os valores de 10,2% de carboidratos, 0,9% de proteínas, 0,2% de lipídeos, 88,3% de umidade e 0,4% de cinzas.





**Figura 5-** Frutos de pitanga *in natura* dispostos nas placas para secagem e obtenção de farinha.

Até pouco tempo não haviam dados oficiais da produção no Brasil, contudo estima-se que o Brasil seja o maior produtor mundial. O maior estado produtor é Pernambuco, com cerca de 300 hectares de plantio. O maior cultivo comercial de pitanga está localizado no município de Bonito-PE. Calcula-se que a produção anual de pitanga em Pernambuco seja entre 1.300 a 1.700 toneladas por ano (BAGUETTI, 2009). O cultivo de pitangueira vem crescendo anualmente, devido ao aproveitamento dos seus frutos para o preparo de polpa, elaboração de sorvetes, sucos, refrescos, geleias, licores e vinhos (BAGUETTI, 2009).

A pitangueira é uma espécie nativa, a qual pode se tornar uma nova atividade econômica nas propriedades rurais do Sul do Brasil gerando renda, visto que tem sua primeira safra em outubro/novembro, e a segunda em março/maio, podendo a última se estender até a entrada do inverno (FRANZON, 2004).

Neste trabalho foram realizadas análises em pitangas que apresentaram três estádios diferentes de maturação, laranja, vermelha e roxa, para se comparar o efeito da coloração da polpa sobre o teor de compostos fitoquímicos de interesse. A



coloração da polpa sugere a existência de pigmentos naturais como os carotenóides e antocianinas. A presença e a quantidade dos pigmentos estão relacionadas com o grau de maturação de cada fruta (SANTOS *et al.*, 2002). Com a maturação da fruta há uma tendência de aumento no teor de antocianinas, indicando que há síntese destes pigmentos na pitanga (SANTOS *et al.*, 2002). Essa série de reações levam a um acúmulo de pigmento nos estádios finais de maturação, os quais proporcionam um aspecto atrativo, com característica de fruto maduro (SILVA *et al.*, 2002).

### **3.7 Processamento das frutas-secagem**

A secagem é uma operação por meio da qual a água ou qualquer outro líquido é removido de um material. Esse conceito também se aplica a operação de evaporação, que é a concentração de soluções líquidas. A secagem de um alimento é a remoção da água do meio sólido através da vaporização, utilizando uma temperatura inferior à de ebulição da água (CELESTINO, 2010).

As vantagens desse processo são: maior tempo de vida útil, concentração dos nutrientes, manutenção da qualidade durante o transporte e a comercialização e proteção contra microrganismos (CELESTINO, 2010; MORAES e RODRIGUES, 2006).

O método de secagem mais utilizados em alimentos se dá pela utilização de estufas. Neste método há transferência de calor que é realizado por condução, o alimento é desidratado devido ao aquecimento que ocorre de fora para dentro, contudo isso torna o processo lento, podendo levar várias horas ou até dias. Considera-se a secagem uma técnica simples, pois ela depende apenas de uma estufa (simples, simples com ventilador ou a vácuo) e de cadinhos ou placas (de porcelana, alumínio ou vidro), onde serão colocadas as amostras (CECCHI, 2003).

Contudo mesmo sendo um método simples e de baixo custo, a secagem por estufa apresenta fatores que podem influenciar na exatidão dos resultados, como: umidade relativa, temperatura, velocidade do ar ou vácuo na estufa; tamanho das partículas e espessura, número e posição das amostras; construção da estufa e pesagem incorreta das amostras (CECCHI, 2003; CELESTINO, 2010).

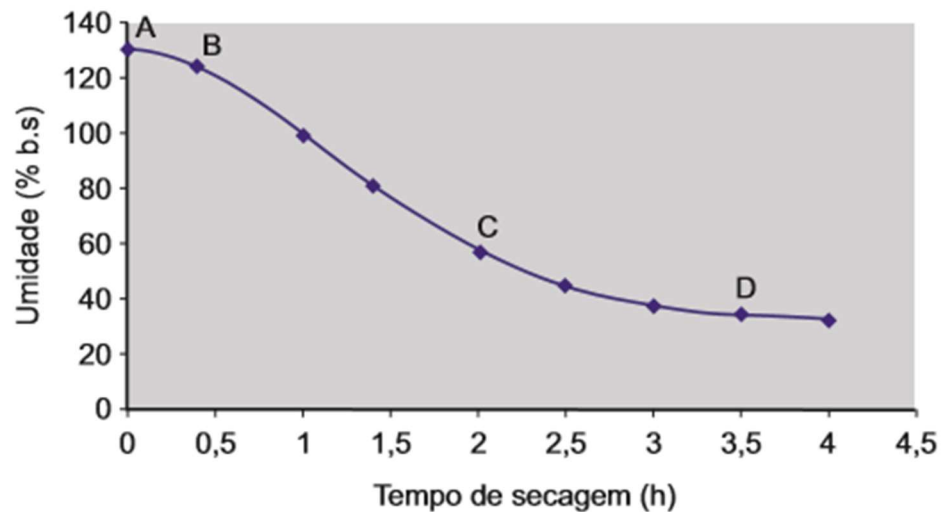
O processo de secagem é recomendado para melhorar o aproveitamento e reduzir o desperdício de frutas. Por ser um processo simples e que preserva o alimento, ela pode ser utilizada para otimizar o aproveitamento tecnológico de frutas nativas da região, tornando-se uma possibilidade de agregar valor na produção da agricultura familiar. Uma vez que o custo para se construir uma estufa solar é relativamente baixo, e a sua utilização se dá sem gasto energético, o que torna este processo viável e uma possibilidade para os pequenos produtores rurais.

### **3.7.1 Cinética de secagem**

Para melhorar o aproveitamento tecnológico e a compreensão do comportamento das amostras de alimentos durante o processo de secagem, os estudos de cinética de secagem são conduzidos de forma a monitorar o tempo e a temperatura, em que se realizam a secagem.

A cinética de secagem é a relação entre a perda de umidade por período de tempo, assim se obtêm quanto tempo que o alimento leva para perder umidade. O processo é interrompido quando o teor mínimo de umidade é atingido, esse estado é quando a pressão parcial de vapor da água na superfície do alimento avaliado é igual à pressão parcial do vapor de água incluso no ar (CELESTINO, 2010).

O comportamento da cinética de secagem é descrito através do gráfico a seguir na Figura 6.



**Figura 6-** Umidade do alimento durante o processo de secagem (CELESTINO, 2010).

A curva observada na Figura 6 é dividida em três segmentos. O segmento AB é o de adaptação do alimento à temperatura de secagem, é o período mais curto da curva, enquanto a água livre na superfície estará sendo evaporada. O segundo segmento, BC, é normalmente o mais longo da curva, onde ocorre a maior remoção de água do interior do alimento em função do tempo. Este segmento se altera, conforme a quantidade de líquido contida no interior do alimento, no caso das frutas como há muita umidade, então, representa a seção mais longa da curva. A parte final do segmento BC, corresponde ao fim da secagem constante, onde o alimento aumenta a sua resistência, pois o líquido ainda presente no interior do alimento compete com a água que está sendo evaporada da sua superfície (CELESTINO, 1998; CELESTINO, 2010).

O segmento CD corresponde ao período de estabilização, no qual há cada vez menos umidade para ser retirada. Há uma pequena variação da umidade em relação ao tempo. A partir do ponto D a umidade do alimento diminui até alcançar a umidade de equilíbrio para as condições de temperatura e umidade relativa do ar. Ao se atingir essa umidade de equilíbrio, o processo de secagem acaba (CELESTINO, 1998; CELESTINO, 2010).

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

Os reagentes e equipamentos necessários para o processo de secagem, produção das farinhas, elaboração dos biscoitos tipo *cookies* e realização das análises físicas, físico-químicas, compostos fenólicos e potencial antioxidante, bem como as vidrarias estavam disponíveis nos laboratórios da UTFPR - Campus Francisco Beltrão.

### **4.1 Matéria-prima**

As frutas *in natura* araçá-amarelo e vermelho e as pitangas-laranja, vermelha e roxa foram cedidas pela UTFPR - campus Dois Vizinhos. Elas foram cultivadas no pomar didático existente na universidade e pertenciam aos cultivares Yaci para o araçá-amarelo e Irapuã para o araçá-vermelho. O cultivar de pitanga utilizado foi a Tropicana.

### **4.2 Preparo das amostras**

As matérias-primas foram transportadas até os laboratórios de tecnologia de alimentos da UTFPR em caixas térmicas, acondicionadas a temperatura ambiente, protegidas de luz a fim de preservar a identidade das frutas.

### **4.3 Caracterização da Matéria-prima: seleção, higienização, cinética de secagem e elaboração de farinha**

Nos laboratórios de tecnologia de Alimentos da UTFPR – Francisco Beltrão, as frutas foram selecionadas e higienizadas em água corrente. Na sequência foi realizada a cinética de secagem do araçá-amarelo em estufa de circulação de ar forçado. Para a cinética de secagem, os araçás-amarelos foram cortados em aproximadamente 12 pedaços iguais e pesados cerca de 40-45g, para cada uma

das triplicatas avaliadas neste processo. As frutas foram distribuídas uniformemente pela superfície da placa de petri, assim todas as partes ficaram expostas ao calor sem aglomerações.

Para o estabelecimento da temperatura de secagem, foram realizadas sucessivas secagens em estufa de circulação de ar forçado, em três temperatura distintas (65, 70 e 75°C).

No início da secagem, a pesagem das amostras foi efetuada a cada dez minutos de tempo em estufa. Após se observar que a massa se tornava constante, o tempo de pesagem passou a ser de vinte minutos e finalmente de trinta minutos. As amostras permaneceram nessa temperatura até que a massa fosse totalmente estabilizada.

Para a construção da curva de secagem utilizou-se os valores da razão da umidade (RU), que foi obtida conforme a Equação 1.

$$RU = \frac{X - X_e}{X_0 - X_e}$$

(Equação 1)

Em que:

RU – Razão da umidade

X – Umidade absoluta, base seca;

X<sub>e</sub> – Umidade de equilíbrio, base seca;

X<sub>0</sub> – Umidade inicial.

Para se obter as curvas de cinética foram necessários uma sequência de cálculos. O primeiro cálculo foi o da umidade total, a qual determinada, de acordo com as metodologias do IAL (2008). Para isso, utilizou-se estufa programada a 105°C durante o tempo de 24 h e os valores da umidade total foram obtidos conforme a Equação 2.

$$U_t = \left( \frac{X_0 - X}{X_0} \right) \times 100 \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

$U_t$  – Umidade total;

$X$  – Massa final da amostra;

$X_o$  – Massa inicial da amostra.

A umidade individual em cada tempo de secagem, foi calculada, para isso empregou-se a Equação 3.

$$U_{\text{individual de cada tempo}} = \left[ \frac{(Umidade_c - Umidade_t) \times (XC_n - XC_o)}{(XC - XC_o)} \right] + Umidade_t$$

(Equação 3)

Em que:

$U_{\text{individual de cada tempo}}$  – Umidade referente a cada porcentagem da massa perdida em seu determinado tempo;

$Umidade_c$  – Umidade encontrada a partir da cinética de secagem;

$Umidade_t$  – Umidade encontrada a partir da análise de umidade total;

$XC_n$  – Massa pesada na cinética em determinado tempo n;

$XC_o$  – Massa inicial da cinética de secagem;

$XC$  – Massa final da cinética de secagem.

Com os resultados obtidos em cada análise em triplicata, obteve-se a média da massa em cada tempo avaliado, a qual foi utilizada para construir as curvas de secagem em função do tempo de secagem.

Para obtenção da farinha o araçá-amarelo e vermelho e as pitangas-laranja, vermelha e roxa foram desidratadas e em seguida trituradas em liquidificador doméstico, peneiradas com peneiras de 2 mm (9 mesh), para separação das sementes e obtenção das farinhas. Para uma melhor conservação das farinhas, utilizou-se sacos plásticos com fecho ziplock e as amostras obtidas foram mantidas congeladas em freezer (-17°C), para análises posteriores.

#### **4.4 Análise de umidade, cinzas, Atividade de água e cor das frutas *in natura* e farinhas**

Foram determinados os teores de umidade, cinzas, atividade de água e cor do araçá-amarelo e vermelho e pitanga-laranja, vermelha e roxa *in natura* e das farinhas obtidas com o processo de secagem. As análises foram realizadas de acordo com metodologia preconizada pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

##### *Determinação de umidade*

O método por desidratação fundamenta-se na diferença de peso da amostra, antes e após a desidratação de uma quantidade preconizada da amostra em estufa com circulação de ar e temperatura de 105°C até peso constante (IAL, 2008).

##### *Determinação de cinzas*

Foram pesadas cerca de 5g de cada amostra, ficando previamente em estufa a 105°C durante 24h para completa remoção da umidade. Posteriormente os cadinhos foram resfriados e pesados e em seguida foram levados à mufla, na temperatura de 550°C por 6h. O cálculo do teor de cinzas foi obtido por gravimetria. Desta forma, as cinzas de um material são o ponto de partida para a análise de minerais específicos. (IAL, 2008).

##### *Determinação da atividade de água*

Para determinação da atividade de água ( $A_w$ ) foi utilizado o aparelho Aqualab Lite AL 1437 Decagon®. Uma quantidade suficiente de amostra foi cuidadosamente homogeneizada e colocada em cápsula específica para análise com devida calibração do equipamento seguindo as instruções do manual do fabricante.

### *Determinação de cor das farinhas*

Na avaliação de cor das farinhas, realizada através do Colorímetro Minolta CR 300, foram avaliados 3 parâmetros de cor:  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . O valor de  $a^*$  indica a cromaticidade na região do vermelho ( $+a^*$ ) ao verde ( $-a^*$ ). O valor de  $b^*$  representa o intervalo do amarelo ( $+b^*$ ) ao azul ( $-b^*$ ). Por fim o valor de  $L^*$  fornece a luminosidade, a qual varia do branco ( $L=100$ ) ao preto ( $L=0$ ) (HARDER, 2005).

### **4.5 Determinação de compostos fenólicos**

Os compostos fenólicos totais das frutas *in natura* e das farinhas foram determinados pelo método de Folin-Ciocalteu (SINGLETON et al., 2013). Neste método é preparado uma curva padrão de ácido gálico (diluído em metanol) nas concentrações de  $1 \text{ mg.mL}^{-1}$  (0,001, 0,002, 0,003, 0,004, 0,005, 0,006, 0,007, 0,008, 0,009, 0,010  $\text{mg.mL}^{-1}$ ). Os padrões foram deixados ao abrigo da luz por 1h e em seguida é realizada a leitura em espectrofotômetro com um comprimento de onda 765nm. O branco utilizado para calibrar o equipamento foi o metanol. Em posse destes dados é possível gerar uma equação de reta.

Em tubos Falcon, foram adicionados 100 $\mu\text{L}$  de extrato, 7,5mL de água destilada e 300 $\mu\text{L}$  de reagente de Folin 0,9N sob agitação, após, acrescenta-se 1mL de solução de carbonato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) com concentração de 20 % (m/v), 1,1mL de água destilada, procedendo a homogeneização auxílio de agitador de tubos. Os tubos Falcon são deixados ao abrigo da luz por 1h e após se efetua a leitura das absorbâncias em espectrofotômetro utilizando o comprimento de onda 765nm. Os resultados das leituras são substituídos na equação da reta, fazendo-se as estequiometrias para as diluições, obtêm-se os resultados em AGE - Ácido Gálico Equivalente ( $\text{g AGE.100g}^{-1}$ ).



## 4.6 Determinação do potencial antioxidante

Para determinar o potencial antioxidante das frutas *in natura* e das farinhas, utilizou-se os métodos de DPPH, FRAP.

### 4.6.1 Atividade antioxidante por DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil)

A atividade antioxidante determinada pelo método DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), seguiu a metodologia descrita por Rufino et al. (2007). Inicialmente, foi feita uma curva padrão de DPPH, variando as concentrações de uma solução de DPPH (0,06mM) com álcool metílico, em seguida efetuou-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro com comprimento de onda de 515nm utilizando álcool metílico para calibrar o equipamento.

Para a equivalência de controle de DPPH foi elaborado a seguinte equação:

$$y = ax - b$$

Onde:

y = Absorbância inicial do controle / 2

x = resultado em  $\mu\text{M}$  DPPH

Obs.: conversão para g de DPPH através da transformação: g DPPH = ( $\mu\text{M}$  DPPH / 1.000.000) multiplicados por 394,3 (peso molecular do DPPH).

Foram elaborados extratos das frutas *in natura* e das farinhas desenvolvidas em pelo menos três diluições diferentes e, em ambiente escuro, transferindo uma alíquota de 0,1mL de cada diluição das amostras para tubos de ensaio juntamente com 3,9mL da solução de DPPH 0,06mM elaborada anteriormente. Em seguida houve a homogeneização em agitador de tubos. Utilizou-se 0,1mL da solução controle de álcool metílico com 3,9mL da solução de DPPH. O álcool metílico foi utilizado como branco para calibrar o espectrofotômetro. As leituras de absorbância foram realizadas após 30 minutos em um comprimento de onda de 515nm e os resultados finais foram expressos em  $\text{EC}_{50}$  (g.  $\text{g}^{-1}$  DPPH).

Para efetuar o cálculo da atividade antioxidante, substitui-se a absorvância equivalente a 50% da concentração do DPPH pelo valor de  $y$ , encontrando-se assim o resultado que corresponde à amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH ( $EC_{50}$ ) de acordo com a seguinte equação:

$$EC_{50}: y = - ax + b$$

Onde:

$y$  = Absorvância inicial do controle / 2

$x$  =  $EC_{50}$  ( $mg L^{-1}$ )

A partir deste resultado ( $mg.L^{-1}$ ) encontrado na equação de ( $EC_{50}$ ), o valor é dividido por 1000 para se ter o valor em gramas. Posteriormente, esse valor é dividido pelo valor encontrado em g/DPPH para se obter o resultado final que é expresso em  $g.g^{-1}$  DPPH descrito segundo a equação abaixo:

$$EC_{50} (g.g^{-1} DPPH) = (EC_{50} (mg L^{-1}) / 1.000 * 1) / g.DPPH$$

O DPPH é um radical estável e, caracteriza-se por apresentar uma absorvância máxima próxima aos 515nm. Quando este radical recebe um átomo de hidrogênio, transforma-se na sua forma reduzida (DPPH-H), perdendo a sua coloração violeta original, o que se traduz em uma diminuição da sua leitura de absorvância em 515nm, conforme Figura 7 (RUFINO et al., 2007).



**Figura 7-** Exemplo de mudança de cor do radical DPPH após reagir com antioxidante (RUFINO et al., 2007).

Os métodos DPPH e FRAP são os mais utilizados para determinar a capacidade antioxidante *in vitro*. Contudo métodos como ABTS, ORAC e

branqueamento de  $\beta$ -caroteno também sejam bastante conhecidos. Os diversos métodos propostos na literatura são de grande praticidade e reprodutibilidade, porém alguns são mais apropriados que outros, isso depende da natureza dos compostos presentes na constituição de cada fruto. Desta forma, há métodos indicados para frutos ricos em compostos hidrofílicos e métodos para frutos ricos em compostos lipofílicos (RUFINO et al., 2007; SUCUPIRA et al., 2012).

O método DPPH é mais vantajoso quando os antioxidantes analisados são mais solúveis em solvente orgânicos, e devido ao fato de ser um radical livre estável, ele está disponível comercialmente, evitando a sua geração por outras formas (como ocorre com o método ABTS) além de facilitar o seu uso (LIMA, 2008; SUCUPIRA et al., 2012).

#### **4.6.2 Atividade antioxidante por FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)**

A atividade antioxidante total através do método de redução do ferro (FRAP) foi determinada conforme metodologia proposta por Rufino et al., (2006). A partir do extrato obtido, foram preparados tubos de ensaio, com no mínimo três diluições diferentes, em triplicata. Em ambiente escuro, foram adicionados 90 $\mu$ L de cada diluição do extrato para tubos de ensaio, acrescentando 270 $\mu$ L de água destilada, e 2,7mL do reagente FRAP, para posterior homogeneização em agitador de tubos mantendo-os em banho-maria a 37°C, por 30 minutos. A leitura de absorbância é realizada com comprimento de onda de 595nm, utilizando o reagente FRAP como branco para calibrar o espectrofotômetro. A partir das absorbâncias obtidas das diferentes diluições dos extratos, são plotadas a absorbância no eixo Y e a diluição (mg/L) no eixo X. Em seguida, é determinada a equação da reta. Para calcular a A.A., substitui-se na equação da reta a absorbância equivalente ao  $\mu$ M do padrão sulfato ferroso. O valor obtido para o termo x corresponde à diluição da amostra (mg/L) equivalente a 1.000  $\mu$ M de sulfato ferroso (Eq. 1).

$$y = ax + b \text{ (Eq. 1)}$$

Onde,

y = Absorbância correspondente a 1.000  $\mu$ M de sulfato ferroso

x = Diluição da amostra (mg/L) equivalente a 1.000 µM de sulfato ferroso

$$X(g) = x / 1.000 \text{ (Eq. 2)}$$

A partir do resultado encontrado, dividir por 1.000 para ter o valor em g (Eq. 2). O resultado final é calculado pela divisão de 1.000 (µM) pelo valor de X(g) e multiplicado por 1(g) para encontrar o valor final (Z) que é expresso em µM sulfato ferroso/g de fruta (porção comestível) (Eq. 3).

$$Z = 1.000 / X(g).1 \text{ (Eq. 3)}$$

#### **4.7 Formulação dos cookies obtidos com farinha de araçá-amarelo**

Para o preparo dos biscoitos, adaptou-se uma formulação já estudada em outro trabalho (MARQUETTI, 2014). Substituiu-se a farinha de trigo integral e aveia por uma mistura de farinha de arroz, polvilho doce e amido de milho. O *psyllium* foi utilizado como agente ligante da massa, para se obter um alimento isento de glúten. Os percentuais de farinha de araçá-amarelo adicionados aos biscoitos foram definidos a partir de pré-testes realizados. Utilizou-se o araçá-amarelo para testar a viabilidade de utilização da farinha de frutas no processamento de biscoitos em substituição parcial das farinhas convencionais. Dentre as frutas nativas deste trabalho, a que apresentou a maior quantidade disponível e o melhor estágio de maturação foi o araçá-amarelo, desta forma, foi possível obter uma boa quantidade de farinha desta fruta, a qual foi incorporada na elaboração dos biscoitos

Definiu-se como amostra P, o biscoito sem adição de farinha de araçá-amarelo e A, B, C sendo 10, 12,5 e 15% de substituição respectivamente. O teste das porcentagens foi baseado em testes preliminares.

Para o preparo dos biscoitos inicialmente misturou-se os açúcares refinado e mascavo com os ovos para se obter uma mistura homogênea. Em seguida adicionou-se margarina e misturou-se novamente. Por fim foram adicionados os ingredientes secos como a farinha de fruta, polvilho doce, amido de milho e farinha de arroz. O último ingrediente adicionado for o *psyllium* hidratado.

Após a obtenção de uma massa homogênea, os biscoitos foram cortados com cortadores de massa, disponíveis nos laboratórios de tecnologia de alimentos. Na sequência os biscoitos foram dispostos em formas metálicas untadas com

margarina e farinha de arroz e assados em forno industrial pré-aquecido na temperatura de 210°C por cerca de 10 minutos.

Os biscoitos prontos eram acondicionados em sacos plásticos com fecho ziplock e armazenados em geladeira doméstica disponível no laboratório,

As amostras foram submetidas a análises físico-químicas (umidade, cinzas, lipídeos, acidez total, pH, fibras, açúcares totais), compostos fenólicos e atividade antioxidante.

A partir das amostras de biscoitos, determinou-se a umidade por secagem direta a 105°C, cinzas por gravimetria e fibras, de acordo com metodologias preconizadas pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), com resultados expressos em g.100g<sup>-1</sup>. Os açúcares redutores e não redutores foram determinados pelo método DNS e expressos em g/L (VASCONSELOS et al., 2013). As análises de compostos fenólicos e atividade antioxidante foram realizados em ambiente escuro, com resultados expressos em AGE – Ácido Gálico Equivalente (g AGE 100g<sup>-1</sup>) e Trolox® relativa (TEAC – Trolox® Equivalent Antioxidant Capacity) em µM TE g<sup>-1</sup> (RUFINO et al., 2006; RUFINO et al., 2007; SINGLETON et al., 2013)

Todas as análises foram realizadas nos laboratórios pertencentes a COEXP (Coordenação de Estação Experimental) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Francisco Beltrão.

As formulações dos biscoitos tipo *cookies* estão descritas na Tabela 2.

**Tabela 2-** Formulação dos biscoitos tipo *cookies* elaborados com farinha de araquá-amarelo.

<b>Ingredientes (g)</b>	<b>Cookie 10%</b>	<b>Cookie 12,5%</b>	<b>Cookie 15%</b>
<b>Farinha de fruta</b>	10,0	12,5	15,0
<b>Amido de milho</b>	15,6	15,6	15,6
<b>Polvilho doce</b>	7,05	6,42	5,8
<b>Farinha de arroz</b>	29,05	27,4	25,75
<b>Ovos</b>	11,66	11,66	11,66
<b>Margarina</b>	15,76	15,76	15,76
<b>Fermento químico</b>	1,95	1,95	1,95
<b>Açúcar refinado</b>	7,90	7,90	7,90
<b>Açúcar mascavo</b>	7,90	7,90	7,90
<b>Psyllium</b>	0,5	0,5	0,5

#### **4.8 Análise estatística**

Na análise estatística foi aplicado teste de homogeneidade e homocedasticidade das variâncias, para posteriormente se realizar o Teste de Análise de Variância (ANOVA) a 5% de probabilidade e também o Teste de Tukey, através do software Statistic, versão 7.0 (STATSOFT INC, 2004).

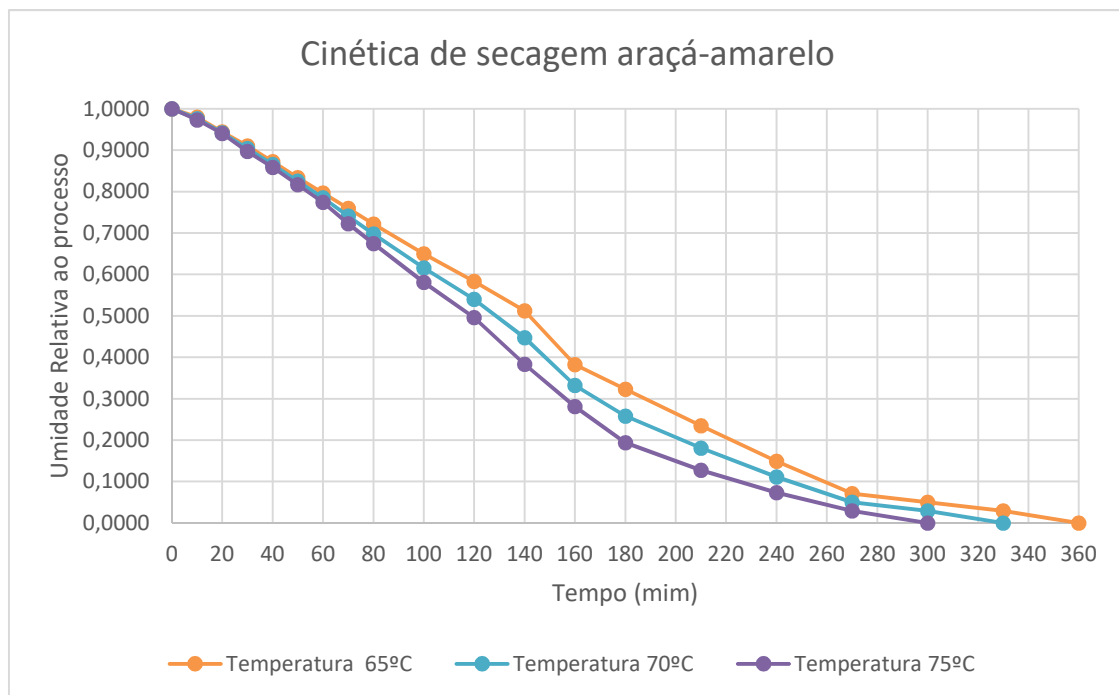
## 5 RESULTADOS

### 5.1 EXPERIMENTO 1 - SECAGEM DO ARAÇÁ AMARELO E VERMELHO, OBTENÇÃO DE FARINHA E ELABORAÇÃO DE BISCOITO TIPO *COOKIE* COM FARINHA DE ARAÇÁ-AMARELO

#### 5.1.1 Pré-Testes de secagem de araçá-amarelo

Com o intuito de estabelecer a melhor temperatura e tempo para secagem das frutas, foram realizados pré-testes com araçá-amarelo.

A Figura 8 representa a curva da cinética de secagem para a fruta araçá-amarelo, na qual foram empregadas as temperaturas de 65, 70 e 75°C.



**Figura 8-** Gráfico da cinética de secagem do araçá-amarelo.

Em outros estudos realizados com diferentes temperaturas, percebe-se um comportamento de cinética semelhante e característico (CELESTINO, 1998; CELESTINO, 2010).

As curvas de secagem se apresentam em diferentes segmentos, os quais explicam o comportamento do alimento durante o processo de secagem. No início da secagem (cerca de 20 min) há o período de adaptação da fruta com a

temperatura, esse fato é observado em todas as curvas (65, 70 e 75°C) (CELESTINO, 2010).

No segundo segmento (entre 25 min e 270 min), a água apresenta maior facilidade para sair da fruta, este é o período mais longo da curva. Devido ao fato das frutas serem porosas, há facilidade da água interna em sair para a superfície, assim essa fase representa a maior quantidade de perda de água da fruta. Neste segmento nota-se que há um desemparelhamento entre as curvas nas diferentes temperaturas testadas (65, 70 e 75°C), isso mostra que o uso da temperatura mais elevada (75°C) é mais eficaz para a remoção de água da fruta, levando a um tempo menor de secagem, quando comparado como a menor temperatura avaliada (65°C).

Por fim o terceiro segmento (a partir de 270min), há uma resistência, a qual impede a remoção da água do interior da fruta para a superfície, pois há mais líquido na superfície do que a capacidade de evaporação. No último segmento é possível observar que a fruta está cada vez mais seca. No final desta seção é alcançada a umidade de equilíbrio, cessando o processo de secagem (CELESTINO, 2010).

As temperaturas testadas nas secagens são comumente empregadas na secagem de frutas (CORNEJO, NOGUEIRA e WILBERG 2003) e as diferentes temperaturas têm relação direta no tempo de secagem. Este binômio pode alterar algumas características das frutas, como por exemplo, o conteúdo de compostos fenólicos e o potencial antioxidante. Considerando-se que, buscou-se reduzir a umidade dos frutos até se obter um alimento estável, sob o ponto de vista microbiológico, optou-se pela secagem dos frutos em estufa de circulação de ar forçado, por se tratar de um processo simples e barato, o qual mantivesse os componentes bioativos das frutas analisadas.

Nos testes realizados, houve alterações desses índices em diferentes temperaturas, no entanto não foram significativas entre as farinhas ( $p > 0,05$ ) de acordo com a Tabela 3.



**Tabela 3-** Conteúdos de compostos fenólicos e potencial antioxidante de araçá-amarelo *in natura* e das farinhas após a secagem em diferentes temperaturas.

Análise	Temperatura de secagem			
	65°C	70°C	75°C	Fruta <i>In Natura</i>
C.F.	178,97±8,76 <sup>a</sup>	175,39±16,64 <sup>a</sup>	188,69±23,07 <sup>a</sup>	102,92±3,92 <sup>b</sup>
EC <sub>50</sub> *	1,93±0,35 <sup>a</sup>	2,23±0,23 <sup>a</sup>	1,97±0,06 <sup>a</sup>	3,01±0,25 <sup>b</sup>

C.F. Compostos Fenólicos (mg/100g); EC<sub>50</sub> Atividade antioxidante, \* DPPH (g fruta/g DPPH). Os valores apresentados representam a média dos resultados em triplicata acompanhados do desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha, representam diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre as médias pelo Teste de Tukey a 95% de confiança.

Após o processo de secagem do araçá-amarelo, verificou-se que as três temperaturas testadas permitem a manutenção das propriedades bioativas do araçá-amarelo *in natura*. Optou-se por secar o restante do araçá-amarelo e o araçá-vermelho na temperatura de 75°C, uma vez que, essa temperatura mantém os compostos fitoquímicos de interesse, é comumente utilizada para secagem de alimentos, e permite um menor tempo de secagem, conseqüentemente otimiza o processo de secagem e ocasiona um menor gasto energético e um menor tempo de exposição da fruta ao calor, o que pode reduzir as perdas de compostos pela degradação sofrida com exposição a elevadas temperaturas.

Verificando o comportamento de secagem das frutas durante o processo de secagem, averiguou-se que há uma relação inversamente proporcional entre a temperatura e o tempo de secagem. Observou-se que a cada aumento de 5°C na temperatura há uma redução de 120 minutos no tempo de secagem (Tabela 4).

**Tabela 4-** Tempo e temperatura de secagem do araçá-amarelo.

Parâmetro	Temperatura		
	65°C	70°C	75°
Tempo (min)	720	600	480

### 5.1.2 Secagem das frutas

A partir do estabelecimento da temperatura de secagem de 75°C para o processamento das frutas e obtenção das farinhas, realizou-se a secagem do araçá-amarelo e araçá-vermelho. O rendimento final pós secagem para o araçá-amarelo está descrito na Tabela 5.

**Tabela 5-** Rendimento do araçá-amarelo após o processo de secagem a 75°C.

Parâmetro	Araçá-amarelo
% Rendimento	28,20

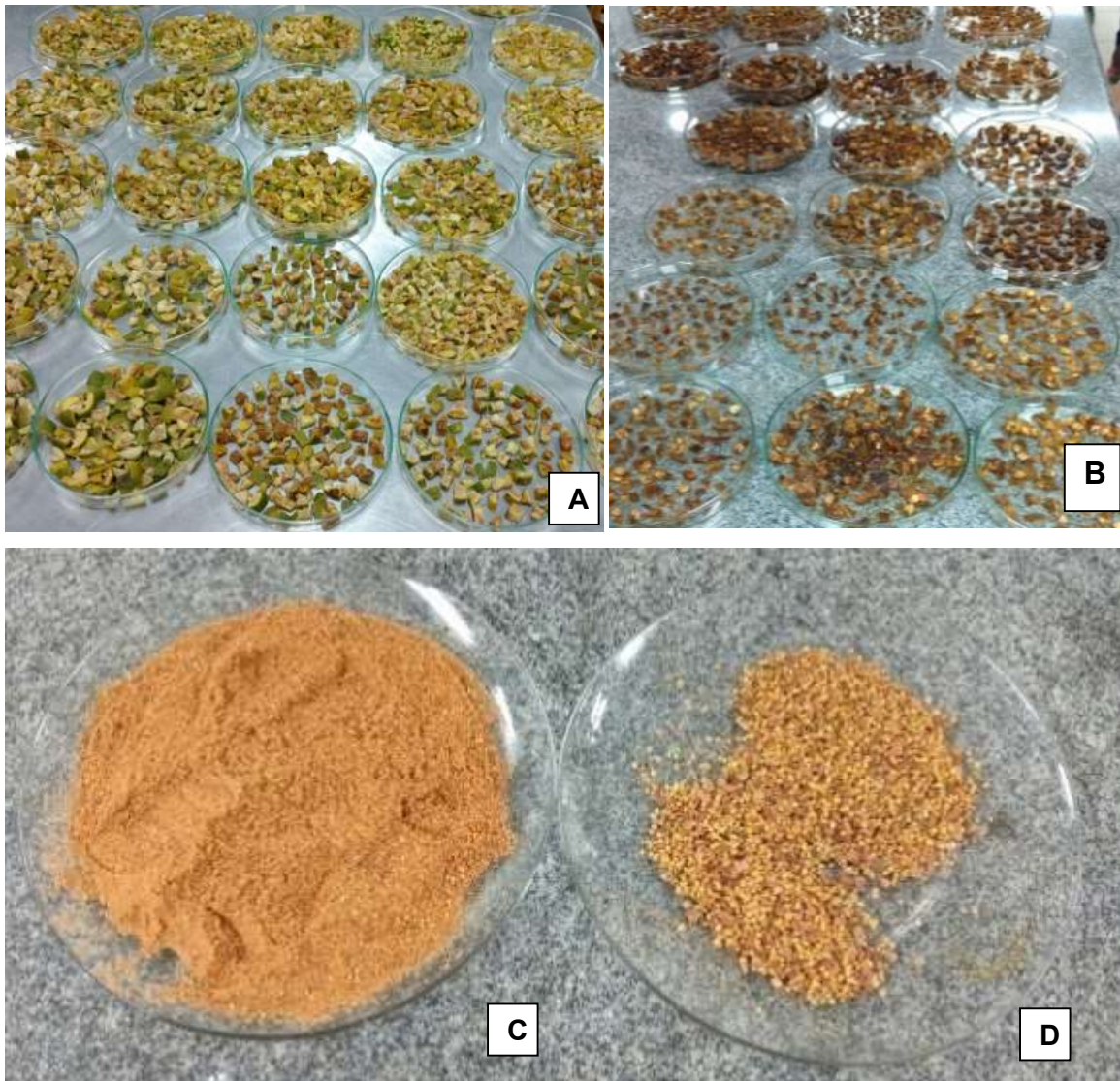
Os valores apresentados representam a média dos resultados em triplicata

O rendimento representa a porcentagem de farinha obtida em relação à quantidade de fruta *in natura* após a secagem.

O araçá-amarelo apresentou rendimento elevado (Tabela 5). Estes valores são considerados bons, pois, em outros estudos foram encontrados valores inferiores para este parâmetro, Silva et al. (2001) em secagens realizadas com frutas do cerrado, alcançou rendimentos de 12,69% e 11,07% para farinhas de jatobá-do-cerrado e jatobá-da-mata, respectivamente. Pereira et al. (2016), obteve rendimento de 7,2% e 3,4% em farinha de casca de maracujá-amarelo e maracujá-do-cerrado, respectivamente.

A secagem permite a melhor conservação do produto, reduz o seu peso e volume, dentre outras vantagens econômicas (ORDÓÑEZ, 2005). Verificou-se uma diminuição de peso, isto ocasiona uma grande redução de volume, contudo como consequência é necessária uma grande quantidade de fruta *in natura*, para se obter uma pequena quantidade de farinha.

As Figuras 9A, 9B, 9C e 9D mostram a disposição do araçá-amarelo antes e após o processo de secagem e as farinhas obtidas.



**Figura 9-** Araçá-amarelo (A) e após a secagem (B), farinha triturada e peneirada (C) e semente (D).

### **5.1.3 Análise de umidade, cinzas, Atividade de água e cor de araçá-amarelo e araçá-vermelho *in natura* e das farinhas**

O teor de água de um alimento é um dos índices analíticos mais importantes, uma vez que o alimento com elevado teor de umidade, como a maioria das frutas *in natura*, apresenta vida útil curta, portanto estes alimentos são classificados como altamente perecíveis. As características microbiológicas assim como as alterações fisiológicas, as quais influenciam a qualidade de modo geral estão diretamente ligadas a umidade dos alimentos (CECCHI, 2003; IAL, 2008).

A Tabela 6 mostra os índices de umidade, cinzas e atividade de água do araçá-amarelo e vermelho *in natura* e da farinha.

**Tabela 6-** Avaliação de umidade, cinzas e atividade de água em araçá-amarelo e vermelho *in natura* e da farinha.

<b>Amostra</b>	<b>Análise</b>	<b>Araçá-amarelo</b>	<b>Araçá-vermelho</b>
<b>Fruta in natura</b>	<b>Umidade (%)</b>	81,40±0,50 <sup>a</sup>	78,21±0,67 <sup>b</sup>
	<b>Cinzas (%)</b>	0,87±0,05 <sup>a</sup>	0,64±0,03 <sup>b</sup>
	<b>Aw</b>	0,842±0,002 <sup>a</sup>	0,837±0,002 <sup>a</sup>
<b>Farinha das frutas</b>	<b>Umidade (%)</b>	14,08±0,58 <sup>a</sup>	10,82±0,23 <sup>b</sup>
	<b>Cinzas (%)</b>	2,15±0,15 <sup>a</sup>	1,89±0,08 <sup>b</sup>
	<b>Aw</b>	0,235±0,004 <sup>a</sup>	0,232±0,002 <sup>a</sup>

Os valores apresentados representam a média dos resultados em triplicata acompanhados do desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha, representam diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre as médias pelo Teste de Tukey a 95% de confiança.

Como já era esperado o conteúdo de umidade, cinzas e atividade de água se mostraram diferentes entre as frutas e entre as farinhas. Após a secagem, esperava-se que as farinhas obtidas apresentassem baixo teor de umidade. O índice de umidade para a farinha do araçá-amarelo e vermelho foi inferior a 15% (Tabela 6). Estes dados estão abaixo do limite vigente preconizado para farinhas de origem vegetal, o qual estabelece o limite máximo de umidade de 15% (m/m) (ANVISA, 1996). Sabe-se as leveduras e bactérias podem crescer em alimentos com umidade em torno de 30%. Portanto com os baixos índices de umidade, as farinhas obtidas não se constituem um substrato ideal ao crescimento microbiano (ORDÓÑEZ, 2005; SILVA et al., 2010), desta forma elas não terão redução da sua estabilidade e da vida útil (BASSETO et al., 2013). Assim as farinhas de araçá-amarelo e vermelho encontram-se dentro dos valores preconizados pela legislação.

Esses valores estão acima dos dados obtidos em estudos semelhantes, Mayer (2015) obteve índices de umidade de 7,56% e 11,34% para farinhas, obtidas com sementes de araçá-amarelo e araçá-vermelho, respectivamente. Silva et al., (2001) alcançou umidade de 11,97% e 12,44% em farinhas de jatobá-do-cerrado e jatobá-do-mato respectivamente.

Os valores de umidade obtidos nas farinhas, caracterizam-nos como alimentos de baixa umidade e consequentemente maior durabilidade quando armazenado. O teor de umidade representa a quantidade total de água (CECCHI, 2003), e a atividade de água é um indicador de água livre, esta fração de água está

disponível para reações químicas e microbiológicas (FAZAELI et al., 2012). Os dados obtidos através da umidade e atividade de água são parâmetros importantes na avaliação do estado de conservação de um alimento, uma vez que possuem efeito direto sobre as reações químicas, enzimáticas e microbiológicas, estes valores influenciam a cor, textura, aroma, sabor, estabilidade e aceitação dos alimentos processados (CECCHI, 2003; ROCKLAND e STEWART, 2013).

A redução no teor de umidade ocasionado pelo processo de secagem implica numa diminuição no valor de  $A_w$ , impedindo o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes, reações enzimáticas e químicas as quais alteram as suas características (FELLOW, 2006; RAHMAN, 2010).

As frutas *in natura* analisadas apresentam atividade de água elevada, o que as caracteriza como alimentos de alta perecibilidade, sendo necessário o emprego de métodos para a sua conservação, como por exemplo a conservação pelo uso do frio, o qual retarda as reações e a atividade enzimática, bem como inibe o crescimento e a atividade microbiana nos alimentos, desta forma estendendo seu prazo de consumo (ORDÓÑEZ, 2005).

Todas as amostras *in natura* analisadas apresentam  $A_w$  superior a 0,83 (Tabela 6). Os valores de atividade de água da farinha se situaram em 0,23, estes dados estão dentro da faixa preconizada para produtos desidratados estáveis ( $A_w < 0,6$ ), sob o ponto de vista microbiológico (RAHMAN, 2010).

Em relação às cinzas das frutas *in natura* e da farinha, as amostras apresentaram diferença entre si ( $p > 0,05$ ) (Tabela 6). Os teores médios de cinzas obtidos situaram-se entre 1,89% e 2,15%. Mayer (2015), descreve valores de 1,37% e 1,99% de cinzas em farinhas de sementes de araçá-amarelo e vermelho respectivamente, Casarin et al. (2016) obteve 3,54% de cinzas em farinha de amora. Silva et al., (2001) obteve valores de cinzas de 4,60% e 5,48% para jatobá-do-cerrado e jatobá-da-mata, respectivamente.

As cinzas ou conteúdo mineral são os resíduos inorgânicos, os quais permanecem após a queima da matéria orgânica cuja composição depende da natureza de cada alimento analisado (CECCHI, 2003; IAL 2008). A legislação vigente estabelece o limite de 2,0% na base seca, para farinha de trigo integral (ANVISA, 1996). O teor de cinzas é um parâmetro utilizado na classificação das farinhas, não há menção na legislação sobre a proibição do consumo de farinhas que excedam o limite estipulado. Contudo quando algum parâmetro excede os

limites estipulados, a farinha passa a receber a classificação de “fora do tipo” (MAPA, 2005).

#### 5.1.4 Coloração das farinhas de araçá-amarelo e araçá-vermelho

Na indústria de alimentos a cor é um atributo importante, pois é o primeiro critério utilizado na aceitação ou rejeição de um produto. A cor é um importante parâmetro de qualidade e é um dos principais atributos dos alimentos. Na avaliação de cor, realizada através do Colorímetro Minolta CR 300, foram avaliados 3 parâmetros de cor:  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . O valor de  $a^*$  indica a cromaticidade na região do vermelho ( $-a^*$ ) ao verde ( $+a^*$ ). O valor de  $b^*$  representa o intervalo do amarelo ( $+b^*$ ) ao azul ( $-b^*$ ). Por fim o valor de  $L^*$  fornece a luminosidade, a qual varia do branco ( $L=100$ ) ao preto ( $L=0$ ) (HARDER, 2005).

O espaço de cor  $L^*a^*b^*$  é conhecido como espaço de cor CIELAB. Atualmente ele é o mais popular dos espaços de cores usados para avaliar as cores. Este espaço é muito utilizado por correlaciona consistentemente os valores de cor com a percepção visual. Diversos ramos da indústria como, petroquímica, têxtil e de alimentos, além das universidades utilizam este espaço para identificar, comunicar e avaliar os atributos de cor além das inconsistências ou desvios de uma cor padrão (KONICA MINOLTA, 1998).

**Tabela 7-** Cor da farinha de araçá-amarelo e araçá-vermelho.

Preparo	Coordenadas	Araçá-amarelo	Araçá-vermelho
Farinha	$L^*$	57,64±0,22 <sup>a</sup>	52,54±0,47 <sup>b</sup>
	$a^*$	9,08±0,02 <sup>b</sup>	16,23±0,12 <sup>a</sup>
	$b^*$	32,89±0,10 <sup>a</sup>	25,41±0,19 <sup>b</sup>

Os valores apresentados representam a média dos resultados em triplicata acompanhados do desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha, representam diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre as médias pelo Teste de Tukey a 95% de confiança.

Os parâmetros de coloração foram diferentes entre as farinhas de araçá-amarelo e vermelho ( $p < 0,05$ ). Quando se comparou as frutas *in natura* com as suas respectivas farinhas, verificou-se que os pigmentos presentes em cada fruta podem ser um dos fatores responsáveis pela coloração final de cada farinha, influenciados pelo processo de secagem.



Nas frutas de araçá-amarelo e araçá-vermelho, o principal pigmento encontrado são os carotenóides. Estes compostos consistem em oito unidades de isopreno e podem ser subdivididos em dois grupos principais: os carotenos e as xantofilas (RIBEIRO e SERAVALLI, 2004).

Os valores de  $L^*$  (cromaticidade),  $a^*$  (vermelho e verde) e  $b^*$  (amarelo e azul), indicam que as farinhas de araçá-amarelo apresentaram aspecto claro, quando comparadas com as farinhas de araçá-vermelho. A cor obtida para a farinha de araçá-amarelo foi uma tonalidade de amarelado-escuro, devido ao processo de secagem e para o araçá-vermelho a tonalidade obtida foi alaranjada (BASTOS e SHIBAO, 2011). Estes valores são influenciados pelo processo de secagem, onde devido a ação do calor, ocorre a reação de Maillard, que é uma reação de escurecimento não enzimático nos alimentos. Ela origina compostos de pigmentação escura e alto peso molecular, os quais em sua maioria são polímeros de nitrogênio, denominados melanoidinas (BASTOS e SHIBAO, 2011; FAZAELI et al., 2012; MORAES et al., 2014).



**Figura 10-** Farinha de araçá-amarelo (A) e farinha de araçá-vermelho (B)

### 5.1.5 Compostos Fenólicos e Potencial Antioxidante de araçá-amarelo e vermelho *in natura* e das farinhas obtidas

De modo geral as frutas apresentam índices de compostos fenólicos significativos. Estes compostos apresentam potencial antioxidante que variam conforme a sua estrutura química. É devido à presença de um grupamento hidroxila nas moléculas que estes compostos possuem a capacidade de inativar os radicais livres. A inativação do radical se dá pela combinação entre o hidrogênio da hidroxila com o radical (SOUZA et al., 2012; THAIPONG et al., 2006).

Os compostos fenólicos são moléculas com a capacidade de reduzir radicais livres presentes no organismo. Estes radicais estão associados a diversas doenças crônico-degenerativas (ROCHA et al., 2011). Este estudo verificou os compostos fenólicos presentes nas frutas *in natura* e nas farinhas.

A Tabela 8 apresenta os valores de compostos fenólicos e potencial do araçá-amarelo e araçá-vermelho *in natura* e da farinha.

**Tabela 8-** Compostos fenólicos e potencial antioxidante de araçá-amarelo e araçá-vermelho *in natura* e farinha

Amostra	Parâmetro avaliado	Araçá-amarelo	Araçá-vermelho
<b>Fruta <i>in natura</i></b>	C.F.	102,92±3,92 <sup>b</sup>	129,65±4,91 <sup>a</sup>
	EC50*	3,01±0,25 <sup>a</sup>	1,33±0,02 <sup>b</sup>
	FRAP**	106,09±8,88 <sup>b</sup>	129,65±22,63 <sup>a</sup>
<b>Farinha</b>	C.F.	347,49±11,35 <sup>b</sup>	576,61±61,99 <sup>a</sup>
	EC50*	0,75±0,11 <sup>a</sup>	0,47±0,05 <sup>b</sup>
	FRAP**	320,65±48,13 <sup>b</sup>	718,37±67,49 <sup>a</sup>

C.F. Compostos Fenólicos (mg AGE/100g); A.A. Atividade antioxidante, \*EC50 (g fruta/g DPPH); \*\* FRAP (µM sulfato ferroso/g de fruta). Os valores representam a média dos resultados em triplicata acompanhados do desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha, representam diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre as médias pelo Teste de Tukey a 95% de confiança.

Os resultados obtidos tanto para os compostos fenólicos, assim como o potencial antioxidante (DPPH e FRAP) mostraram que o pigmento é um dos fatores que influencia na quantidade final dos compostos analisados. Os principais pigmentos presentes no araçá são os carotenóides (RIBEIRO e SERAVALLI, 2004), enquanto nas frutas escuras são as antocianinas (BEZERRA et al., 2000). Também se verificou que os teores dos compostos fenólicos foram maiores nas farinhas, uma



vez que, com o processo de secagem ocorre a concentração de compostos (MORAES et al., 2014, SCORSATTO et al., 2017).

O processo de secagem não aumenta a quantidade dos compostos analisados, apenas os concentra, sendo que alguns compostos são degradados pela ação do calor, devido a sua termolabilidade, como, por exemplo, as antocianinas, as vitaminas do complexo B e a vitamina C (LOPES et al., 2007; BRAGANÇA et al., 2017). Normalmente o processo de secagem dos alimentos acarreta perdas de nutrientes e de outros compostos, as perdas mais comuns são de Vitamina C, que são sensíveis ao calor. Por ser hidrossolúvel ela é facilmente destruída pela ação do calor e pela oxidação (MORAES et al., 2014; SUCUPIRA et al., 2012;). Podem ocorrer perdas de outros componentes como flavonóides, polifenóis, carotenos e principalmente antocianinas, as quais são os compostos mais termolábeis (BRAGANÇA et al., 2017; KUSKOSKI et al., 2006; LOPES et al., 2007; MORAES et al., 2014; SILVA et al., 2010). Entretanto este processo propicia uma série de reações que alteram as características dos alimentos (ORDÓÑEZ, 2005). Com o calor ocorre a oxidação parcial dos polifenóis, que possuem atividade antioxidante e também pode ocorrer a reação de Maillard, que leva a formação de melanoidinas, as quais exercem atividade antioxidante (GARCIA et al., 2014; RIBEIRO e SERAVALLI, 2004).

Os resultados obtidos demonstram que os índices de antioxidantes presentes nas frutas são significativos (Tabela 8). Os índices de compostos fenólicos estão relacionados a maior ou menor atividade antioxidante, independentemente do método de análise utilizado (SUCUPIRA et al., 2012; THAIPONG et al., 2006).

O potencial antioxidante está relacionado à concentração de compostos bioativos, como o conteúdo total de antocianinas, e também outros componentes como os tocoferóis, teor de ácido ascórbico, carotenóides, e outros compostos fenólicos (CASARIN et al., 2016; LOPES et al., 2007; MELO et al., 2008; MORAES et al., 2014; SUCUPIRA et al., 2012).

O método DPPH apresenta vantagens quando os antioxidantes analisados são solúveis em solventes orgânicos (metanol e acetona) (SILVA et al., 2010; SUCUPIRA et al., 2012). O método de FRAP é uma medida de poder antioxidante redutor de ferro, que é basicamente a capacidade de converter  $Fe^{3+}$  em  $Fe^{2+}$ , é de alta reprodutibilidade, simples de ser realizado e possui correlação com o ácido

ascórbico e fenólicos totais (RUFINO et al., 2006; SUCUPIRA et al., 2012; THAIPONG et al., 2006).

Tanto DPPH como FRAP são métodos baratos, rápidos e de simples execução. Uma vez que os valores obtidos nestas análises são reprodutíveis e estão linearmente correlacionados com a concentração de antioxidantes presentes em cada amostra. Devido a isso, eles são ser considerados indicadores factíveis da capacidade antioxidante total, e podem ser utilizados rotineiramente em diversos estudos relacionados à avaliação da capacidade antioxidante dos alimentos (RUFINO et al., 2006; RUFINO et al., 2007; SUCUPIRA et al., 2012; THAIPONG et al., 2006).

A concentração dos compostos bioativos de um alimento pode variar de acordo com as condições geográficas e ambientais da região de origem, como região do plantio, tipo de plantio, condições edáficas, exposição solar, índice pluviométrico, clima, relevo e estágio de maturação, sendo também influenciados pelos fatores fisiológicos e genéticos de cada planta (BARCIA et al., 2010; MARTINS et al., 2016). Todos estes fatores aliados com o tipo de secagem utilizado (estufa com circulação de ar, atomização ou liofilização), o tempo de exposição da amostra, velocidade do ar, e, sobretudo, o calor resultam em variabilidade de resultados. A soma destes fatores pode explicar as diferenças observadas entre o teor de compostos bioativos presentes em cada fruta e nas farinhas (FAZAELI et al., 2012; HELENO et al., 2015; GARCIA et al., 2014; SUCUPIRA et al., 2012).

#### **5.1.6 Biscoitos tipo *cookie* obtido com farinha de araçá-amarelo**

Os resultados obtidos a partir das análises físico-químicas dos biscoitos estão descritos na Tabela 9.

**Tabela 9-** Composição físico-química do biscoito tipo cookie elaborado com farinha de araçá-amarelo.

Parâmetros	% de substituição			
	0%	10%	12,5%	15%
Umidade (%)	7,15±0,15 <sup>b</sup>	7,52±0,26 <sup>b</sup>	8,14±0,87 <sup>a</sup>	6,67±0,16 <sup>b</sup>
Cinzas (%)	6,70±1,30 <sup>a</sup>	7,48±0,49 <sup>a</sup>	7,48±0,49 <sup>a</sup>	7,48±0,49 <sup>a</sup>
Fibras <sup>2</sup>	1,75±0,41 <sup>c</sup>	2,33±0,54 <sup>bc</sup>	3,32±0,73 <sup>ab</sup>	3,78±0,44 <sup>a</sup>
Açúcares Totais <sup>1</sup>	1,53±0,003 <sup>c</sup>	1,72±0,003 <sup>a</sup>	1,71±0,41 <sup>a</sup>	1,69±0,005 <sup>bc</sup>
pH	9,11±0,14 <sup>a</sup>	6,93±0,05 <sup>b</sup>	6,28±0,10 <sup>c</sup>	6,03±0,09 <sup>c</sup>
Acidez Total <sup>2</sup>	0,02±0,00 <sup>c</sup>	0,70±0,03 <sup>b</sup>	1,12±0,14 <sup>a</sup>	1,10±0,03 <sup>a</sup>

(1) g/L; (2) g.100g<sup>-1</sup>. Os valores representam a média dos resultados em triplicata acompanhados do desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha, representam diferença estatística (p<0,05) entre as médias pelo Teste de Tukey a 95% de confiança

Os teores de umidade da formulação de 12,5% apresentaram diferença estatística entre as demais formulações (p<0,05), sendo menores índices encontrados na formulação com acréscimo de 15% de farinha. Valores baixos de umidade são decorrentes do processo de cocção dos biscoitos (180°C), o qual ocasiona perda de umidade. Estes resultados eram esperados e aliado a baixa umidade, as amostras com 10, 12,5 e 15% mostraram pH abaixo da neutralidade, o que propicia uma maior estabilidade, do ponto de vista da conservação do alimento, desta forma dificultando o desenvolvimento de microrganismos, uma vez que os fungos geralmente preferem pH ácido (4,5-5,0) e as bactérias preferem pH próximo ao neutro. Também dificultam a ocorrência de reações químicas indesejáveis como fermentação e rancificação, as quais levam a depreciação do alimento (CECCHI, 2003; OLIVEIRA et al., 2013; ORDOÑÈZ, 2005; SILVA et al., 2016).

As variações entre os teores de umidade dos biscoitos podem ser explicadas por diversos fatores como: posicionamento do biscoito dentro do forno, o tempo e local de resfriamento, diâmetro e espessura dos mesmos, dentre outros. Nos produtos de panificação, observa-se que a absorção de água se dá através de duas formas, a primeira é o pelo conteúdo de proteínas, pois estas podem absorver seu mesmo peso em água, a segunda forma são as fibras da massa, pois elas têm grande capacidade de união com as moléculas de água, podendo absorver até um terço de sua massa (CAUVAIN e YOUNG, 2002).

Abud e Narain (2009) em estudos realizados com a incorporação de farinha de frutas em biscoitos, verificaram umidade de 8,65% e 7,02% em biscoitos adicionados de farinha de goiaba e farinha de acerola, respectivamente. Oliveira et al. (2013) alcançou valores de umidade média de 5,6% em três formulações de biscoitos adicionados de farinha de casca de banana pacovã.

As quatro formulações de biscoito apresentaram teores de cinzas que não diferiram estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ). Contudo nenhuma das formulações apresentou valores abaixo do limite estipulado pela legislação vigente, que é de 3% (BRASIL, 2005). Abud e Narain (2009) obtiveram valores de cinzas de 8,65% e 7,02% em biscoitos com farinha de goiaba e acerola, respectivamente. Oliveira et al. (2013) alcançou valores médios de cinzas de 3,0% em três formulações de biscoitos adicionados de farinha de casca de banana pacovã.

O teor de fibras foi baixo e apresentou diferença estatística entre as amostras com 0 e 15% de substituição de farinha ( $p < 0,05$ ), sendo o maior valor encontrado na formulação com 15% de substituição (Tabela 9). Em estudos semelhantes Santana et al. (2011) alcançou teores de fibras de 4,55% em biscoitos formulados com acréscimo de farinha de maracujá. Santos et al. (2011), apresentaram teores de fibras de 3,41% em biscoitos acrescidos com farinha de buriti.

Os teores de açúcares totais não apresentaram diferença estatística entre as amostras com 10 e 12,5% de substituição, diferindo das demais ( $p < 0,05$ ), tendo a formulação com 10% de substituição, alcançado os maiores valores.

Os valores de acidez total titulável entre os biscoitos, contudo não diferiram estatisticamente entre as amostras com 12,5 e 15%, as quais apresentaram diferença estatística das demais ( $p < 0,05$ ). Os maiores valores para esta análise foram encontrados nos biscoitos com 15% de substituição (Tabela 9). A diminuição da acidez com o acréscimo de farinha se deve, em parte à perda dos ácidos orgânicos oriundos do processo de secagem das frutas e da cocção dos biscoitos. Para Fontes (2010) a acidez adequada para comercialização de produtos que contenham ácido cítrico é de 0,5 a 1,5%. Uma vez que baixos índices são relacionados à menor deterioração dos alimentos e apresentam-se mais agradáveis

ao paladar. Santana et al. (2011) alcançou valores de 3,77 (g ácido cítrico 100g<sup>-1</sup>) em *cookies* formulados com farinha de casca de maracujá e fécula de mandioca.

A Tabela 10 apresenta os valores obtidos nas análises de compostos fenólicos e potencial antioxidante dos biscoitos.

**Tabela 10-** Compostos fenólicos e potencial antioxidante dos biscoitos tipo cookie elaborados com farinha de araçá-amarelo.

Parâmetros	% substituição				
	Avaliados	0%	10%	12,5%	15%
Compostos Fenólicos <sup>1</sup>		0,87±0,09 <sup>d</sup>	1,64±0,05 <sup>c</sup>	2,16±0,20 <sup>b</sup>	2,71±0,18 <sup>a</sup>
Potencial Antioxidante <sup>2</sup>		71,04±1,05 <sup>b</sup>	55,58±2,02 <sup>b</sup>	110,31±5,72 <sup>a</sup>	126,73±14,64 <sup>a</sup>

(1) AGE - Ácido Gálico Equivalente (g AGE 100g<sup>-1</sup>); (2) Trolox® relativa (TEAC – Trolox® Equivalent Antioxidant Capacity) em µM TE.g<sup>-1</sup>. Os valores representam a média dos resultados em triplicata acompanhados do desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha, representam diferença estatística (p<0,05) entre as médias pelo Teste de Tukey a 95% de confiança.

Os teores de compostos fenólicos apresentaram diferença estatística entre si (p<0,05). Observou-se um aumento nos valores destes parâmetros avaliados com o aumento da porcentagem de substituição da farinha de araçá-amarelo.

Nos biscoitos, os valores de compostos fenólicos podem estar relacionados aos produtos originados durante a reação de Maillard, a qual produz melanoidinas, e também possuem atividade antioxidante (YILMAS e TOLEDO, 2005). Verificou-se que, com o aumento da porcentagem de substituição, há incremento na quantidade dos compostos fenólicos (Tabela 10), comprovando que deste modo os componentes presentes nas frutas *in natura* são transferidos para as farinhas e estes são mantidos, mesmo com o processo de cocção.

Em estudos semelhantes Gupta et al. (2011), obtiveram valores de compostos fenólicos inferiores, que variavam de 190 a 240µg AGE/100g, em formulações de cookies a partir de farinha de cevada, que variavam de 0 a 40% de farinha. Perin e Schott (2011) em trabalhos com elaboração de *cookies* a partir de resíduos de bagaço de uva oriundos da produção de vinho, alcançaram valores de 0,01g AGE/100g para formulações com 10% da farinha de bagaço, sendo que a

farinha continha 0,05g AGE/100g e o bagaço 0,06g AGE/100g, havendo redução no teor destes compostos. Böger (2013) em trabalhos com elaboração de sorvetes com extrato de casca de jabuticaba obteve, teor de polifenóis totais de 0,10g AGE/100g para o sorvete padrão, 0,12g AGE/100g para o sorvete com 5% de extrato, 0,17g AGE/100g para sorvete com 10% e 0,19g AGE/100g em sorvete com 15% de extrato, sendo que extrato utilizado continha inicialmente 0,21g AGE/100g.

É bem provável que durante o processo de cocção dos biscoitos há perda de compostos de interesse, contudo com a utilização de diferentes matérias-primas, pode haver a manutenção de tais compostos em quantidades diferentes. São esperadas perdas de compostos durante o processo de cocção, uma vez que a elevada temperatura e o tempo de cozimento levam a alterações e/ou degradações dos componentes (ABUD e NARAIN, 2009; FONTES e FELINTO 2010; SANTANA et al., 2011). As taxas de degradação dos compostos fenólicos são maiores em condições de altas temperaturas e umidade relativa, uma vez que tais compostos são termolábeis e sensíveis a essas condições (BRAGANÇA et al., 2012; HALLIWELL et al., 1995; LOPES et al., 2007).

Os teores de atividade antioxidante presente nos biscoitos diferiram estatisticamente entre si ( $p < 0,05$ ) e foram maiores nos biscoitos com maior porcentagem de substituição (15%). Eram esperadas reduções nos valores da A.A. previstas devido ao tratamento térmico utilizado na cocção dos biscoitos, o qual pode ocasionar perda de compostos bioativos. Esta mesma tendência é observada com relação a obtenção da farinha através da fruta *in natura*. O acréscimo da farinha aos biscoitos resultou em conservação de parte dos compostos presentes nas frutas *in natura*, os quais determinam a atividade antioxidante após o processo de cocção.

Perin e Schott (2011) ao desenvolverem biscoito tipo *cookie* com farinha de resíduo de bagaço de uva, oriundos da produção de vinho, relataram teores de 6,74 $\mu$ M TE/g para biscoitos com 10% de farinha, tendo encontrado os valores de 12,04 e 8,75 $\mu$ M TE/g para o bagaço e a farinha respectivamente.

Misan et al., (2011) analisaram o potencial antioxidante de plantas medicinais em *cookies* após 6 semanas de estocagem e obtiveram resultados atividade antioxidante pelo método de DPPH de 0,296 g/g DPPH. Monteiro (2011) desenvolveu bebida a partir do bagaço de uva e alcançou atividade antioxidante de

3,30g/g DPPH. Davidov-Pardo et al., (2012), realizaram a avaliação sensorial de biscoitos tipo *cookies* adicionados de extratos de uva e obtiveram potencial antioxidante de 0,8; 6,8; 7,5 e 7,8 g/g DPPH para o controle, massa crua e duas formulações distintas dos biscoitos, respectivamente.

A farinha de araçá-amarelo pode ser aproveitada para a produção de biscoitos, uma vez que melhora a qualidade nutricional dos produtos obtidos. Esta farinha pode ser uma alternativa eficiente e de baixo custo para o enriquecimento de produtos alimentícios. Através do processamento da fruta, com a obtenção de farinhas e elaboração de biscoitos, pode-se reduzir o desperdício desta fruta.

## 5.2 RESULTADOS EXPERIMENTO 2 - SECAGEM DE PITANGA (*EUGENIA UNIFLORA L*), OBTENÇÃO DE FARINHA E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA PARCIAL E PROPRIEDADES BIOATIVAS

### 5.2.1 Análise de frutas *in natura* e farinha de pitanga

A Tabela 11 mostra os índices de umidade, cinzas e atividade de água da pitanga *in natura* e das farinhas.

**Tabela 11-** Resultados dos índices de umidade, cinzas e atividade de água da pitanga *in natura* e farinhas de pitanga.

Amostra	Análise	Pitanga-laranja	Pitanga-vermelha	Pitanga-roxa
Fruta <i>in natura</i>	Umidade (%)	85,12±0,20 <sup>a</sup>	83,74±0,71 <sup>a</sup>	78,99±1,04 <sup>b</sup>
	Cinzas (%)	0,26±0,02 <sup>c</sup>	0,36±0,01 <sup>b</sup>	0,46±0,01 <sup>a</sup>
	Aw	0,841±0,005 <sup>a</sup>	0,837±0,005 <sup>a</sup>	0,833±0,005 <sup>a</sup>
Farinha das frutas	Umidade (%)	14,15±0,85 <sup>a</sup>	11,25±1,30 <sup>b</sup>	13,88±0,16 <sup>a</sup>
	Cinzas (%)	2,24±0,07 <sup>a</sup>	1,80±0,39 <sup>a</sup>	2,14±0,04 <sup>a</sup>
	Aw	0,248±0,001 <sup>a</sup>	0,243±0,003 <sup>b</sup>	0,233±0,004 <sup>c</sup>

Amostra 1- Frutas *in natura*; Amostra 2- Farinha. Os valores apresentados representam a média dos resultados em triplicata acompanhados do desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha, representam diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre as médias pelo Teste de Tukey a 95% de confiança.

Os índices de umidade para as farinhas não apresentaram diferença estatística entre a pitanga-laranja e a pitanga-roxa, diferindo da pitanga-vermelha

( $p < 0,05$ ). Os índices para este parâmetro foram baixos, com valores entre 11,25 e 14,15% (Tabela 11). A legislação vigente estabelece o limite máximo de 15% (m/m) para farinhas de origem vegetal (ANVISA, 1996). Deste modo todas as farinhas obtidas apresentam valores abaixo dos parâmetros preconizados pela legislação. Com baixos índices de umidade, as farinhas de pitanga não se constituem em substratos ideais ao crescimento microbiano, deste modo elas não terão redução de sua estabilidade e vida útil (SILVA et al., 2001).

Em estudos semelhantes Borges (2016) verificou umidade 6,12% e 6,22%, para farinhas de pitanga-vermelha e pitanga-roxa respectivamente.

A atividade de água e a umidade são parâmetros importantes para a conservação de um alimento, uma vez que estes valores têm efeito direto sobre as reações químicas, enzimáticas e microbiológicas, uma vez que influenciam a cor, textura, aroma, sabor, estabilidade e aceitação dos alimentos processados (CECCHI, 2003; ROCKLAND e STEWART, 2013).

Uma das consequências do processo de secagem é a redução do teor de umidade dos alimentos, que automaticamente resulta na diminuição da  $A_w$ . As reduções dos valores destes parâmetros consequentemente impedem o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes, reações enzimáticas e químicas as quais alteram as suas características dos alimentos (FELLOW, 2006; RAHMAN, 2010).

A atividade de água apresentou diferença estatística entre si ( $p < 0,05$ ). A pitanga *in natura* possui elevada atividade de água  $A_w > 0,83$ , caracterizando-a como alimento de alta perecibilidade, sendo o maior valor encontrado na pitanga-amarela (Tabela 11). Os valores de atividade de água das farinhas se situaram entre 0,233 e 0,248, estes dados estão abaixo da faixa preconizada para produtos desidratados estáveis ( $A_w < 0,6$ ), sob o ponto de vista microbiológico (ORDÓÑEZ, 2005; RAHMAN, 2010).

Em relação às cinzas das farinhas, que são os resíduos inorgânicos, os quais permanecem após a queima da matéria orgânica, cuja composição depende da natureza de cada alimento analisado (CECCHI, 2003; IAL 2008). As amostras das frutas *in natura* apresentaram diferença estatística entre si ( $p < 0,05$ ), contudo as farinhas não apresentaram diferença estatística ( $p > 0,05$ ) (Tabela 10). Os teores médios de cinzas obtidos situaram-se entre 1,80% para a farinha pitanga-vermelha a 2,14% para farinha pitanga-roxa (Tabela 11). O índice de cinzas é variável mesmo



dentro da mesma espécie, como já demonstrado por Mayer (2015), que descreve valores de 1,37% e 1,99% de cinzas em farinhas de sementes de araçá-amarelo e vermelho respectivamente. A legislação vigente estabelece o limite de 2,0% na base seca, para farinha de trigo integral (ANVISA, 1996). Com os dados obtidos, apenas as farinhas de araçá-vermelho e pitanga-vermelha encontram-se abaixo do limite estipulado.

### 5.2.2 Coloração da farinha de pitanga

A Tabela 12 fornece os dados para cor das farinhas de pitanga-laranja, pitanga-vermelha e pitanga-roxa.

**Tabela 12-** Resultados das análises de cor das farinhas de pitanga-laranja, pitanga-vermelha e pitanga-roxa.

Preparo	Coordenadas	Pitanga-laranja	Pitanga-vermelha	Pitanga-roxa
Farinha	L*	39,94±0,05 <sup>a</sup>	32,73±0,10 <sup>b</sup>	23,54±0,06 <sup>c</sup>
	a*	19,24±0,18 <sup>b</sup>	20,46±0,21 <sup>a</sup>	12,08±0,22 <sup>c</sup>
	b*	19,19±0,10 <sup>a</sup>	15,73±0,08 <sup>b</sup>	-0,94±0,12 <sup>d</sup>

Os valores apresentados representam a média dos resultados em triplicata acompanhados do desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha, representam diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre as médias pelo Teste de Tukey a 95% de confiança.

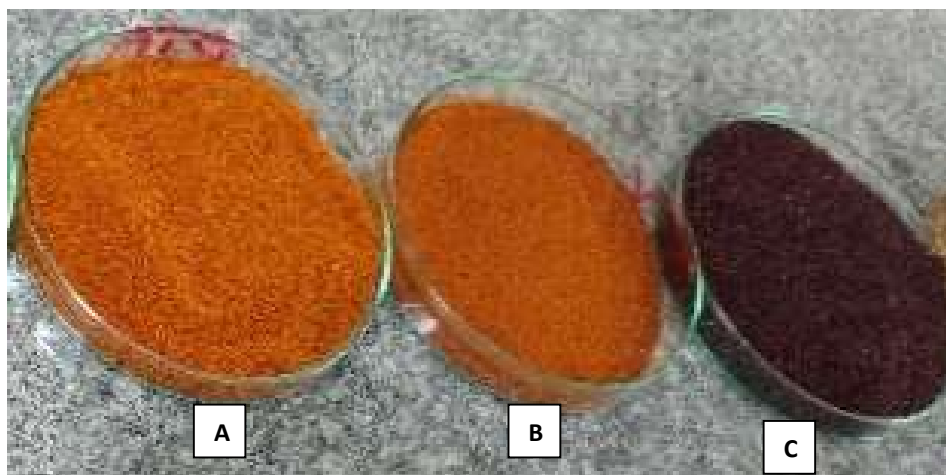
Verifica-se que os parâmetros de coloração são estatisticamente diferentes entre as farinhas ( $p < 0,05$ ). Quando se comparou os valores de cor das frutas *in natura* com as suas respectivas farinhas, verifica-se que os pigmentos presentes em cada fruta são os um dos fatores responsáveis pela coloração final de cada farinha, sendo a cor das farinhas influenciadas principalmente pelo processo de secagem.

Na fruta *in natura* pitanga-laranja, o principal pigmento encontrado são os carotenóides. Estes compostos consistem em oito unidades de isopreno e podem ser subdivididos em dois grupos principais: os carotenos e as xantofilas (FRANZON et al., 2009). Nas frutas escuras como pitanga-roxa, os principais pigmentos encontrados são as antocianinas. Elas são um grupo de compostos fenólicos que ocorrem naturalmente em muitas plantas, flores e frutas, e são responsáveis pela coloração escura (FRANZON et al., 2009). Há uma grande variedade de antocianinas na natureza e a principal diferença entre elas são o número de grupos

hidroxilas, a natureza e o número de carboidratos ligados à sua estrutura, os carboxilatos alifáticos ou aromáticos ligados ao carboidrato da molécula e a posição das ligações (ANTUNES e RASSEIRA, 2004).

Os valores de L\*(cromaticidade), a\*(vermelho e verde) e b\*(amarelo e azul), indicam que a farinhas de pitanga-roxa, apresentou o aspecto mais escuro (BASTOS e SHIBAO, 2011). Estes valores são influenciados pelo processo de secagem, onde devido a ação do calor, ocorre a reação de Maillard, que é uma reação de escurecimento não enzimático nos alimentos, ela origina compostos de pigmentação escura e alto peso molecular, os quais em sua maioria são polímeros de nitrogênio, denominados melanoidinas (BASTOS e SHIBAO, 2011; GAVA, 2009; SOARES et al., 2009;).

A Figura 11 mostra as diferenças de cores das farinhas obtidas pela secagem das frutas.



**Figura 11** - Farinha de pitanga laranja (A), pitanga-vermelha (B) e pitanga-roxa (C).

### **5.2.3 Compostos Fenólicos e potencial Antioxidante de pitanga *in natura* e das farinhas.**

A Tabela 13 apresenta os valores de compostos fenólicos e o potencial antioxidante das frutas *in natura* e das farinhas.

**Tabela 13-** Valores dos Compostos fenólicos e potencial antioxidante em frutas *in natura* e farinha de pitanga.

Amostra	Parâmetro avaliado	Pitanga-laranja	Pitanga-vermelha	Pitanga-roxa
<b>Fruta <i>in natura</i></b>	C.F.	112,92±4,13 <sup>c</sup>	143,94±4,98 <sup>b</sup>	202,61±5,32 <sup>a</sup>
	EC50*	1,95±0,13 <sup>a</sup>	1,35±0,06 <sup>b</sup>	0,74±0,03 <sup>c</sup>
	FRAP**	25,82±2,30 <sup>c</sup>	43,56±7,58 <sup>b</sup>	78,25±1,91 <sup>a</sup>
<b>Farinha</b>	C.F.	1182,50±53,83 <sup>c</sup>	2209,24±23,41 <sup>b</sup>	2760,96±35,76 <sup>a</sup>
	EC50*	0,32±0,01 <sup>a</sup>	0,31±0,002 <sup>b</sup>	0,13±0,008 <sup>c</sup>
	FRAP**	458,31±17,33 <sup>c</sup>	509,30±1,92 <sup>b</sup>	731,49±14,50 <sup>a</sup>

C.F. Compostos Fenólicos (mg AGE/100g); A.A. Atividade antioxidante, \*EC50 (g fruta/g DPPH); \*\* FRAP (µM sulfato ferroso/g de fruta). Os valores representam a média dos resultados em triplicata acompanhados do desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha, representam diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre as médias pelo Teste de Tukey a 95% de confiança.

Os compostos fenólicos são moléculas capazes de reduzir radicais livres presentes no organismo. Estes radicais estão associados a várias doenças crônico-degenerativas (ROCHA et al., 2011).

Verificou-se que houve diferença estatística entre as amostras *in natura* e as farinhas ( $p < 0,05$ ), sendo os maiores teores de compostos fenólicos encontrados nas farinhas, uma vez que, com o processo de secagem ocorre a concentração de compostos (MORAES et al., 2014; SCORSATTO et al., 2017). O processo de secagem não aumenta a quantidade dos compostos analisados, apenas os concentra, sendo que alguns compostos são degradados pela ação do calor, devido a sua termolabilidade, como, por exemplo, as antocianinas presentes na pitanga-roxa (LOPES et al., 2007; BRAGANÇA et al., 2016), as vitaminas do complexo B e a vitamina C (ORDÓÑEZ, 2005; GAVA, 2008).

Os resultados obtidos mostraram que a pigmentação deve ter correlação com os compostos fenólicos e conseqüentemente a atividade antioxidante. Os principais pigmentos presentes na pitanga laranja são os carotenóides (RIBEIRO e SERAVALLI, 2004), enquanto nas frutas escuras são as antocianinas (LOPES et al., 2007).

Dentre as frutas analisadas, as frutas com coloração mais escura, obtiveram os maiores valores de compostos fenólicos. A pitanga-roxa foi a amostra que obteve os maiores valores entre as frutas *in natura* e as farinhas (Tabela 13). Um dos fatores responsáveis por elevados teores de compostos fenólicos observados nas frutas escuras são as presenças das antocianinas, tornando estas frutas boas fontes de compostos fenólicos (LOPES et al., 2007).

Os dados obtidos para pitanga foram abaixo dos valores encontrados por Baguetti (2009) em estudos semelhantes. Casarin (2016), relata valor de compostos fenólicos de 357,86 e 344,94 mg AGE/100g, para amora-preta *in natura* e farinha de amora, respectivamente.

Quanto aos índices de atividade antioxidante determinados, a partir da redução do ferro (FRAP), a pitanga-roxa obteve os maiores valores para esta análise (Tabela 13). De modo geral, os índices de compostos fenólicos estão relacionados a maior ou menor atividade antioxidante, independentemente do método de análise utilizado (THAIPONG et al., 2006; SUCUPIRA et al., 2012).

As frutas de coloração escura mostraram maior capacidade antioxidante quando comparadas com as frutas de coloração clara. Casarin et al. (2016), em estudos de avaliação da capacidade antioxidante em frutas, vegetais e polpas de frutas, observaram maior capacidade antioxidante em amostras que continham antocianinas. Esta mesma relação foi observada por Munõz-Espada et al. (2004), em trabalhos com cultivares de *Vitis viniferae* e *Vitis labrusca*. Tais estudos verificaram que há uma correlação positiva entre o conteúdo de antocianinas e o potencial antioxidante. Baguetti (2009), relatou correlação entre o potencial antioxidante e as antocianinas presentes em pitanga em três estágios de maturação, contudo a correlação pode ser alterada de acordo com o método de extração dos compostos.

O potencial antioxidante é diretamente relacionado com a concentração de compostos bioativos, e também outros componentes como os tocoferóis, ácido ascórbico, carotenóides, e outros compostos fenólicos (MELO et al., 2008; MORAES et al., 2014; SUCUPIRA et al., 2012).

Estudos semelhantes relatam que os compostos fenólicos são responsáveis pelo potencial antioxidante em três estágios de pitangas analisadas. Contudo, como as antocianinas também são compostos fenólicos, elas podem ter contribuído com potencial antioxidante das amostras (BAGUETTI, 2009; SANTOS et al., 2002).

Deve-se destacar que os resultados das análises são influenciados por inúmeros fatores, sendo um deles o método de extração destes compostos. Na literatura relatada, em sua maioria a extração é realizada com metanol, contudo o uso de etanol pode ser mais vantajoso sob o ponto de vista da utilização destes extratos na alimentação humana, devido a toxicidade do metanol (SANTOS et al., 2007).

## 6 CONCLUSÃO

A temperatura de 75°C possibilitou a manutenção dos compostos fitoquímicos de interesse presentes nas frutas *in natura*. Esta temperatura também proporcionou o menor tempo de secagem. O processo de secagem possibilita uma significativa redução da umidade e atividade de água nas farinhas obtidas, o que permite a manutenção destes alimentos seguros para consumo e estáveis sob o ponto de vista microbiológico.

As frutas *in natura* possuem significativos índices de compostos bioativos e capacidade antioxidante. Essa característica está atrelada aos compostos fenólicos presentes e pode ser utilizada em produtos alimentares.

As farinhas mantiveram as características das frutas *in natura*, mesmo após o processo de cocção, com os biscoitos tipo *cookies* elaborados com farinha de araçá-amarelo apresentando expressivos índices de compostos fenólicos e capacidade antioxidante.

A continuidade das pesquisas com as farinhas de frutas nativas, com seu aprimoramento tecnológico, melhor aproveitamento e utilização de outros métodos de secagem, pode levar ao desenvolvimento de novos alimentos, os quais apresentarão propriedades nutricionais diferenciadas. Expandindo-se as aplicações tecnológicas das farinhas de frutas nativas, pode-se agregar valor a um produto regional, incentivando o consumo e comercialização de produtos locais. Estes fatores podem contribuir para o desenvolvimento da agricultura familiar, podendo gerar renda extra aos pequenos produtores rurais.

As diferentes colorações de pitanga *in natura* possuem significativos índices de compostos fenólicos e potencial antioxidante. A pitanga-roxa (*in natura* e farinha) demonstrou os índices mais elevados de compostos fenólicos e potencial antioxidante.

As farinhas obtidas com a secagem da pitanga mantiveram os compostos fitoquímicos de interesse presentes nas frutas *in natura*. As farinhas de pitanga podem ser utilizadas como ingredientes naturais, visando um melhor aproveitamento tecnológico e contribuindo para o desenvolvimento de novos alimentos.

## 7 REFERÊNCIAS

- ABUD, A. K. S.; NARAIN, N., **Incorporação da farinha de resíduo do Processamento de polpa de fruta em biscoito: uma alternativa de combate ao desperdício**, Brazil Journal Food Technology, v.12, n.4, p.257-267, 2009.
- ACOSTA-ESTRADA, B. A.; GUTIÉRREZ-URIBE, J. A.; SERNA-SALDÍVAR, S. O. **Bound phenolics in foods, a review**, Food Chemistry, v.152, p.46-55, 2014.
- AGUDO, A.; CABREA L.; AMIANO, P.; ARDANAZ, E.; BARRICATE, A.; BERENGUER, T.; CHIRLAQUE, M. D.; DOEEONSORO, M.; JAKSZYN, P.; LARRAÑAGA, N.; MARTÍNEZ, C.; NAVARRO, C.; QUIRÓS, J. R.; SÁNCHEZ M. J.; TORMO, M. K.; GONZÁLES, C. A. **Fruit and vegetable intakes, dietary antioxidant nutrients, and total mortality in Spanish adults: findings from the Spanish cohort of the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition**, American Journal Clinic Nutrition, n.85; p.1634-42, 2007.
- AHMAD, N.; ZUO, Y.; LU, X.; ANWAR, F.; HAMEED, S. **Characterization of free and conjugated phenolic compounds in fruits of selected wild plants**, Food Chemistry, v.190, n.1, p.80-89, 2016.
- ALVES, M. J.; FERREIRA, I. C. F. R.; FROUFE, H. J. C.; ABREU, R. M. V.; MARTINS, A.; PINTADO, M. **Antimicrobial activity of phenolic compounds identified in wild mushrooms, SAR analysis and docking studies**, Journal of Applied Microbiology, v. 115, p. 346-357, 2013.
- ANGELO, P.M.; JORGE, N. **Compostos Fenólicos em alimentos – Uma breve revisão**, Revista Instituto Adolfo Lutz, n.66, p.1-9, 2007.
- ANTUNES, L. E. C.; RASSEIRA, M. do C. B. **Aspectos técnicos da cultura da amora- preta**, Embrapa Clima Temperado-Pelotas, Documento 122, 54p., 2004.
- ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Portaria n.º 354, **Norma Técnica referente a farinha de trigo**, 18 de junho de 1996, disponível em: [http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/portarias/354\\_96.htm](http://www.anvisa.gov.br/anvisa/legis/portarias/354_96.htm), acesso junho de 2018.
- ANTUNES, L. E. C.; RASSEIRA, M. do C. B. **Aspectos técnicos da cultura da amora- preta**, Embrapa Clima Temperado-Pelotas, Documento 122, 54p., 2004.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL, **Official Methods of Analysis of the Association Analytical Chemists**.18<sup>a</sup> ed., 1526p, 2005.
- BAGUETTI, M., **Caracterização físico-química e capacidade antioxidante de pitanga (*Eugenia uniflora L.*)**, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFSM, Santa Maria- RS, 2009.
- BANNI, S.; MARTIN, J. C. **Conjugated linoleic acid and metabolites**, Trans Fatty Acids in Human Nutrition, The Oily Press, Ltd., Dundee, Scotland, p. 261-302., 1998.

- BARCIA, M. T.; MEDINA, A. L.; ZAMBIAZI, R. C. **Características físico-químicas e sensoriais de geleias de jambolão**, Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, Curitiba, v. 28, n. 1, p. 25-36, 2010.
- BARROSO, A. K. M.; TORRES, A. G.; BRANCO, V. N. C.; FERREIRA, A.; FINOTELLI, P. V. FREITAS, S. P.; LEÃO, M. H. M. R. **Linhaça marrom e dourada: propriedades químicas e funcionais das sementes e dos óleos prensados a frio**, Ciência Rural; Santa Maria - RS; v.44; n.1; p.181-187; jan. 2014.
- BASSETO, R. Z.; SAMULAK, R., MISUGI, C.; BARANA, A.; ROSSO, N. **Produção de biscoitos com resíduo do processamento de beterraba (*Beta vulgaris L.*)** Revista Verde, v.8, n.1, p.139-145, 2013.
- BASTOS, D. H. M.; SHIBAO, J. **Produtos da reação de Maillard em alimentos: implicações para a saúde**, Reivsta Nutrire, v.24, n.4, p.895-904, 2011.
- BEZERRA, J. E. F.; SILVA, Jr. J. F.; LEDERMAN, I. E. **Pitanga (*Eugenia uniflora L.*)**, Série Frutas Nativas, vol 1, Jaboticabal, Funep, 30p, 2000.
- BÖGER, B. R. **Elaboração de sorvete adicionado de extrato de cascas de jaboticaba (*Plinia cauliflora*): avaliação de compostos bioativos**, Trabalho de Conclusão de curso (Graduação) – Curso Superior de Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 81f., 2013.
- BORGES, W. P. **Caracterização de compostos fenólicos do suco de uva (*Vitis labrisca*) obtido pelo método de arraste a vapor**, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Salão UFRGS: XXVIII SIC – Salão de iniciação científica, 2016.
- BORLINGHAUS, F.; ALBRECHT, F.; GRUHLKE, M. C. H.; NWACHUKWU, I. D.; SLUSARENKO, A. J. **Allicin: Chemistry and biological properties**, v.19, p. 12591-12618, 2014.
- BRAGANÇA, G. C. M.; ÁVILA, B. P.; ALVES, G. D.; CARDOZO, L. O. P.; PERES, W.; MONKS, K. L. F.; ELIAS, M. C. **Efeitos da pré-hidratação e da cocção no teor de antocianinas e na atividade antioxidante de grãos de lentilha**, I Congresso Luso-brasileiro de Horticultura, Lisboa, 2017.
- BRASIL, Instrução Normativa nº1, de 7 de janeiro de 2000. **Regulamento Técnico Geral para fixação de padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta**, Diário Oficial da União, Brasília-DF, 2000.
- CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. T. **Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre**, Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.32, n.4, p.1196-1205, 2010.
- CAROCHO, M.; FERREIRA, I. C. F. R. **The role of phenolic compounds in the fight against cancer – A review**, Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry, v.13, p.1236-1258, 2013.
- CASARIN, F.; MENDES, C. E.; LOPES, T. J.; MOURA, N. F. **Planejamento experimental do processo de secagem da amora-preta (*Rubus sp.*) para a produção de farinha enriquecida com compostos bioativos**, Brazilian Journal of Food Technology, v.19, p.2016025, 2016.

- CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L. **Fabricación de pan**. 1ª ed., Zaragoza-ES, Editora Acribia, 2002.
- CECCHI, H. M. **Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos**. 2ª edição, Editora Unicamp, São Paulo, 2003.
- CELESTINO, S. M. C. **Transferência de Calor e Massa em Leito Deslizante e Escoamentos Concorrentes: Secagem de Sementes de Soja**, Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 1998.
- CELESTINO, S. M. C. **Princípios de Secagem de Alimentos**. EMBRAPA. 1ºed., 51p, 2010.
- CERQUEIRA, F. M.; MEDEIROS, M. H. G.; AUGUSTO, O. **Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas**, Química Nova, v.30, n.2, 2007.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós colheita de frutas e hortaliças**, 2ª edição, Editora UFLA, Lavras-MG, 783p., 2005.
- CISNEIROS, R. A.; VALDEREZ P. M.; LEMOS, M. A.; DOS REIS, O. V.; QUEIROZ, R. M. **Qualidade fisiológica de sementes de araçazeiro durante o armazenamento**, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande. v.7, n.3, p.513-518, 2003.
- CNI, Confederação Nacional da Indústria, **Estudo sobre o Financiamento do Investimento em infraestrutura no Brasil**; 2016 disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/imprensa/2016/07/1,92064/empresas-privadas-respondem-por-54-dos-investimentos-em-infraestrutura-no-brasil.html>, acessado em 15/07/2018.
- CONSOLINI, A. E.; SARUBBIO, M. G. **Pharmacological effects of *Eugenia uniflora* (Myrtaceae) aqueous crude extract on rats heart**, Journal of Ethnopharmacology, v.81, p.57-63, 2002.
- CORNEJO, F. E. P.; NOGUEIRA, R. I.; WILBERG, V. C. **Secagem como método de conservação de frutas**, Ministério da Agricultura – EMBPRAPA, Documento 54, 2003.
- COSTA, C. C.; GUILHOTO, J. J. M.; BURNQUIST, H. L. **Impactos Socioeconômicos de Reduções nas Perdas Pós-colheita de Produtos Agrícolas no Brasil**, Revista Economia e Sociologia Rural, v.53, n.3, p.395-408, 2015.
- CRUZ, A. V. M.; KAPLAN, M. A. C. **A importância das famílias *Myrtaceae* e *Melastomataceae* na etnomedicina brasileira**, Revista Cubana de Plantas Medicinales, v.10, n.5, 2005.
- DAMIANI, C.; **Caracterização e agregação de valor aos frutos do cerrado: araçá (*Psidium guineensis* Sw.) e marolo (*Annona crassiflora* Mart.)**, Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos – Tese, UFLV, 2009.
- DAVIDOV-PARDO, G.; MORENO, M.; AROZARENA, I.; MARÍN-ARROYO, M. R.; BLEIBAUM, R. N.; BRUHN, C. M. **Sensory and consumer perception of the**



**addition of grape seed extracts in cookies**, Journal of Food Science, v.77, n.12, p.430-438, 2012.

**DOTTO, D. C. Obtenção de farinha de banana verde, sua caracterização quanto a alguns componentes e avaliação de seu uso em formulações de bolo como substituta parcial da farinha de trigo**, Monografia (Especialização). Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Departamento de Engenharia Química, Toledo-PR, 51 p., 2004.

**DUARTE-ALMEIDA, J. M.; SANTOS, R. J.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema b-caroteno/ácido linoléico e método de seqüestro de radicais DPPH**, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.26, n. 2, p. 446-452, 2006.

**FASOLIN, L. H.; ALMEIDA, G. C.; CASTANHO, P. S.; NETTO-OLIVEIRA, E. R. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial**, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas v.27, n.3, p.524-529, 2007.

**FAZAELI, M.; DJOMEH, Z. E.; ASHTARI, A. K.; OMID, M. Effect of spray drying conditions and feed composition on the physical properties of black mulberry juice powder**, Food and bioproducts processing, v.90, p.667-675, 2012.

**FELLOW, P. J. Tecnologia de processamento de alimentos - Princípios e práticas**, Artmed, 2006.

**FERREIRA, I. C. F. R.; ABREU, R. M. V. Stress oxidativo, antioxidantes e fitoquímicos. Artigo de Revisão**, Sociedade Portuguesa de Bioanalistas da Saúde, Ano IV, n.2, 2007.

**FERREIRA, P. R. B.; MENDES, C. S. O.; REIS, S. B.; RODRIGUES, C. G. O. Morphoanatomy, Histochemistry and Phytochemistry of Psidium guineense Swartz (Myrtaceae) Leaves**, Journal of Pharmacy Research, v.4, p942-944, 2011.

**FETTER, M. da R.; VIZOTTO, M.; CORBELINI, D. D.; GONZALEZ, T. N. Propriedades funcionais de araçá-amarelo, araçá-vermelho (*Psidium cattleyanum Sabine*) e araçá-pera (*P. acutangulum D.C.*) cultivados em Pelotas/RS**, Brazilian Journal of Food Technology, III SSA, 2010.

**FINOCCHIARO, F.; FERRARI, B.; GIANINETTI, A. A study of biodiversity of flavonoid content in the rice caryopsis evidencing simultaneous accumulation of anthocyanins and proanthocyanidins in a black-grained genotype**, Journal of Cereal Science, v.51, p.28–34, 2010.

**FONTES, S. M.; FELINTO, M., Relatório de Análise de Alimentos**, Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia de Agroalimentar, Pombal-PB, 2010.

**FRANCO, G., Tabela de composição química dos alimentos**, 9ª ed., Rio de Janeiro, Atheneu, 307p., 2006.

**FRANZON, R. C. Frutíferas Nativas do Sul do Brasil**, Simpósio Nacional do Morango, 2º Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul, Embrapa Clima Temperado, Documento 124, p.251-264, 2004.

FRANZON, R. C.; CAMPOS, L. Z. O.; PROENÇA, C. E. B.; SOUSA-SILVA, J. C. **Araçás do gênero *Psidium*: principais espécies, ocorrências, descrição e usos**, EMBRAPA CERRADOS, Documento 266, 47p. ISSN online 2176-5081, 2009.

GARCIA, D. C.; BARROS, A. C. S. A.; PESKE, S. T.; MENEZES, N. L. **A secagem de sementes**, Ciência Rural, Santa Maria, v.34, n.2, p.603-608, 2014.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B. S.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**, São Paulo-SP, Nobel, 2009.

GONDIN, J. A. M.; MOURA, M. de F. V.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, R. L. S.; SANTOS, K. M. **Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas**; Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 25(4), p.825-827, 2005.

GUPTA, M.; BAWA, A. S.; ABU-GHANNAM, N. **Effect of barley flour and freeze-thaw cycles on textural nutritional and functional properties of cookies**, Food of Bioproducts Processing, v.89, p. 520-527, 2011.

HALLIWELL, B., AESCHBACH, R., LÖLINGER, J., ARUOMA, O. I. **The characterization on antioxidants**, Food and Chemical Toxicology, Oxford, v.33, n.7, p.601-617, 1995.

HARDER, M. N. C. **Efeito do urucum (*Bixa Orellana*) na alteração de característica de ovos de galinhas poederias**, 74p. Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo, 2005.

HELENO, S. A.; MARTINS, A.; QUEIROZ, M. J. R. P.; FERREIRA, I. C. F. R., **Bioactivity of phenolic acids: Metabolites versus parent compounds: A review**, Food Chemistry, v.173, p.501-513, 2015.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, **ÁREA TERRITORIAL OFICIAL**, Resolução da Presidência do IBGE de nº5 (R.PR-5/02) disponível em: [https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default\\_territ\\_area.shtm](https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm), acesso em janeiro de 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ, **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 4ªed., 1ª Edição Digital, São Paulo, 1000p., 2008, disponível em: [http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016\\_3\\_19/analisedealimentosial\\_2008.pdf](http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf), acesso em janeiro de 2018.

IRONDI, E. A.; OBOH, G.; AKINDAHUNSI, A. A.; BOLIGON, A. A.; ATHAYDE, M. L. **Phenolics composition and antidiabetic property of *Brachystegia eurycoma* seed flour in high-fat diet, low-dose streptozotocin- induced type 2 diabetes in rats**, [Asian Pacific Journal of Tropical Disease](#), v.5, p.159-165, 2015.

JOLY, A. B. **Botânica: Introdução a Taxonomia Vegetal**, 13ª ed., São Paulo, Companhia Editora Nacional, 777p, 2002.

KONICA MINOLTA SENSING, INC PCC. **Precise color communication: color control from perception to instrumentation**, 59p., Osaka, 1998.

KRÜGER, C.C.H; COMASSETTO, M.C.G.; CÂNDIDO, L.M.B.; BALDINI, V.L.S.; SANTTUCCI, M.C.; SGARBIERI, V.C. **Biscoitos tipo "cookie" e "snack"**

**enriquecidos, respectivamente com caseína obtida por coagulação enzimática e caseinato de sódio**, *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.23, p.81-86, 2003.

KUMAR, R.; CHHATWAL, S.; ARORA, S.; SHARMA, S.; SINGH, N.; KHURANA, A. **Antihyperglycemic, antihyperlipidemic, anti-inflammatory and adenosine deaminase-lowering effects of garlic in patients with type 2 diabetes mellitus with obesity**, *Diabetes Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*, v.6, p. 49-56, 2013.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R. **Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas**, *Ciência Rural*, v.36, n.4, p.1283-1287, 2006.

LIMA A. **Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante *in vitro* e *in vivo*, e identificação dos compostos fenólicos presentes no pequi (*Caryocar brasiliense*)**, Tese, Doutorado em Bromatologia, USP, 2008.

LIRA JUNIOR, S. J.; BEZERRA, J. E.; LEDERMAN, I. E. **Melhoramento, propagação e produção de pitangueiras em Pernambuco**, IV Simpósio Nacional do Morango e III Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul, Anais do 4º Simpósio Nacional do Morango, 3º Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul, Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2008.

LIU, Y; WANG, P; CHEN, F.; YUAN, Y.; ZHU, Y.; YAN, H.; HU, X. **Role of plant poluphecols in acrylamide formation and elimination**, *Food Chemistry*, v.186, n.1,p.46-53, 2015.

LOPES, T. J.; XAVIER, M. F.; QUADRI, M. G. N.; QUADRI, M. B. **Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade**, *Revista Brasileira de Agrociência*, v.13, n.3, p.291-297,2007.

LUNARDI, H.; PEREIRA, M. M.; ROSA, G. S. **Processamento de farinha de polpa de amora-preta: Análise da composição centesimal e bioativos**, Anais do VII Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, Universidade Federal do Pampa, 2015.

MANICA, I. **Frutas Nativas, Silvestres e Exóticas**, Porto Alegre: Cinco Continentes, p.91-129, 2000.

MARQUETI, C. **Obtenção e caracterização de farinha de casca de jabuticaba (*Plinia cauliflora*) para adição em biscoito tipo cookie**, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Dissertação, UTFPR, 2014.

MARTINS, M. C. P.; CUNHA, T. L.; SILVA, M. R. **Efeito das condições da desidratação osmótica na qualidade de passas de caju-do-cerrado**, *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.28, p.158-165, 2008.

MARTINS, N.; PETROPOULOS, S.; FERREIRA, I. C. F. R. **Chemical composition and bioactive compounds of garlic (*Allium sativum L.*) as affected by pre and post- harvest conditions: A review**, *Food Chemistry*, v.211, p.41-50, 2016.

MAYER, R. **Caracterização físico-química das sementes de araçá-amarelo e potencial antioxidante do óleo das sementes em óleo de girassol induzido à**

**oxidação**, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – dissertação, UEPG, 2015.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L.; NASCIMENTO, R. J. **Capacidade antioxidante de frutas**, Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, vol.44, n.2, 2008.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, **Instrução Normativa 08/2005, Regulamento Técnico de Identidade de Qualidade da Farinha de Trigo, 2005** Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=803790937>, acesso em junho/2018.

MISAN, A.; MIMICA-DUKIC, N.; SAKAC, M.; MANDIC, A.; SIMURINA, O.; TUMBAS, V. **Antioxidant activity of medicinal plant extract in cookies**, Journal of Food Science, v.76, n.9, p. 1239-1244, 2011.

MONTEIRO, M. P. **Bebida à base da uva: efeito sobre o estresse oxidativo e marcadores de risco de doenças cardiovasculares em mulheres saudáveis**, 101f, Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde Pública, Faculdade de Nutrição, Universidade de São Paulo, 2011.

MORAES, S. O; RODRIGUES, V. C. **Secagem de Alimentos**, Universidade de São Paulo. 2006.

MORAES, F. P.; SILVA, E. S.; ROCHA, P. M; FERNANDES, T. R. N.; VIDAL, R. H. L.; CORREIA, R. T. P. **Impacto da secagem conectiva sobre os compostos bioativos e atividade antioxidante do resíduo de caju**, UFRN – Departamento de Engenharia Química, XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Florianópolis, 2014.

MORENO-ALVAREZ, M. J.; MATOS, A. V.; LÓPES, E.; BELÉN, D., **Estabilidad de antocianinas em jugos pasteurizados de mora (*Rubus glaucus Benth*)**, ALAN, v.52, supl.2, 2002.

MUÑOZ-ESPADA, A. C.; WOOD, K. V.; BORDELON, B.; WATKINS, B. A. **Anthocyanin quantification and radical scavenging capacity of Concord, Norton, and Marechal Foch grapes and wines**, Journal of Agriculture and Food Chemistry, v. 52, n. 22, p.6779-6786, 2004.

OLIVEIRA, A. N.; SOUZA, F. C. A.; AGUIAR, J. P. L.; PONTES, G. C., **Elaboração e caracterização de biscoitos doces produzidos com a farinha da casca de banana pacovã**, II Congresso de Iniciação Científica PIBIC/CNPq, Manaus, 2013.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos**, v.1, Porto Alegre, Artmed, 2005.

PEREIRA, M. M.; OLIVEIRA, E. N. A.; ALMEIDA, F. L. C.; FEITOSA, R. M. **Processamento e caracterização físico-química de biscoitos amanteigados elaborados com farinha de jatobá**, Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v.10, n.2, p.2137-2149, 2016.

PERIN, E. C.; SCHOTT, I. B. **Utilização de farinha extraída de resíduos de uva na elaboração de biscoito tipo *cookie***, 62f., Trabalho de Conclusão de curso

(Graduação) – Curso Superior de Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2011.

PIMENTEL, C.V.M.B.; FRANCKI, V.M.; GOLLÜCKE, A.P.B. **Alimentos funcionais: introdução as principais substâncias bioativas em alimentos**, São Paulo, Ed. Varela, 95p, 2005.

PITALUA, E., JIMENEZ, M., VERNON-CARTER, E.J., BERISTAIN, C.I. **Antioxidative activity of microcapsules with beetroot juice using gum Arabic as wall material. Food and bioproducts processing**, v.88, p.253-258, 2010.

PRADO, A. **Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais**, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, USP, Piracicaba-SP, 2009.

RAHMAN, M.S. **Handbook of food preservation**, Nova York, 2ªed., CRC Press, 2010.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**, Instituto Mauá de Tecnologia, São Paulo, 184p., 2004.

ROCHA, P.; OLIVEIRA, D. S.; AQUINO, P. P.; RIBEIRO S. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, R. P. C.; MARIA, H. **Vitamina C, carotenóides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga, mamão precendentes da CEASA do Estado de Minas Gerais**, Acta Scientiarum, Health Sciences, Maringá, v.33, n.1, p.89-98, 2011.

ROCKLAND, L. B.; STEWART, G. F. **Water Activity: Influences on Food Quality**, 2ªed., p.655-852, 2013.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E; BRITO, E. S. de; MORAIS, S. M. de; SAMPAIO, C. de G.; PÉRES-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia Científica: Determinação de Atividade Antioxidante Total em frutas pelo método de redução do ferro. FRAP**, Comunicado Técnico 125, Embrapa, 2006.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. de; MORAIS, S. M. de; SAMPAIO, C. de G.; PÉRES-JIMENEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia Científica: Determinação de Atividade Antioxidante Total em frutas pela captura do radical livre DPPH**, Comunicado Técnico 127, Embrapa, 2007.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. de; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. **Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil**, Food Chemistry, Barking, v.121, n.4, p.996-1002, 2010.

SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, I.; JIMÉNEZ-ESCRIG, A.; SAURA-CALIZTO, F. **In vitro antioxidant activity of brewed using different procedures (Italian, espresso and filter)**, Food Chemistry, v.90, p.133-139, 2005.

SANTANA, F. C.; SILVA, J. V.; SANTOS, A. J. A. O.; ALVES, A. R.; WARTHA, E. R. S. A.; MARCELLINI, P. S.; SILVA, M. A. A. P., **Desenvolvimento de biscoito rico em fibras elaborado por substituição da farinha de trigo por casca do maracujá amarelo (*Passifora edulis Flavicarpa*) e fécula de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*)**, Alimentos e Nutrição, Araraquara, v.22, n.3, 9. 391-399, 2011.

SANTOS, A. F. DOS; SILVA, S. DE M.; MENDONÇA, R. M. N.; SILVA, M. S. DA; ALVES, R. E.; ALMEIDA, H. **Alterações fisiológicas durante a maturação de pitanga (*Eugenia uniflora* L.) dos tipos vermelho e roxo**, Anais do 48<sup>th</sup> Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, Tegucigalpa, Honduras, 2002.

SANTOS, M. da S.; PETKOWICZ, C. L. de O.; WOSIACKI, A. N.; CARNEIRO, E. B. B. **Caracterização do suco do araçá-vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine) extraído mecanicamente e tratado enzimaticamente**, Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, v.29, p.617-621, 2007.

SCORSATTO, M.; PIMENTEL, A. C.; SILVA, A. J. R. da; SABALLY, K.; ROSA, G; OLIVEIRA, G. M. M. de **Avaliação de compostos bioativos, composição físico-química e atividade antioxidante *in vitro* da farinha da berinjela**, International Journal of Cardiovascular Sciences, v.30, p.235-242, 2017.

SEAB, Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento; DERAL - Departamento de Economia Rural, **Fruticultura**; Res. Téc. Eng. Agr. Paulo Fernando de Souza Andrade; 2017, disponível em: [http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2017/Fruticultura\\_2\\_016\\_17.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2017/Fruticultura_2_016_17.pdf), acesso em janeiro 2018.

SHAHIDI, F.; AMBIGAIPALAN, P. **Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects – A review**. Journal of functional foods, 2015.

SHARMA, P.; GUJRAL, H. S. **Cookie making behavior of wheatebarley flour blends and effect on antioxidant properties**, LTW- Food Science of Technology, v.55, p. 301-307, 2014.

SHAO, Y.; XU, F.; SUN, X.; BAO, J.; BETA, T. **Identification and quantification of phenolic acids and anthocyanins as antioxidants in bran, embryo and endosperm of white, red and black rice kernels (*Oryza sativa* L.)**. Journal of Cereal Science, v.59, p.211-218, 2014.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. **Analysis of Total Phenols and Others Oxidation Substrates and Antioxidants by Mean Folin-Ciocalteau Reagent. Methods in Enzymology**. Vol.299. p.1693-1700, 2013.

SILVA, M. R.; SILVA, M. S.; MARTINS, K. A.; BORGES, S. **Utilização tecnológica dos frutos de jatobá-do-cerrado e de jatobá-da-mata na elaboração de biscoitos fontes de fibra alimentar e isentos de açúcar**, Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.21, n.2, p.176-182, 2001.

SILVA N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. de A.; TANIWAKI, M. H.; GOMES, R. A. R.; OKAZAKI, M. M. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**, 3<sup>a</sup>ed. São Paulo-SP, 2007.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. **Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais**, Ciências Agrárias, v.31, n.3, p.669–682, 2010.

SILVA, P. M.; GAUCHE, C.; GONZAGA, L. V.; COSTA, A. C. O.; FETT, R. **Honey: Chemical composition, stability and authenticity**, Food Chemistry, v.196, p.309- 323, 2016.

SOARES, S. E. **Ácidos fenólicos como antioxidantes**, Revista de Nutrição, Campinas, v.15, n.1, p.71-81, 2002.

SOUZA, V. R.; PEREIRA, P. A. P.; QUEIROZ, F.; BORGES, S. V.; CARNEIRO, J. D. S. **Determination of bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Cerrado Brazilian fruits**, Food Chemistry, v.134, n.1, p.381-386, 2012.

STATSOFT, Inc. **Statistic: data analysis software system**, Version 7.0, 2004.

SU, M. S., CHIEN, P. J. **Antioxidant activity, anthocyanins, and Phenolics of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) fluid products as affected by fermentation**, Food Chemistry, v.184, p.182-187, 2007.

SUCUPIRA, N. R.; SILVA A.B. da; PEREIRA, G.; COSTA, J. N. da **Métodos para Determinação da atividade antioxidante de frutos**, UNOPAR Científica, v.14, n.4 p.263-269, 2012.

SUN-WATERHOUSE, D.; TEOH, A.; MASSAROTTO, R.; WIBISONO, S.; WADHWA, S. **Comparative analysis of fruit-based functional snack bars**, Food Chemistry, v.119, p.1369-1379, 2010.

TACO, **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**, NEPA/UNICAMP – Versão II, 2ª ed., 113p., 2006.

TAOFIQ, O.; CALHELHA, R. C.; HELENO, S.; BARROS, L.; MARTINS, A.; SANTOS- BUELGA, C.; QUEIROZ, M. J. R. P.; FERREIRA, I. C. F. R. **The contribution of phenolic acids to the anti-inflammatory activity of mushrooms: Screening in phenolic extracts, individual parent molecules and synthesized glucuronated and methyla ted derivatives**, Food Research International, v.76, p. 821-827, 2015.

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

TYLER, V. E., **Phytomedicines: back to the future**, Journal Natural Products, v.62, p.1589-1592, 1999.

VANIN, C. da R. **Araçá-amarelo: atividade antioxidante, composição nutricional e aplicação em barras de cereais**, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Dissertação, UTFPR, 2015.

VASCONSELOS, N. M. de; PINTO, G. A. S.; ARAGÃO, F. A. de S. **Determinação de Açúcares redutores pelo Ácido 3,5-Dinitrosalicílico: Histórico do desenvolvimento do Método e Estabelecimento de um protocolo para o laboratório de bioprocessos**, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 88, EMBRAPA Indústria Tropical, 2013.

- VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA A. **Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de polpas de frutos tropicais**, Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, v.33, n.3, p.888-897, 2011.
- VILLAÑO, D.; FERNANDEZ-PCHÓN, M. S.; TRONCOSO, A. M.; GARCIA-PARRILLA, M. C. **Influence of enological practices on the antioxidant activity of wines**, Food Chemistry, v.95, p.394-404, 2006.
- VITALI, D.; DRAGOJEVIC, I. D.; SEBECIC, B. **Effects of incorporation of integral raw materials and dietary fibre on the selected nutritional and functional properties of biscuits**, Food Chemistry, v.114, p.1462-1469, 2009.
- WILSON, P. G.; O'BRIEN, M. M.; GADEK, P. A.; QUINN, C. J. **Myrtaceae revisited: A Reassessment of Intrafamilial Groups**. American Journal of Botany, v.88, n.11, p.2013-2025, 2001.
- WILLE, G. M. F. C. **Desenvolvimento de tecnologia para a fabricação de doce em massa com Araçá-Pêra (*Psidium acutangulum* D. C.) para o pequeno produtor**, Ciência e Agrotecnologia, Lavras-MG, v.28, n.6, p1360-1366, 2004.
- WINK, M. **Secondary Metabolites, the Role in Plant Diversification**, Academic press: Encyclopedia of Evolutionary Biology, ed.1, 2132p., 2016.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION, **Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation**, Geneva, 28 January - 1 February, 2002.
- YILMAS, Y.; TOLEDO, R. T.; **Antioxidant activity of water soluble Maillard reaction products**, Food Chemistry, v.93, n.2, p. 273-278, 2005.



## **ANEXO 1 – Artigo em forma de capítulo de livro que será editado e publicado junto a EMBRAPA UMIPTT.**

### **Conservação e processamento de frutas nativas e suplementação de produtos alimentícios**

**Luciano Lucchetta<sup>1</sup>, Ronaldo Follmann Santos<sup>2</sup>, Josceane Carla Knob<sup>3</sup>, Gabrielly Mylena Benedetti Tonial<sup>4</sup>, Ivane Benedetti Tonial<sup>5</sup>Américo Wagner Junior<sup>5</sup>**

#### **RESUMO**

Grande parte do que é considerado por muitos como “não comestível”, de frutíferas nativas vem se perdendo pelo desperdício e pela falta de conhecimento do agricultor e comunidades para melhor aproveitamento destas frutas. Neste trabalho estudou-se o aproveitamento das frutas nativas (jabuticaba, araçá amarelo e vermelho, pitanga e sete capote) para obtenção de farinhas e sua adição em barra de cereal e biscoitos, avaliando-se as características físico-químicas, conteúdo nutricional parcial, incorporação de polifenóis totais, antocianinas totais, bem como o potencial de atividade antioxidante e qualidade sensorial. De modo geral, as farinhas obtidas possuíram qualidade nutricional e funcional e características tecnológicas aptas para utilização na elaboração de alimentos (barra de cereal e biscoitos). A farinha de araçá vermelho, araçá amarelo e pitanga demonstraram ter conferido aos biscoitos sabor e aromas característicos das frutas, com destaque para a formulação com adição de 15%. A utilização de farinha de jabuticaba apresentou melhores resultados na formulação adicionada de 2,5% de farinha, a qual foi considerada a preferida para adicionar em biscoitos tipo *cookie*, levando-se em conta a qualidade sensorial e os padrões de identidade esperados pelo mesmo.

**Palavras-chave:** frutas nativas, agroecologia, polifenóis, barra de cereal, biscoitos.

---

<sup>1</sup>Professor Dr., Departamento Acadêmico de Engenharia de Alimentos, UTFPR-FB, e-mail: lucchetta@utfpr.edu.br;

<sup>2</sup>Mestrando do Programa de Mestrado Profissional de Tecnologia em Alimentos - UTFPR-FB, e-mail: ronaldosantos@utfpr.edu.br;

<sup>3</sup>Estudante de Engenharia Química, UTFPR-FB, bolsista do Projeto, e-mail: josce.knob88@gmail.com;

<sup>4</sup>Estudante de Engenharia Química, UTFPR-FB, bolsista do Projeto, e-mail: gabriellybene@gmail.com;

<sup>5</sup>Professor Dr., Faculdade de Agronomia,, UTFPR-DV, e-mail: americowagner@utfpr.edu.br.

## Introdução

O Brasil é um país que apresenta grande diversidade de frutas nativas. No entanto, pequeno número é explorado e utilizado, tanto na comercialização *in natura* como na forma de produtos derivados. Estas frutas possuem um significativo potencial nutricional e de substâncias bioativas derivadas do metabolismo secundário das plantas, como os compostos fenólicos.

A exploração destas frutas tem despertado o interesse dos consumidores em utilizar ingredientes naturais obtidos de cascas, caules, folhas, polpas, sementes, raízes, entre outros, que podem conter características importantes como atividade antioxidante, antimicrobiana, anti-inflamatória e anticancerígena. Nas cascas e sementes de frutas têm-se a alternativa potencial de usá-las como matéria prima para enriquecer os alimentos.

O aumento do cultivo e oferta destas frutas ainda passa por melhoramento genético e seleção de plantas para um incremento na produtividade e qualidade. Este valioso material nativo vem se perdendo, pela falta de conhecimento no aproveitamento destas frutas por parte do agricultor e comunidades, o que ocasiona a ocorrência da erosão genética pela ação antrópica, substituído por lavouras. Esta atividade é diretamente ligada a agricultura familiar, pois este processo de conhecimento a colocará como as pessoas que manterão e guardarão para gerações futuras, alicerçados nas variadas alternativas de renda, do desmatamento, focando a conservação das fruteiras nativas pelo uso, o que poderá melhorar o quadro da erosão genética.

Dentre essas frutas, estão jabuticaba (*Plinia cauliflora*), os frutos de araçá amarelo (*Psidium cattleianum* cultivar *Ya-cy*), araçá vermelho, “guabiju” (*Eugenia guabiju*), “goiaba serrana” ou “feijoa” (*Accasellowiana*), “aguaricará” ou “sete capote” (*Campomanesia guazumifolia*), pitanga (*Eugenia uniflora*), cereja do mato (*Eugenia involucrata*), guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) e uvaia (*Eugenia pyriformis*), que possuem estas características e se oferecem com potencial para exploração alimentícia. Grande parte dos frutos produzidos por estas duas frutíferas nativas não são devidamente utilizados, principalmente pelo ainda incipiente conhecimento e exploração comercial.

As frutas nativas apresentam grande potencial econômico para comercialização, pois apresentam notáveis características sensoriais para consumo *in natura*, além de ser poderem ser utilizadas na fabricação de licores, sucos, geleias e doces (ASCHERI et al., 2006; VIEITES, et al., 2011; CAVALCANTI et al., 2011).

No Brasil, parte da produção dessas frutas é consumida pelas populações locais, mas a maioria é desperdiçada durante a colheita devido a sua alta produção, além da curta vida pós-colheita e especialmente a falta de uso dessas frutas como produtos processados.

Em geral, as frutas nativas, possuem período reduzido de conservação pós-colheita, a fim de viabilizar o consumo para o maior número de consumidores possível e propiciar a oferta do fruto durante um período maior de tempo, surgem os processos tecnológicos alimentares que, por meio do processamento do fruto, permitem disponibilizá-lo em qualquer região, a qualquer tempo, na forma de produtos obtidos através da fruta (DAMIANI et al., 2012).

O beneficiamento do fruto, por meio da fabricação de geleias, compotas, doces, farinhas e outros produtos alimentícios, pode agregar valor econômico ao mesmo, fazendo com que ele se torne uma alternativa interessante como fonte de renda aos produtores, além de difundir-lo em diversas regiões do país e do mundo.

A secagem, desidratação e elaboração de farinhas diferenciadas (ingrediente para processamento de alimentos), já se mostra bem explorada pela indústria (EL-DASH et al., 1994; RIBEIRO e FINZER, 2010). Essas farinhas podem oferecer ao consumidor um produto de boa qualidade nutricional e sensorial (FASOLIN et al., 2007). Uma das matérias-primas que podem ser utilizadas para elaboração de farinhas diferenciadas é a casca de jabuticaba e araçá amarelo. Estes produtos proporcionam propriedades bioativas, que acarretam benefícios à saúde por meio dos compostos de natureza antioxidante, e também podem auxiliar na conservação do alimento.

Os subprodutos, como casca e sementes podem ser utilizados em pães, bolos, sorvetes, biscoitos tipo *cookies*, barras de cereais, entre outros agregando compostos bioativos a estes alimentos. A utilização do subproduto gerado no consumo e industrialização da jabuticaba para obtenção de um novo produto com propriedades bioativas apresenta-se como tecnologia alternativa de grande potencial. Ascheri et al. (2006) relata a utilização bagaço de jabuticaba para incorporação na farinha de arroz pré-gelatinizada.

As barras de cereais surgem no mercado com a intenção de satisfazer estas tendências, uma vez que a associação entre barra de cereal e alimento saudável já é uma tendência documentada no setor de alimentos e beneficia o mercado destes produtos (FREITAS e MORETTI, 2006), além disso, também é favorecida pela praticidade de seu consumo. Neste sentido, a exploração, transformação e aplicação de frutas nativas em pequena escala aponta novo horizonte para a região, possibilitando diversificação, agregação de valor aos produtos e ocupação de espaços consistentes de mercado com produtos diferenciados, ou seja, poderá proporcionar geração de alternativas econômicas, com frutas nativas que apresentam muitas perdas quando comercializado na forma *in natura*. O estudo também pretende proporcionar avanços na fronteira do conhecimento da tecnologia pós-colheita que trata de conservação e características de qualidade das frutas nativas para consumo *in natura* e processadas.

## Objetivos do projeto

- Estudar nas frutas nativas madura em seu estado fresco (*in natura*) e após a secagem as características físico-químicas, compostos voláteis o acúmulo de polifenóis totais, antocianinas totais e o potencial de atividade antioxidante.
- Elaborar barras de cereais e biscoitos adicionadas de farinha de frutas nativas, oriundo da agricultura familiar, possibilitando agregação de renda e obtenção de um produto com características nutricionais diferenciadas.

## Metodologia

As frutas de jabuticaba (*Plinia cauliflora*), os frutos de araçá amarelo (*Psidium cattleianum* cultivar *Ya-cy*), araçá vermelho, “aguaricará” ou “sete capote” (*Campomanesia guazumifolia*), pitanga (*Eugenia uniflora*) foram obtidas na região sudoeste do Paraná e pomar experimental da UTFPR - Câmpus de Dois Vizinhos (pesquisadores colaboradores). Foram coletadas as frutas inteiras e maduras provenientes de plantas nativas previamente identificadas (trabalhos anteriores), dentro de uma região de clima subtropical com em torno de 600 m de altitude e temperaturas médias maiores em torno de 22°C.

Após a coleta, os frutos foram transportados ao Câmpus Francisco Beltrão, onde foram selecionados os frutos em melhor estado de conservação, bem como a separação quanto ao seu estágio de maturação. Foram realizadas avaliações de caracterização utilizando-se os frutos inteiros. Os frutos foram higienizados em solução de hipoclorito de sódio 50 ppm e posteriormente armazenada a -18°C para posterior realização das análises físico-químicas.

As frutas desidratadas/farinhas em flocos foram avaliadas quanto ao teor de umidade, cinzas, teor de sólidos solúveis totais (SS), acidez total titulável (AT), coloração dos frutos, de proteínas totais, fibra bruta, ácidos graxos, lipídios, açúcares totais e redutores, quanto aos compostos bioativos (compostos fenólicos totais, flavonóides totais, antocianinas totais, atividade antioxidante via DPPH, TEAC e FRAP e taninos condensados).

Por fim, foram realizados testes de utilização destas farinhas como ingredientes em alimentos como barras de cereais e biscoitos. Estes alimentos foram avaliados quanto as características físico-químicas, compostos bioativos semelhantemente as análises das farinhas e qualidade sensorial.

## Resultados alcançados

### *Jaboticaba*

Em relação ao aproveitamento de jaboticaba no processamento e obtenção de alimentos, durante o período de projeto foram complementados alguns trabalhos já em andamento e outros testes foram realizados. A jaboticaba (*Plinia cauliflora*) pode ser consumida tanto na forma *in natura*, como também utilizada como ingrediente na produção de alimentos. Sua casca possui um potencial nutricional biológico ativo significativo, possibilitando a produção de alimentos com estas propriedades. Nos estudos com esta fruta, buscou-se avaliar as características qualitativas assim como os compostos bioativos da casca de jaboticaba e da farinha da casca de jaboticaba para posterior aplicação em biscoito tipo *cookie*. A casca demonstrou ser boa fonte de compostos fenólicos, dentre eles, antocianinas, flavonóides e taninos condensados, reforçando que a composição apresentou teores consideráveis de atividade antioxidante, tanto no sequestro como na interação com radicais livres. Também apresentou conteúdos consideráveis de fibras e carboidratos. A farinha de casca de jaboticaba apresentou teores consideráveis de carboidratos, compostos fenólicos em geral e atividade antioxidante, além de ser fonte de fibras. A partir da farinha foram elaborados biscoitos tipo *cookie* com substituições de 0,0, 2,5, 5,0 e 7,5% de farinha de trigo integral por farinha de jaboticaba. Todas as formulações apresentaram incrementos positivos de compostos bioativos, contribuindo com o potencial de atividade antioxidante. Na avaliação sensorial, todas as formulações tiveram boa aceitação dos avaliadores. No entanto, a formulação com 2,5% de JSF foi considerada a preferida para adicionar em biscoitos tipo *cookie*, levando-se em conta a qualidade sensorial e os padrões de identidade esperados pelo mesmo.

Em outro estudo buscou-se avaliar o processamento de suco integral e néctar de jaboticaba e avaliar as características de qualidade sensorial e características físico químicas. O processo foi realizado pelo método de extração de suco arraste de vapor, duração de 30 minutos. O suco foi embalado a quente (pasteurizado), envasado em garrafas de vidro e armazenado. Posteriormente fizeram-se as diluições para obtenção do néctar de jaboticaba na proporção de 30% de suco integral e 70% de água potável, corrigindo-se o teor de sólidos solúveis (SS). O suco integral de jaboticaba (extração arraste de vapor) ficou com índices médios de sólidos solúveis de 11°Brix e pH em torno de 3. Quando do processamento do néctar, corrigiu-se o SS para 14°Brix, estabelecido pela legislação. O pH se manteve em média de 3,3, não necessitando correção. Quanto as características sensoriais, o suco integral demonstrou ter um sabor intenso da fruta, no entanto, com adstringência e amargor excessivos, já esperado pelas características que

possui a casca desta fruta. Por isso, a alternativa de processamento de néctar, melhora as características sensoriais e mantém significativamente as propriedades da jabuticaba na bebida.

### ***Araçá, pitanga e sete capote***

O araçá amarelo também foi estudado durante a vigência do projeto. No intuito de favorecer o consumo e uso dessa fruta ao público consumidor nas diversas regiões do país, o presente estudo objetivou caracterizar o araçá amarelo *Ya-cy* na sua forma fresca e após sua submissão ao processo de secagem. O araçá amarelo *Ya-cy* fresco não diferiu a composição centesimal nos diferentes estádios de maturação observados, sendo mais concentrados quando o mesmo foi desidratado. Apesar da fruta em seu estágio verde apresentar inicialmente maiores teores de compostos fenólicos totais e flavonóides, o araçá maduro demonstrou maior conservação dos compostos bioativos presentes, em comparação a fruta verde, frente ao processo de secagem. O araçá amarelo, cultivar *Ya-cy*, representa uma interessante alternativa para o desenvolvimento de novos produtos que o contenham em sua formulação, conferindo aos mesmos, parte do seu teor nutricional, além do sabor característico da fruta.

Nos testes de secagem foi possível estabelecer alguns parâmetros para o processo. A secagem, com posterior trituração e obtenção de farinha de fruta é uma das alternativas para melhor aproveitamento dessa fruta. Por isso, buscou-se obter farinhas de araçá-amarelo para utilização no processamento de alimentos. Para secagem, foi utilizada estufa de circulação de ar forçado em três temperaturas distintas (65, 70 e 75°C). Para avaliar a influência do tempo e temperatura de secagem, foram analisados os conteúdos dos compostos fenólicos e atividade antioxidante. Neste estudo, observou-se que, que o tempo e a temperatura de secagem alteram a quantidade final dos compostos analisados. A temperatura mais baixa (65°C) acarreta um maior tempo de secagem das frutas, ocasionando maiores perdas com relação aos compostos fenólicos, assim como menores índices de atividade antioxidante. Por outro lado, as três temperaturas testadas permitem manutenção das propriedades bioativas, o que transfere juntamente com a farinha quando adicionadas no processo de alimentos como cookies, massas, bebidas lácteas etc.

A utilização da farinha de araçá no processamento de alimentos é uma possibilidade demonstrada claramente em nossos estudos. A partir das observâncias feitas no transcórper dos trabalhos experimentais, pode-se concluir que o araçá amarelo transformado em farinha pode ser incluído no produto barra de cereais, obtendo-se um produto de boa aceitação por parte do público consumidor. Após a realização de diversos testes de quantidade viáveis de farinha de araçá a ser adicionada em uma formulação base, a formulação composta por

20% de farinha de araçá amarelo e 15% de aveia em flocos foi a preferida pelos consumidores quando da aplicação da análise sensorial, por meio da aplicação de testes afetivos, preferência essa influenciada principalmente pelos atributos de sabor e textura. A barra de cereais de araçá amarelo obtida apresentou níveis significativos de nutrientes, sendo considerado fonte de ômega-6, ferro, magnésio, potássio, zinco. Também, apresenta baixo teor de sódio e gorduras saturadas, sendo isento de gorduras trans. Além disso, é um alimento de alto teor de fibras, podendo ser considerado um alimento funcional.

Em outro experimento, realizou-se testes com farinhas de araçá amarelo araçá vermelho, pitanga e sete capotes na elaboração de biscoitos. As frutas desidratadas foram trituradas e utilizadas na preparação de biscoitos tipo cookie sem glúten. A substituição parcial das farinhas utilizadas (5, 10 e 15%) pela de frutas permite dar sabor característico e adicionar compostos nutricionais e funcionais presentes na fruta. As porcentagens testadas farinha de araçá vermelho, araçá amarelo e pitanga demonstrou ter dado aos biscoitos sabor e aromas característicos das frutas, com destaque para o conteúdo de substituição de 15%. Não houve sabor residual de amargor ou excesso de taninos, como já demonstrado em outros testes semelhantes. Por outro lado, a farinha de sete capotes não teve o mesmo desempenho, pois mesmo na substituição de 5%, apresentou sabor amargo e tanino intenso. Em geral, as frutas têm boa aptidão para processamento de alimentos, devendo ser testadas as porcentagens ideais e qual a forma e alimento mais apto ao aproveitamento dessas frutas nativas.

### **Aplicabilidade**

Esta proposta teve como objetivo principal demonstrar o potencial de transformação e utilização de frutas nativas por meio da redução de aw, ou seja, secagem/desidratação. Para a secagem, utilizamos secadores com circulação de ar forçado. No entanto, estas secagens podem ser realizadas com outros secadores, como secadores solares testados em outro Projeto da UMIPTT, e que apresentam bons resultados também. O produto final, frutas desidratadas ou na forma de farinha, permite a conservação, consumo e utilização no processamento de outros alimentos, como demonstrado em nosso estudo, que utilizou dois modelos, barra de cereal e biscoitos tipo cookie.

Neste grupo de estudos tem-se trabalhado há alguns anos com estas frutas buscando demonstrar as formas de conservação e aplicação destas frutas. Os resultados descritos de algumas destas frutas, deixa aberto a possibilidade de aplicação em outras que ainda serão estudadas. A forma de transformação deve garantir a conservação do produto mantendo-se principalmente as características nutricionais e sensoriais. Neste sentido, este

método simples de beneficiamento e transformação, pode ser utilizado pelos produtores e permite que estes armazenem de forma segura e também utilize na obtenção de outros alimentos.

Após o processamento das frutas, não é necessária adição de qualquer produto para conservação, apenas a utilização de embalagem que garanta a manutenção da umidade e proteção contra eventuais contaminações fúngicas. Normalmente, pode-se fazer uso de embalagens plásticas ou de papel. Estes alimentos servem para consumo próprio ou comercialização, visto que muitas destas frutas nativas produzem em grande quantidade e a população em geral não possui acesso ao seu consumo *in natura*. Como destacado anteriormente, em virtude da grande disponibilidade destas frutas e de sua ainda incipiente utilização, existe um vasto campo para exploração comercial. A obtenção de novos alimentos, diferenciados, voltados a uma alimentação saudável é oportunidade para incremento de renda aos produtores por meio da comercialização de alimentos derivados de frutas nativas.

### **Equipe do projeto**

LUCIANO LUCCHETTA (coordenador proponente), Doutor. Professor responsável pelo Laboratório de Frutas e Hortaliças -UTFPR-FB.

IVANE BENEDETTI TONIAL, Doutora. Professora responsável pelo Laboratório de Química - UTFPR-FB.

AMÉRICO WAGNER JUNIOR, Doutor. Professor responsável pelo Laboratório de Fisiologia Vegetal-UTFPR-DV.

NAIMARA VIEIRA DO PRADO - Professora de matemática e estatística – Colaboradora na concepção do Projeto, delineamento e análise de resultados. - UTFPR-FB.

CAMILA NICOLA BOERI DI DOMENICO, Doutora. Professora da área de matemática, Colaboradora do projeto, trabalha com modelagem matemática para sistemas industriais. UTFPR-FB.

PRECILA ZAMBOTTO, Doutora. Professora da área de melhoramento do Colégio Agrícola de Francisco Beltrão-PR.

RONALDO FOLLMANN SANTOS, aluno do Programa de Mestrado Profissional de Tecnologia em Alimentos - UTFPR-FB.

CAMILA DA ROSA VANIN, Engenheira de Alimentos, Técnica de laboratório Tecnologia em Alimentos - UTFPR-FB.

TATIANE BATISTA DOS SANTOS (Bolsista PET e voluntária) - Estudante de graduação de Tecnologia em Alimentos.

GABRIELLY MYLENA BENEDETTI TONIAL, (Bolsista de Iniciação Científica Fundação



Araucária) - Estudante de graduação de Engenharia Química.

JOSCEANE CARLA KNOB, (Bolsista de Iniciação Projeto UMIPTT) - Estudante de graduação de Engenharia Química.

FABIANA LIE TANAKA (Bolsista de Iniciação Científica Fundação Araucária) - Estudante de graduação de Engenharia Química.

### Referências bibliográficas

- ASQUIERI, E. R.; SILVA, A. G. M.; CÂNDIDO, M. A. Aguardente de jabuticaba obtida da casca e borra da fabricação de fermentado de jabuticaba. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 4, p. 896-904, 2009.
- CAVALCANTI, R. N.; VEGGI, P. C.; MEIRELES, M. A. A. Supercritical fluid extraction with a modifier of antioxidant compounds from jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) by products: economic viability. **Procedia Food Science. 11th International Congress on Engineering and Food (ICEF11)**. v. 1, pág. 1672-1678, 2011.
- DAMIANI, C., SILVA, F. A. DA, ASQUIERI, E. R., LAGE, M. E., VILAS BOAS, E. V. Antioxidant potential of *Psidium guinnensis* sw. Jam during storage. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 1, pág. 90-98, 2012.
- EL-DASH, A.; CABRAL, L. C.; GERMANI, R. Uso de farinha mista de trigo e soja na produção de pães. In: EMBRAPA. **Coleção Tecnologia de Farinhas Mistas**. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, v. 3, 1994.
- FASOLIN, L. H.; ALMEIDA, G. C.; CASTANHO, P. S.; NETTO-OLIVEIRA, E. R. Biscoitos produzidos com farinha de banana: avaliações química, física e sensorial. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 524-529, 2007.
- FREITAS, Daniela G. C.; MORETTI, Roberto H. Caracterização e avaliação sensorial de barra de cereais funcional de alto teor proteico e vitamínico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.2, p.318-324, 2006.
- RIBEIRO, R. D.; FINZER, J. R. D. Desenvolvimento de biscoito tipo *cookie* com aproveitamento de farinha de sabugo de milho e casca de banana. **FAZU em Revista**, v. 7, p. 120-124, 2010.
- VIEITES, R. L.; DAIUTO, E. R.; MORAES, M. E.; NEVES, L. C.; CARVALHO, L. R. Caracterização físico-química, bioquímica e funcional da jabuticaba armazenada sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 362-375, 2011.