



ANA PAULA DE CARVALHO ALVES

**CASCA DE JABUTICABA (*Plinia jaboticaba*
(Vell.) Berg): PROCESSO DE SECAGEM E USO
COMO ADITIVO EM IOGURTE**

**LAVRAS – MG
2011**

ANA PAULA DE CARVALHO ALVES

**CASCA DE JABUTICABA (*Plinia jaboticaba* (Vell.) Berg): PROCESSO DE
SECAGEM E USO COMO ADITIVO EM IOGURTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Angelita Duarte Corrêa

Coorientadores

Dra. Ana Carla Marques Pinheiro

Dra. Celeste Maria Patto de Abreu

LAVRAS - MG

2011

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Alves, Ana Paula de Carvalho.

Casca de jaboticaba (*Plinia jaboticaba* (Vell.) Berg) : processo de secagem e uso como aditivo em iogurte / Ana Paula de Carvalho Alves. – Lavras : UFLA, 2011.

90 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Angelita Duarte Corrêa.

Bibliografia.

1. Resíduo. 2. Desidratação. 3. Corante. 4. Composto bioativo. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.80442

ANA PAULA DE CARVALHO ALVES

**CASCA DE JABUTICABA (*Plinia jaboticaba* (Vell.) Berg): PROCESSO DE
SECAGEM E USO COMO ADITIVO EM IOGURTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agroquímica, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 24 de fevereiro de 2011.

Dra. Ana Maria Dantas Barros UFMG

Dra. Sandra Maria Pinto UFLA

Dra. Angelita Duarte Corrêa
Orientadora

**LAVRAS – MG
2011**

À minha mãe e ao meu irmão João
Paulo pela compreensão e amor.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida.

À minha família pelo apoio, em especial a minha mãe e ao meu irmão João Paulo pelo grande amor.

À professora Angelita pela valiosa orientação e amizade.

À professora Ana Carla pela paciência e ajuda.

Aos meus amigos do laboratório de Bioquímica (Xulita, Rafa, Kelly, Anderson, Vinícius, Lívia, Cris, Tamara, Juliana Ariel, Juliana Mesquita, Daniela, Estela, Lucas) pela companhia e ajuda.

Às alunas de iniciação científica Flávia, pela alegria e por ser meu braço direito e Pricila pela ajuda. Meninas, obrigada pela amizade.

Aos meus colegas de curso, especialmente Lu Soares e Cláudia pela grande amizade.

Aos professores Luiz Ronaldo e Luiz Roberto e a todos dos laboratórios de Tecnologia do Leite e de Microbiologia do Departamento de Ciências dos Alimentos pelos ensinamentos.

Ao professor Flávio Meira Borém, e seus alunos, Éder e Pedro, pela contribuição na parte de secagem.

Aos amigos do laboratório de Produtos Naturais, Viviane, Willian e Alan pela ajuda.

As minhas amigas Gislaine, Dani, Samira e Alyne por sempre estarem ao meu lado.

A Capes pela bolsa de mestrado.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para realização desse trabalho, meu muito obrigado.

RESUMO

A jaboticaba é um fruto nativo do Brasil, sendo encontrado em extensa faixa territorial do país. A casca de jaboticaba representa até 43% do fruto, sendo rica em fibras e minerais, além do alto teor de compostos fenólicos, que são substâncias antioxidantes. O aproveitamento deste resíduo merece atenção por ser um possível corante natural com bom teor de antocianinas e ainda seria uma forma de agregar valor ao fruto jaboticaba. Entretanto, um dos inconvenientes para o armazenamento das cascas é seu elevado teor de água, necessitando, portanto, de processos de secagem que viabilizem a sua conservação sem levar a perdas da qualidade nutritiva e antioxidante. Neste trabalho, estudou-se a influência de diferentes temperaturas de secagem sobre os teores dos nutrientes e compostos antioxidantes. Além disso, empregaram-se o extrato antociânico e a farinha das cascas de jaboticaba liofilizadas, como corante de iogurtes, verificando sua aceitação e estudando a estabilidade dos mesmos em um determinado tempo de armazenamento. As cascas de jaboticaba, *Plinia jaboticaba* (Vell.) Berg genótipo Sabará, foram secas por liofilização e em três temperaturas de 30°, 45° e 60°C, no intuito de se obter a farinha desse material por um processo mais barato, uma vez que a liofilização é um processo de secagem relativamente caro. Em seguida, foram moídas e armazenadas em frascos hermeticamente fechados, protegidos da luz e analisados quanto à composição centesimal, vitamina C, fitato, polifenóis, antocianinas e atividade antioxidante. Os extratos de antocianinas foram obtidos macerando-se 1 g de farinha com 15 mL de etanol acidificado, por 12 horas, a 4°C, ao abrigo da luz. O iogurte foi elaborado na forma convencional e adicionado da farinha de casca nas concentrações de 0,1%, 0,5%, 1,0%, 1,5% e 2,0% e dos extratos antociânicos nas concentrações de 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0% e 2,5%. Verificou-se que o processo de secagem pouco afetou a composição centesimal das farinhas, não havendo diferença significativa para o extrato etéreo e cinzas e diferenças muito pequenas para a proteína bruta, fibras alimentares e extrato não nitrogenado. As cascas liofilizadas apresentaram os teores mais elevados para todos os compostos bioativos estudados, seguidas pelas secas a 45°C. As notas recebidas pela análise sensorial, de modo geral, situaram-se entre 6 (gostei ligeiramente) e 7 (gostei moderadamente), exceto para cor e aparência dos iogurtes adicionados de 0,1% da farinha de casca de jaboticaba, que receberam notas mais baixas. Já para o extrato antociânico, as maiores notas (6 - gostei ligeiramente) foram dadas para as concentrações menores de 0,5% a 1,5%. A retenção de cor para todos os iogurtes foi maior que 70% e a média de tempo de meia vida maior que 2.500 horas, que é considerada alta, pois os iogurtes têm validade de apenas 1.080 horas. Portanto, conclui-se que o aproveitamento das

casca de jaboticaba como aditivo para iogurtes pode ser uma alternativa para agregar valor ao fruto.

Palavras-chave: Casca de jaboticaba. *Plinia jaboticaba*. Secagem. Composto bioativo. Corante. Iogurte.

ABSTRACT

The jaboticaba is a fruit native of Brazil, its being found in a wide territorial range in the country. The jaboticaba skin stands for up to 43% of the fruit, its being rich in fibers and minerals in addition to high content of phenolic compounds, which are antioxidant substances. The use of these residues deserves attention, for being a possible natural dye with a good content of anthocyanins and still would be a way of aggregating value to the fruit jaboticaba. Nevertheless, one of the drawbacks to the storage of the skins, it is high water content, needing, therefore, of drying processes which make its conservation viable without leading to the losses of their nutritive and antioxidant quality. In this work, the influence of different drying temperatures upon the contents of nutrients and antioxidant compounds was investigated. In addition, the anthocyanin extract and freeze-dried jaboticaba skin flour were used as dye for yogurts, verifying its acceptance and studying the stability of them, in a given storage time. Jaboticaba skins, *Plinia jaboticaba* (Vell.) Berg genotype Sabará, were dried by lyophilization and at three temperature de 30, 45 e 60 °C with the purpose of obtaining the flour of this material by a cheaper process, since freeze-drying is a relatively expensive drying process. Next, ground and stored in tightly closed flasks, protected from light and analyzed as to the centesimal composition, vitamin C, phytate, polyphenols, anthocyanins and antioxidant activity. The anthocyanin extracts were obtained by grinding 1 g of flour with 15 mL of acidified ethanol for 12 h at 4 °C protected from light. The yogurt was made in a conventional way and added of the skin flour at the concentrations of 0.1; 0.5; 1.0; 1.5 and 2.0% and of the anthocyanin extracts at the concentrations of 0.5; 1.0; 1.5; 2.0 and 2.5%. it was found that the drying process little affect the centesimal composition of the flours, there being no significant difference for ether extract and ashes and very small differences for crude protein, dietary fibers and nitrogen-free extract. The freeze-dried skins presented the highest contents fro all the bioactive compounds studied, followed by the drying at 45 °C. The score given by the sensorial analysis in a general way, lay between 6 (I liked slightly) and 7 (I liked moderately), except for color and appearance of the yogurts added of 0.1% of jaboticaba skin flour which were given lower scores. However, for the anthocyanin extract, the highest scores (6 – I liked slightly) were given to the lower concentrations of 0.5 to 1.5%. Color retention for all the yogurts was higher than 70% and the mean of half-life time greater than 2,500 h which are deemed high, for yogurts have a validity of only 1,080 h. Therefore, it follows that the use of jaboticaba skins as additives for yogurts can be an alternative to aggregate value to the fruit.

Keywords: Jaboticaba skin. *Plinia jaboticaba*. Drying. Bioactive compound.
Dye. Yogurt.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Estruturas químicas das antocianinas.....	26
Figura 2	Formas estruturais de antocianinas em equilíbrio em solução aquosa.....	30
Figura 3	Fluxograma da produção do iogurte.....	45
Figura 4	Modelo de ficha de resposta para o teste de aceitação usando escala hedônica.....	47
Figura 5	Placas para a contagem de bactérias.....	60
Figura 6	Placas para contagem de fungos.....	60
Figura 7	Iogurtes adicionados com farinha de cascas de jabuticaba no primeiro dia de armazenamento.....	65
Figura 8	Iogurtes adicionados com farinha de cascas de jabuticaba no último dia de armazenamento, aos 45 dias.....	65
Figura 9	Iogurtes adicionados com extrato antociânico no primeiro dia de armazenamento.....	70
Figura 10	Iogurtes adicionados com extrato antociânico no último dia de armazenamento, aos 45 dias.....	70
Gráfico 1	Cinética de secagem das cascas de jabuticaba em três temperaturas com velocidade do ar de $1,0 \text{ m s}^{-1}$	51
Gráfico 2	Retenção de cor dos iogurtes adicionados com farinha de cascas de jabuticaba.....	63
Gráfico 3	Tempo de meia vida dos iogurtes adicionados de farinha de casca de jabuticaba.....	66
Gráfico 4	Retenção de cor dos iogurtes adicionados com extrato antociânico de cascas de jabuticaba.....	69
Gráfico 5	Tempo de meia vida dos iogurtes adicionados com extrato antociânico.....	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição centesimal, em g 100 g ⁻¹ de matéria seca, das cascas de jabuticabas submetidas a quatro processos de secagem.....	54
Tabela 2	Teores de vitamina C (mg 100 g ⁻¹), fitato (g 100 g ⁻¹), polifenóis (g 100 g ⁻¹) e antocianinas (mg g ⁻¹), em matéria seca, das cascas de jabuticabas submetidas a quatro processos de secagem.....	56
Tabela 3	Atividade antioxidante das cascas de jabuticaba submetidas a quatro processos de secagem e três padrões	59
Tabela 4	Teste sensorial de aceitação dos iogurtes adicionados com farinha de cascas de jabuticaba.....	62
Tabela 5	Teste sensorial de aceitação dos iogurtes adicionados com extrato antociânico de cascas de jabuticaba.....	68

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1	Constituintes químicos.....	17
2.1.1	Composição centesimal e mineral.....	18
2.1.2	Vitamina C.....	19
2.1.3	Fitato.....	20
2.1.4	Polifenóis.....	21
2.1.4.1	Antocianinas.....	24
2.1.5	Outros constituintes.....	26
2.2	Corantes.....	27
2.3	Processo de secagem.....	32
2.4	Iogurte.....	34
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3.1	Colheita das jabuticabas e preparo das amostras.....	36
3.2	Desidratação das cascas de jabuticaba e obtenção das farinhas.....	36
3.3	Composição centesimal.....	37
3.4	Vitamina C.....	37
3.5	Fitato.....	37
3.6	Polifenóis.....	39
3.7	Extração e quantificação das antocianinas.....	39
3.8	Avaliação da atividade antioxidante.....	40
3.9	Análises microbiológicas.....	40
3.10	Preparo de extrato antociânico para adição no iogurte.....	41
3.11	Preparo do iogurte.....	42
3.12	pH dos iogurtes.....	43
3.13	Avaliação de aceitação dos iogurtes.....	43
3.14	Retenção de cor e tempo de meia vida dos pigmentos antociânicos em iogurte.....	46
3.15	Análise estatística.....	46
3.16	Retenção de cor e tempo de meia vida dos pigmentos antociânicos em iogurte.....	47
3.17	Análise estatística.....	48
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	50
4.1	Processo de secagem.....	50
4.2	Composição centesimal.....	52
4.3	Compostos bioativos.....	55
4.4	Atividade antioxidante.....	58
4.5	Análises microbiológicas.....	60

4.6	Iogurtes adicionados com farinha de cascas de jabuticaba liofilizada.....	61
4.6.1	Análise sensorial.....	61
4.6.2	Retenção de cor dos iogurtes.....	63
4.6.3	Tempo de meia vida dos pigmentos dos iogurtes.....	65
4.7	Iogurtes adicionados com extrato antociânico de cascas de jabuticaba.....	67
4.7.1	Análise sensorial.....	67
4.7.2	Retenção de cor dos iogurtes.....	69
4.7.3	Tempo de meia vida dos pigmentos dos iogurtes.....	71
5	CONCLUSÃO.....	74
	REFERÊNCIAS	75
	ANEXOS.....	87

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento da indústria de alimentos tem sido observado o aumento da demanda por corantes. A cor do produto é um dos principais indicativos de qualidade do ponto de vista do consumidor e por isso é um fator decisivo na escolha do alimento. Dessa forma, os corantes vêm sendo empregados, como maneira de agregar valor comercial aos produtos. No entanto, a segurança na utilização de corantes sintéticos em alimentos tem sido questionada quanto à sua inocuidade. Essas substâncias, geralmente derivadas de produtos petroquímicos, causam enorme preocupação, devido às alterações orgânicas que a sua ingestão pode causar, ao longo do tempo.

Por essa razão, a substituição de corantes artificiais por naturais tem sido bastante pesquisada e tem tido boa aceitação pelo mercado consumidor. Conseqüentemente, o mercado de pigmentos naturais está em expansão e há a necessidade de se encontrar fontes alternativas para a substituição destes corantes em alimentos, sendo a produção de pigmentos de origem vegetal uma alternativa a ser investigada. Uma grande vantagem no desenvolvimento de corantes derivados destas fontes naturais é que muitos são bioativos, como é o caso das antocianinas.

A jabuticaba, que é um fruto nativo do Brasil, apresenta, em sua casca, concentrações elevadas de compostos fenólicos, além de ser fonte de fibras e minerais, representando até 43% (LIMA et al., 2008) do fruto que em sua maioria é descartado. Portanto, seria importante proporcionar um destino nobre a esse resíduo.

Todavia, um dos inconvenientes para o armazenamento das cascas é seu elevado teor de água, necessitando, portanto, de processos de secagem que viabilizem a sua conservação sem levar a perdas da sua qualidade nutritiva e antioxidante. Sendo assim, a busca por métodos de secagem viáveis que

prejudiquem o menos possível essas substâncias, aumentando o tempo de conservação das cascas, facilitando o transporte, o manuseio e o armazenamento das mesmas, é imprescindível.

As antocianinas das cascas de jabuticaba apresentam potencial como aditivo, não apenas em relação à cor, mas também devido à sua ação antioxidante, sendo mais estáveis em meio ácido. Assim, empregá-las como aditivo em iogurtes, que são ácidos e armazenados sob refrigeração, poderia ser viável, agregando ainda mais valor a esse produto, como também à jabuticaba, pelo aproveitamento de sua casca.

Portanto, este trabalho foi realizado com os objetivos de: 1) estudar a influência de diferentes temperaturas de secagem sobre os teores dos nutrientes e compostos antioxidantes e 2) utilizar a farinha das cascas de jabuticaba liofilizadas e o extrato antociânico como corante de iogurtes, verificando sua aceitação e estudando a estabilidade dos mesmos em um determinado tempo de armazenamento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A jabuticaba é nativa do Brasil, sendo encontrada em extensa faixa territorial do país que vai desde o Pará até o Rio Grande do Sul. Com maior ocorrência e produtividade nos estados da região sudeste, é, geralmente, cultivada como planta de fundo de quintal, em pomares domésticos.

De modo geral, as jabuticabeiras são árvores de tamanho médio (de 3 a 15 m de altura) de grande rusticidade e longevidade, apresentando grande número de galhos formados no caule, pouco acima do solo. As folhas são opostas e lanceoladas. As flores brancas são localizadas ao longo do tronco e dos galhos mais velhos ou amadurecidos da planta, que comumente demora a frutificar e os frutos também se formam diretamente no tronco. Estes são classificados como baga, de forma redonda ou arredondada e, quando maduros, sua casca é de cor roxa-escura ou preta. A polpa do fruto é branca, pouco ácida, muito doce e saborosa. O número de sementes pode variar de um a quatro (SASSO, 2009).

A jabuticaba é utilizada para vários fins tanto culinários como medicinais. Por sua semelhança com a uva, muitos produtos, como vinho, suco, geleia, licor e vinagre, podem ser feitos com a jabuticaba. Sua casca é adstringente, sendo útil contra diarreia e irritações de pele, possuindo também indicações na medicina popular contra asma e outras doenças. A jabuticaba possui antocianinas, que são pigmentos responsáveis por uma variedade de cores atrativas e brilhantes de frutas, flores e folhas que variam do vermelho vivo ao violeta e azul e são apontadas como grandes benfeitoras das artérias. Sua maior concentração está na casca e a sugestão é mantê-la no preparo de derivados (HERBÁRIO, 2010).

Os nomes vulgares e a classificação botânica ainda não são bem elucidados, havendo divergências entre autores. Segundo Mattos (1983), as

jabuticabeiras pertencem à família Myrtaceae, sendo conhecidos nove genótipos. Dentre eles destacam-se *Plinia trunciflora* Berg, conhecida como jabuticaba de cabinho; *Plinia cauliflora* (DC) Berg, conhecida como jabuticaba paulista ou jabuticaba-açu e *Plinia jaboticaba* (Vell.) Berg, conhecida como jabuticaba-sabará, sendo esta a espécie mais conhecida e comercializada no Brasil.

Vários estudos com a jabuticaba têm sido realizados devido à sua semelhança com a uva que, sabidamente, é fonte de substâncias de interesse. Com o crescimento dos estudos, cresce também o interesse em novos processos que envolvam este fruto como matéria prima, especialmente para propiciar melhor destino mercadológico às frutas excedentes da produção.

2.1 Constituintes químicos

Os constituintes químicos são fundamentais à sobrevivência dos animais. São adquiridos a partir da alimentação, absorvidos no aparelho digestivo e degradados para formarem outras substâncias essenciais para o organismo. São divididos em macronutrientes e micronutrientes. Os macronutrientes (carboidratos, lipídeos e proteínas) são os que formam o corpo da dieta e fornecem energia. Os micronutrientes são as vitaminas e vários sais minerais, que complementam a alimentação. Outras substâncias da dieta também são importantes para o organismo, como as fibras e as substâncias bioativas.

As fibras podem ser classificadas, quanto à sua solubilidade em água, em fibras solúveis e insolúveis. A fibra alimentar solúvel é composta por pectinas, beta-glicanas, gomas, mucilagens e algumas hemiceluloses. Os compostos insolúveis são celulose, hemicelulose, lignina e amido resistente. As fibras solúveis têm a finalidade de aumentar a viscosidade do conteúdo intestinal, diminuindo a atividade de certas enzimas digestivas e influenciando diretamente a taxa de digestão e absorção de nutrientes, a fim de reduzir o

colesterol plasmático, a modulação da glicemia bem como regular o apetite. Esta fração de fibra apresenta alta capacidade de retenção de água, formando géis em solução aquosa. As fibras insolúveis aumentam o volume do bolo fecal por retenção de água, reduzindo o tempo de trânsito no intestino grosso, e tornam a eliminação fecal mais fácil e rápida, contribuindo também para a absorção de glicose e para retardar a hidrólise do amido. As fibras alimentares têm o papel de regular o funcionamento intestinal, o que as tornam relevantes para o bem-estar das pessoas saudáveis e para o tratamento dietético de várias patologias (BRENNAN, 2005).

As substâncias bioativas podem ser definidas como nutrientes e/ou não com ação metabólica ou fisiológica específica. Algumas dessas substâncias já possuem alegações aprovadas, como os ácidos fenólicos, ácidos graxos monoinsaturados, cafeína, estearato de sódio, fibras, fitoesteróis e outros. Estas substâncias podem exercer seus efeitos agindo como antioxidantes, bloqueando a atividade de toxinas virais ou bacterianas, inibindo a absorção do colesterol, diminuindo a agregação plaquetária, ou destruindo bactérias gastrintestinais nocivas (PENNINGTON, 2002).

2.1.1 Composição centesimal e mineral

A composição centesimal exprime, de forma geral, o valor nutritivo de um alimento e corresponde à proporção dos grupos homogêneos de substâncias presentes em 100 g do alimento considerado. Os grupos de substâncias considerados homogêneos são aqueles que são encontrados em todos os alimentos, como umidade, lipídios ou extrato etéreo, proteína bruta, fibras, cinzas ou resíduo mineral fixo e glicídio extrato não nitrogenado, quando determinado por diferença (LIMA; CARVALHO, 1998).

Lima et al. (2008) determinaram a composição centesimal do fruto e de suas frações de duas variedades de jabuticaba e encontraram, para a variedade Sabará, os seguintes teores, em matéria seca, para a casca, polpa, semente e fruto inteiro, respectivamente; de proteína bruta, 1,16; 0,47; 1,17 e 0,92; extrato etéreo, 0,57; 0,06; 0,58 e 0,42; cinzas, 4,39; 2,71; 2,68 e 3,82, fibra solúvel, 6,80; 1,93; 1,40 e 2,23; fibra insolúvel, 26,43; 3,30; 26,93 e 16,63 e extrato não nitrogenado, 60,64; 90,32; 67,64 e 75,97. Estes mesmos autores, analisando os minerais, concluíram que tanto o fruto inteiro como as frações casca, polpa e semente liofilizados podem ser considerados fonte alternativa de minerais, principalmente ferro (2,59; 1,68; não detectado e 5,22 mg 100 g⁻¹), potássio (1.180,00; 1.496,67; 1.026,67 e 930,00 mg 100g⁻¹), magnésio (90,00; 73,33; 116,67 e 100,00 mg 100g⁻¹) e manganês (1,27;1,71; 1,24 e 1,04 mg 100 g⁻¹), assim como de açúcares (45,91; 38,93; 75,37 e 36,42 g 100 g⁻¹), tendo as cascas e as sementes se destacado.

2.1.2 Vitamina C

A vitamina C, também conhecida como ácido ascórbico, faz parte do grupo das vitaminas hidrossolúveis, é encontrada na forma do ânion monovalente ascorbato em todo o organismo humano, sendo um transportador eficiente de proteínas, oriundas do trato gastrintestinal. O ácido ascórbico é sintetizado, em menor ou maior proporção, pelos vegetais e pela maioria dos animais. Entretanto, no homem, nos primatas e nas cobaias, o ácido ascórbico não é sintetizado pela falta da enzima gulonolactona oxidase, que participa da biossíntese da vitamina C. Dessa forma, é necessário que esses animais recebam a vitamina C na sua dieta, pois sua deficiência pode provocar danos à saúde (HALLIWELL, 2001).

A vitamina C é essencial na produção e na manutenção do colágeno; na formação de amins aromáticas, tais como a dopamina e a serotonina, que atuam como neurotransmissores; nos processos de cicatrização dos tecidos; na redução do ferro férrico a ferroso; no intestino delgado, facilitando a sua absorção e transporte para a corrente sanguínea. Além disso, é um poderoso antioxidante, impede a oxidação dos ácidos graxos poli-insaturados, constituintes dos fosfolipídios das membranas celulares; participa do sistema imunológico, protegendo as células e tecidos contra os mecanismos de ataque dos patógenos; facilita a absorção de minerais, tais como o ferro, zinco e cobre e auxilia na excreção do chumbo, mercúrio, vanádio, cádmio e níquel (HALLIWELL, 2001).

Lima (2009) encontrou, para o fruto inteiro e suas frações casca, polpa e semente liofilizadas, os seguintes teores de vitamina C: 265,68; 298,23; 167,54 e 212,40 mg 100 g⁻¹ MS, respectivamente.

2.1.3 Fitato

Os fitatos, conhecidos também como ácidos fítics, são compostos químicos utilizados pelas plantas para armazenar o mineral fósforo no interior de suas células. A quantidade de ácido fítico presente nos alimentos de origem vegetal depende de uma série de fatores, como tipo de planta, parte ou órgão que será analisado, tipo de adubação e estágio de maturação (SGARBIERI, 1987). Cerca de 75% do ácido fítico estão associados aos componentes insolúveis da fibra, não sendo detectada sua presença na fração solúvel (FROLICH; ASP, 1985).

Os fitatos são considerados fatores antinutricionais, pois reduzem a biodisponibilidade no organismo de minerais divalentes, como cálcio, ferro, magnésio, manganês, cobre e zinco (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2010). O consumo de fitato parece não ter

apenas efeitos negativos na saúde humana. Ele pode prevenir a formação de cálculo renal (GRASES et al., 2000) e proteger contra diabetes mellitus (YOON; THOMPSON; JENKINS, 1983), aterosclerose e doença coronária (JARIWALLA et al., 1990), cáries e contra uma série de cânceres (VUCENIK; SHAMSUDDIN, 2003).

Outras pesquisas sugerem um papel positivo dos fitatos com relação à ação antioxidante. Empson, Labuza e Graf (1991) verificaram a eficácia antioxidante do ácido fítico sobre o desenvolvimento de sabor de ranço em carne de frango refrigerada. O ácido fítico inibiu substancialmente o consumo de oxigênio, a formação de malonaldeído e o desenvolvimento de aromas desagradáveis na carne de frango.

O fitato tem a habilidade de se ligar a metais, particularmente ao ferro, e isso pode explicar sua ação antioxidante (JARIWALLA, 1992; MESSINA; BARNES, 1991). Além de ser um poderoso inibidor da produção de radical hidroxila (-OH) mediada pelo ferro, devido à sua capacidade de formar quelato com o ferro, tornando-o cataliticamente inativo (GRAF; EATON, 1985), o ácido fítico altera o potencial redox do ferro, mantendo-o na forma férrica (Fe^{3+}). Esse efeito oferece proteção contra danos oxidativos, já que o Fe^{2+} causa produção de oxirradicais e peroxidação de lipídios, enquanto o Fe^{3+} é relativamente inerte (EMPSON; LABUZA; GRAF, 1991).

Não há, na literatura, relatos da análise de ácido fítico no fruto jaboticaba.

2.1.4 Polifenóis

Os polifenóis são uma classe de fitoquímicos extremamente ampla e complexa, com pelo menos 8.000 membros conhecidos. Os polifenóis são produtos do metabolismo secundário de plantas e participam do mecanismo de

defesa da planta, protegendo-a contra ataques de bactérias, fungos e outros. São substâncias que não podem ser sintetizadas por animais e humanos, sendo consumidas por meio da dieta. São descritos como fenóis, ácidos fenólicos e derivados, ligninas, taninos e flavonoides e estão presentes nos alimentos de origem vegetal, como folhas, cereais, leguminosas, cacau, cidra e frutas em geral e bebidas como chás, café e vinho tinto (SCHENKEL; CARVALHO; GOSMANN, 2007).

Os taninos são substâncias fenólicas solúveis em água e classificados segundo sua estrutura química em dois grupos: hidrolisáveis e condensados. Os primeiros são sintetizados a partir do ácido gálico (rota do ácido chiquímico), enquanto os condensados, juntamente com os flavonoides, são sintetizados a partir de duas rotas biossintéticas: a do ácido chiquímico e a do acetil CoA, via ácido malônico e estão presentes na fração fibra alimentar de diferentes alimentos, podendo ser considerados indigeríveis ou pobremente digeríveis (SGARBIERI, 1996).

Seus efeitos prejudiciais na dieta parecem estar relacionados com suas interações com proteínas alimentares, formando complexos responsáveis pelo comprometimento do crescimento, baixa digestibilidade proteica e aumento do nitrogênio fecal. Os taninos também inibem enzimas como a tripsina e amilases e participam de reações de escurecimento enzimático (SGARBIERI, 1996). Seus efeitos na saúde humana ainda são questionáveis devido à limitação de estudos nesta área, mas é interessante considerar que o tanino também apresenta forte ação antioxidante que, provavelmente, poderá ser mais explorada em relação aos estudos na área de conservação de alimentos e ação no organismo humano.

O ácido tânico é considerado seguro como aditivo em alimentos e pode estar presente de 10 a 400 mg kg⁻¹, dependendo do tipo de alimento a que é adicionado (CHENG; CHUNG, 2000). No pH ácido do estômago, o ácido tânico é, provavelmente, hidrolisado em dez resíduos reativos de ácido gálico

(BRUNE; ROSSANDER; HALLBERG, 1989). Este último possui atividades anti-inflamatória (KROES et al., 1992) antimutagênica (HUANG et al., 1985) e anticancerígena (INOUE et al., 1995) reconhecidas cientificamente.

Entre outros ácidos orgânicos, os ácidos gálico e tânico têm a capacidade de participar da reação de copigmentação com antocianinas (DIMITRIC-MARKOVIC et al., 2001; MINIATI; DAMIANI; MAZZA, 1992; STRINGHETA, 1991).

Os flavonoides constituem uma enorme classe de produtos fenólicos. São um grupo de compostos químicos encontrados naturalmente em frutas e vegetais, frequentemente nos vacúolos destes, podendo ocorrer como monômeros, dímeros e oligômeros superiores (KUSKOSKI et al., 2004). Constituem um grupo de pigmentos vegetais amplamente distribuídos na natureza que dão cor a folhas, flores e frutos e desempenham funções de defesa, protegendo contra irradiação UV e outras (VOLP et al., 2008).

Os flavonoides são subclassificados em seis subgrupos principais: flavonas (como exemplos apigenina e luteolina), flavonóis (quercetina e miricetina), catequinas ou flavanóis (epicatequina e galocatequina), flavanonas (naringenina e hesperitina), antocianinas (cianina e pelargonina) e isoflavonas (genisteína e daidzeína). Entre esses, os flavonóis glicosídicos predominam em frutas e verduras (VOLP et al., 2008).

Os flavonoides podem estar na forma livre ou como glicosídeos. A estrutura de suas agliconas consiste de dois anéis aromáticos conectados por um anel pirano (C₆-C₃-C₆).

Lima et al. (2008) encontraram, para o fruto inteiro e suas frações casca, polpa e semente liofilizadas, os seguintes teores de polifenóis, respectivamente: 6,49; 11,18; 0,45 e 7,54 g 100 g⁻¹ de matéria seca (MS), na variedade Paulista e 8,51; 11,99; 0,49 e 8,56 g 100 g⁻¹ MS, na variedade Sabará .

Das subclasses dos flavonoides, as antocianinas serão descritas a seguir, pois serão estudadas neste trabalho.

2.1.4.1 Antocianinas

Antocianinas são pigmentos fenólicos ligados a açúcares que conferem às flores e a alguns frutos cores que variam entre azul, vermelho e violeta. Assim, antocianidina corresponde ao polifenol livre (aglicona do tipo flavonoide) enquanto antocianina é o resultado da combinação covalente entre a antocianina e açúcares, como glicose, arabinose, galactose e/ou ramnose.

Os principais papéis biológicos das antocianinas nas plantas incluem a atração de insetos, fotoproteção, modulação da fotoinibição, potencialização da fotossíntese, além de atuarem como antioxidantes endógenos (MALACRIDA; MOTTA, 2006).

A cor destes compostos se altera em função da acidez ou alcalinidade do meio em que se encontram e por isso são utilizadas como indicadores de pH. As mudanças estruturais das moléculas ocorridas mediante a variação do pH permitem a obtenção de soluções incolores ou coloridas, podendo ser vermelhas, violetas, azuis ou amarelas (TERCI; ROSSI, 2002).

As antocianinas apresentam como estrutura básica o cátion 2-fenilbenzopirilium ou cátion flavílio. Dentre as antocianidinas encontradas na natureza, apenas seis estão presentes nos alimentos: pelargonidina, cianidina, delphinidina, peonidina, petunidina e malvidina, que diferem entre si quanto ao número de hidroxilas e ao grau de metilação, presentes no anel B (LIMA; GUERRA, 2003). Pelargonidinas dão cor laranja, salmão, rosa e vermelho. As cianidinas dão coloração vermelha e azulada e as delphinidinas, púrpura. Outros tipos de flavonoides relacionados, tais como flavonóis, flavonas, chalconas e auronas, também contribuem para a definição de cor.

O número de hidroxilas, de grupos metoxi e glicosídicos influencia a coloração das antocianinas. Maiores quantidades de grupos metoxila aumentam a intensidade da cor vermelha, enquanto mais hidroxilas e grupos glicólicos intensificam a cor azul (HARBORNE, 1958).

A metoxilação é mais frequente nas posições 3' e 5' do que nas posições 5 e 7, sendo importante salientar que antocianina natural nunca apresenta as hidroxilas das posições 5, 7 e 4' substituídas ao mesmo tempo, devendo ficar livre em uma dessas posições para a formação da estrutura quinoidal, responsável pela cor (BROUILLARD, 1982).

Segundo Lima (2009), as antocianinas da jabuticaba compreendem uma fração significativa do conteúdo de fenólicos totais nas cascas do genótipo Sabará (0,17), apresentando as antocianinas cianidina 3-glicosídeo e delphinidina 3-glicosídeo. O mesmo autor ainda mediu a capacidade antioxidante nos extratos etanólicos e encontrou elevada capacidade, tanto nos testes de captura de radicais livres quanto na proteção contra a oxidação lipídica, e concluiu que as antocianinas das cascas de jabuticaba têm potencial para ser utilizada como aditivo na indústria alimentícia, com possíveis benefícios à saúde do consumidor.

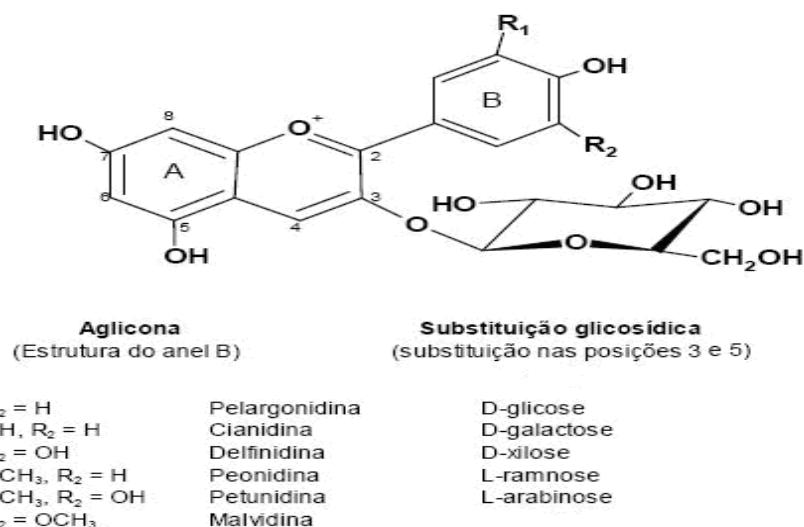


Figura 1 Estruturas químicas das antocianinas
Fonte: Malacrida e Motta (2006)

2.1.5 Outros constituintes

Além dos compostos mencionados anteriormente, a jabuticaba contém outros constituintes. Lima et al. (2008) analisaram o fruto inteiro e as frações da variedade Sabará e encontraram, somente para casca e fruto inteiro, atividade hemaglutinante de duas unidades. Os teores encontrados para o fruto inteiro e as frações casca, polpa e semente, respectivamente, para saponinas, foram: 0,68; 0,63; 0,67; 0,34 g 100 g⁻¹ MS e, para o inibidor de tripsina, de 4,15; 6,42; 1,68; 6,20 UTI mg⁻¹.

Além disso, esses mesmos autores determinaram para o fruto inteiro e para as frações casca, polpa e semente de jabuticaba, respectivamente, o teor de sólidos solúveis (11,60; 9,30; 14,13 e 11,20 °Brix), acidez titulável (1,67; 2,12; 0,97 e 1,41 g 100 g⁻¹) e pH (3,55; 3,39; 3,50 e 3,97).

2.2 Corantes

Os corantes artificiais estão sempre na mira das investigações científicas devido às reações adversas que alguns consumidores podem apresentar. Em virtude do aumento no número de compostos com poder corante e de seu uso estendido aos alimentos e bebidas, tornou-se necessário realizar o controle de suas aplicações e surgiu uma maior preocupação com possíveis efeitos à saúde humana (PRADO; GODOY, 2003).

Os corantes artificiais são uma classe de aditivos sem valor nutritivo introduzidos nos alimentos e bebidas, com o único objetivo de conferir cor. Podem causar desde simples urticárias, passando por asma e reações imunológicas, chegando até ao câncer em animais de laboratórios. Mesmo assim, são amplamente utilizados nos alimentos, devido à sua grande importância no aumento da aceitação dos produtos. Alimentos coloridos e vistosos aumentam nosso prazer em consumi-los (PRADO; GODOY, 2003).

A substituição de corantes artificiais por naturais tem sido bastante pesquisada pela indústria alimentícia e tem tido grande aceitação pelo mercado consumidor. Existe um grande campo para pesquisa e desenvolvimento de corantes alimentícios a partir de fontes naturais com o objetivo de diminuir ou eliminar, gradativamente, a dependência do uso de corantes sintéticos no processamento de alimentos.

As antocianinas, além da atividade antioxidante, têm a propriedade de colorir e poderia ser uma alternativa a corantes artificiais que há muito tempo vem sendo usado pelo homem, com a intenção de tornar os alimentos mais atrativos. A substituição de corantes artificiais por corantes naturais com atividade antioxidante traria grandes benefícios à saúde humana.

A única desvantagem das antocianinas frente aos corantes sintéticos se deve à mudança de coloração decorrente de reações químicas com os produtos

alimentícios. Durante a estocagem, antocianinas sofrem modificações devido à sua instabilidade. Os corantes naturais são considerados aditivos eficazes e seguros na indústria alimentar, não sendo empregados em grande escala em razão de sua instabilidade decorrente de diferentes fatores físicos (luz, temperatura), pH, oxigênio, ação enzimática, dificuldade de purificação e de síntese e as possíveis reações com o dióxido de enxofre, muito empregado como conservante de alimentos (ZUANAZZI; MONTANHA, 2007).

O mecanismo de degradação fotoquímica das antocianinas não é completamente compreendido e o conhecimento da estabilidade das antocianinas à luz é limitado. Sarni-Manchado et al. (1996) verificaram que a presença de luz implicou em perdas significativas na cor de antocianinas de uvas *Vitis vinifera*. Entretanto, Lima (2009) estudou a estabilidade de antocianinas extraídas de casca de jabuticaba durante 185 dias à temperatura ambiente, na presença e na ausência de luz e concluiu que o fator luz não afeta significativamente a degradação das antocianinas durante a estocagem.

Malacrida e Mota (2006) estudaram a estabilidade das antocianinas em suco de uva e concluíram que, embora a extração a quente facilite a solubilização das antocianinas da casca da uva para o suco, o aquecimento excessivo deve ser evitado. Longos períodos de extração em altas temperaturas podem acarretar decréscimo das antocianinas do suco devido às reações de degradação ou condensação com taninos. O total de antocianinas, que é de aproximadamente 460 mg 100 g⁻¹ de suco extraído a frio, diminui para 200 mg 100 g⁻¹ de suco, quando a extração ocorre a quente. O efeito de altas temperaturas sobre a estabilidade de antocianinas foi estudado também por Katsaboxakis, Papanicolaou e Melanitou (1998) que verificaram que, após três horas de exposição de laranjas pigmentadas a temperaturas de 60°, 70° e 80°C, houve perdas de aproximadamente 20% das antocianinas, enquanto que, em temperaturas de 90° a 100°C, mais de 50% das antocianinas foram destruídas.

O pH não só influencia a cor das antocianinas mas também a estabilidade destas. Na Figura 2 são mostradas as diferentes estruturas assumidas pelas antocianinas em função do pH. A estrutura básica da antocianina na forma de cátion flavílio (AH^+) de cor vermelha predomina em pH inferior a 3; à medida que o pH aumenta o cátion perde um próton e sofre uma hidratação, formando um pseudobase ou carbinol (B) incolor em pH menor que 6; o carbinol se transforma por tautomerismo numa chalcona (C) amarelo-pálida em pH entre 12 e 13. Aumentando o pH acima de 6, o cátion flavílio perde prótons, formando a base quinoidal (A) de cor azul (ALBARICI; PESSOA; FORIM, 2006).

Segundo Malacrida e Mota (2006), o efeito do oxigênio na degradação das antocianinas foi descoberto em 1936, quando os autores observaram que a mudança da cor roxa para marrom em sucos de uva engarrafados podia ser prevenida simplesmente enchendo-se completamente as garrafas, ou seja, eliminando-se o oxigênio do seu interior. Stringheta (1991) observou que o efeito do oxigênio na degradação de antocianinas da inflorescência de capim-gordura é acentuado. Amostras mantidas na presença de oxigênio do ar apresentaram tempo de meia vida de 276 horas, enquanto que, em amostras sob efeito de nitrogênio, o tempo de meia vida foi de 1.018 horas.

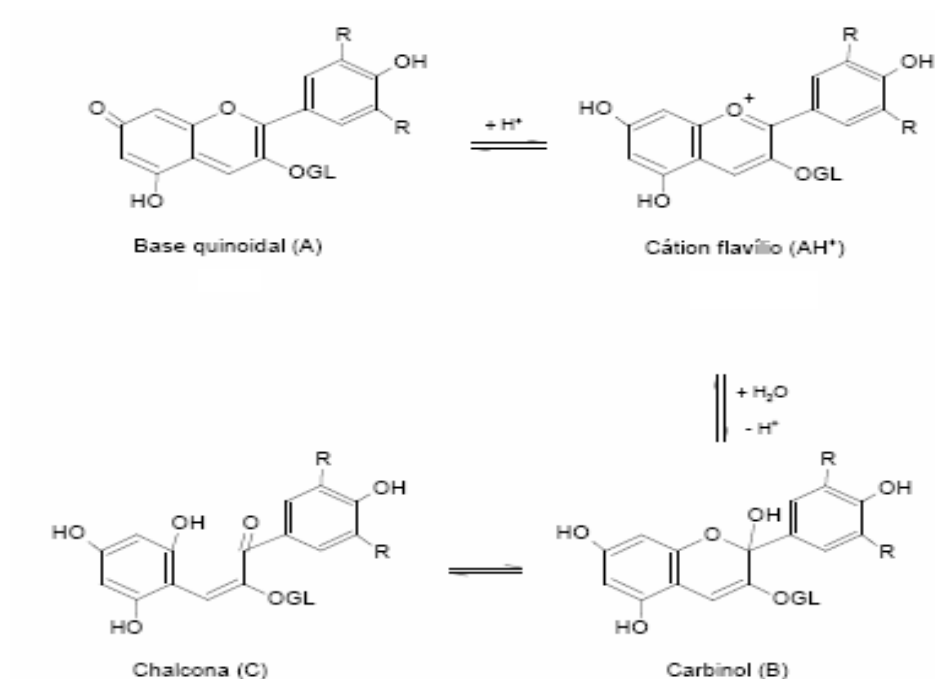


Figura 2 Formas estruturais de antocianinas em equilíbrio em solução aquosa
 Fonte: Albarici, Pessoa e Forim (2006)

Vários autores têm se dedicado a encontrar maneiras de estabilizar as antocianinas. A alternativa mais estudada ultimamente é a copigmentação e os ácidos tânico e gálico são apresentados como ácidos orgânicos que apresentam capacidade de participar da reação de copigmentação com antocianinas (OSAWA, 1982).

Na natureza, antocianinas estão presentes nas partes coloridas da planta e suas moléculas são frequentemente encontradas associadas com moléculas incolores (copigmentos) que exercem efeitos determinantes sobre a cor dos vegetais (KORZUCHOWSKA; WILSKA, 1996). Vários compostos podem atuar como copigmentos, tais como flavonoides não antociânicos, antocianinas,

alcaloides, aminoácidos, ácidos orgânicos e nucleosídeos, entre outros (OSAWA, 1982). Quando extraídas das plantas, na faixa de pH ligeiramente ácida para neutra, a maioria das antocianinas apresenta-se incolor. Como esta é a faixa de pH de grande parte dos vegetais (GONNET, 1998), acredita-se que a presença dos copigmentos estabiliza a cor das antocianinas na natureza (BARANAC; PETRANOVIC; DIMITRIC-MARKOVIC, 1996; BROUILLARD et al., 1989).

A reação de copigmentação pode ocorrer entre as próprias antocianinas (autoassociação) ou com outros compostos orgânicos (copigmentação). Esta última condensação pode ocorrer intra ou intermolecularmente (MARKAKIS, 1982).

A reação de copigmentação é amplamente estudada como ferramenta para aumentar a estabilidade, principalmente de antocianinas (BARANAC; PETRANOVIC; DIMITRIC-MARKOVIC, 1996; DIMITRIC-MARKOVIC; PETRANOVIC; BARANAC, 2000; KORZUCHOWSKA; WILSKA, 1996). A estabilização das antocianinas ocorre devido à complexação do copigmento às formas coloridas de antocianinas, o que inibe a reação normal de hidratação do cátion flavílio (colorido) para a forma pseudobase (incolor) (BROUILLARD, 1983; MAZZA; MINIATI, 1993; SARNI-MANCHADO et al., 1996).

A utilização de frações de frutos não consumíveis ricos em nutrientes tem levado muitos pesquisadores a desenvolver formulações que agregam valor a esses frutos. Ascheri, Ascheri e Carvalho (2006), no intuito de minimizar perdas econômicas significativas, estudaram o processo de produção de bebidas alcoólicas e desenvolveram vinho branco usando polpa e vinho tinto de casca de jabuticaba. Depois, com a finalidade de aproveitar o bagaço obtido da prensagem das massas vnicas, produziram farinhas pré-gelatinizadas misturando o bagaço à farinha de arroz polido, usando um processo de extrusão termoplástica visando à utilização desse produto que, segundo os autores, é rico

em fibras, sais minerais e proteínas, para o preparo de pudins, purês, bolos, bolachas, macarrão e, até mesmo, bebidas isotônicas.

Objetivando obter antocianinas como corantes na forma de pó, a partir do bagaço de uva da cultivar Isabel (*Vitis labrusca*), Valduga et al. (2008) promoveram o encapsulamento do pigmento utilizando maltodextrinas e goma arábica em iguais proporções e secagem em *spray dryer*, apresentando o encapsulado 95 mg de antocianinas por 100 g de cascas. Segundo os autores, esse procedimento foi realizado por outros pesquisadores para carotenos, utilizando encapsulamento de suco de cenoura com amidos hidrolisados e mesma forma de secagem. Esse procedimento demonstrou aumentar a retenção e a estabilidade dos pigmentos.

As antocianinas contidas nas cascas de jabuticaba aparecem como boa alternativa para utilização na indústria alimentícia, pois, além de colorir, o pó da casca de jabuticaba e também o extrato de antocianinas, podem trazer benefícios à saúde por ter propriedades funcionais, que são atribuídas a todo alimento que, além das funções nutritivas básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos.

2.3 Processo de secagem

A secagem é a eliminação da água do material por meio da evaporação. A secagem pode ser natural, no qual o material fica exposto ao sol, ou artificial, realizada por meio de secadores. A secagem natural é amplamente difundida e predominante em relação à artificial, que é uma operação relativamente cara, devido à grande demanda de energia.

Ao ser colocado no secador ou ao sol, devido à diferença de temperatura (ambiente mais quente que o material), ocorre uma transferência de calor da fonte quente para o material úmido e também a evaporação da água. A diferença

de pressão parcial de vapor d'água entre o ambiente quente (ar quente) e a superfície do produto ocasionará uma transferência de massa do produto para o ar e, assim, o vapor será arrastado do material. Se a água não estiver ligada (ligação física e/ou química) nas estruturas dos sólidos, é caracterizada como água livre e a energia envolvida no processo será correspondente ao calor latente de vaporização. E, se a água estiver ligada, a energia necessária para a sua evaporação será maior (PARK; YADO; BROD, 2001).

As vantagens de se utilizar o processo de secagem são várias, dentre as quais se têm: facilidade na conservação do produto, estabilidade dos componentes aromáticos à temperatura ambiente por longos períodos de tempo, proteção contra degradação enzimática e oxidativa, redução do seu peso, economia de energia por não necessitar de refrigeração e a disponibilidade do produto durante qualquer época do ano (PARK; YADO; BROD, 2001).

Segundo Julkunen-Tiito e Sorsa (2001), que estudaram o efeito dos métodos de secagem para flavonoides, taninos e salicilatos do salgueiro, a temperatura empregada nas secagens (60° e 90°C) acarretou mudanças na composição dos fenólicos. Para os flavanóis, catequinas e taninos condensados, a temperatura de 60°C acarretou diminuição de 40% e a 90°C, de 79% em relação às folhas frescas.

Compostos bioativos em geral são sensíveis ao processo de secagem e as temperaturas a que são submetidas podem causar alterações na quantidade e na qualidade dos princípios ativos, porém, no geral, temperaturas entre 40°C e 60°C são as mais indicadas, independente do método de secagem (MELO; RADUNZ; MELO, 2004).

2.4 Iogurte

Segundo Brasil (2007), leites fermentados são produtos adicionados ou não de outras substâncias alimentícias, obtidas por coagulação e diminuição do pH do leite, ou reconstituídos, adicionados ou não de outros produtos lácteos, por fermentação láctica mediante ação de cultivos de microrganismos específicos. Estes microrganismos específicos devem ser viáveis, ativos e abundantes no produto final, durante seu prazo de validade.

Já o iogurte é considerado um produto incluído na definição acima, cuja fermentação se realiza com cultivos proto-simbióticos de *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*, aos quais se podem adicionar, de forma complementar, outras bactérias ácido-lácticas que, por sua atividade, contribuem para a determinação das características do produto final (BRASIL, 2007).

O iogurte é fonte de proteínas, cálcio, riboflavina e vitamina B₁₂. Tem várias propriedades benéficas, destacando-se alta digestibilidade proteica, prevenção de desordens gastrintestinais, atividade antibacteriana e efeitos hipocolesterolêmicos, além de poder aumentar a atividade da lactase na mucosa intestinal, quando se tem uma alimentação continuada (BRANDÃO, 1995).

O consumo de leites fermentados remonta à origem da civilização humana. Porém, somente após a segunda Guerra Mundial é que os leites fermentados, principalmente o iogurte, passaram a ser produzidos em grande escala industrial, conquistando grande parte da população mundial (LERAYER; SALVA, 1997). No Brasil, o iogurte foi introduzido, na década de 30 do século XX, por imigrantes europeus (TAMINE; ROBINSON, 1999) e o aumento no consumo começou em 1970 e continuou com uma taxa excepcional de crescimento. Nas últimas três décadas foi registrado um aumento de oito vezes no volume de vendas, o que pode estar relacionado à procura do consumidor

brasileiro por produtos mais saudáveis, inovadores, seguros e de prática utilização, aliado às propriedades sensoriais. Além disso, a elaboração de novos produtos vem contribuindo para a escolha do iogurte pelos consumidores (SILVA, 2010).

O uso dos alimentos como veículo de promoção do bem-estar e saúde e, ao mesmo tempo, como redutor dos riscos de algumas doenças, tem incentivado as pesquisas de novos componentes naturais e o desenvolvimento de novos ingredientes, possibilitando a inovação em produtos alimentícios (MATSUBARA, 2001). Com esse crescente interesse por produtos alimentícios saudáveis e de grande aproveitamento têm crescido também as pesquisas no intuito de agregar ainda mais valor aos iogurtes, adicionando a eles substâncias funcionais, como probióticos, fibras, substâncias antioxidantes, etc.

Para a indústria de laticínios, o iogurte apresenta grande interesse econômico, pois permite lucros consideráveis devido ao seu baixo custo de produção e considerável preço de comercialização. O uso de antocianinas como corantes naturais poderia ser viabilizado, já que as condições de armazenamento (refrigeração) e o pH levemente ácido do iogurte as manteriam mais estáveis.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido nos departamentos de Química, de Engenharia e de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG.

3.1 Colheita das jaboticabas e preparo das amostras

Os frutos maduros de jaboticaba, *Plinia jaboticaba* (Vell.) Berg, genótipo Sabará, foram colhidos manualmente, em uma manhã de outubro, na fazenda São José do Ismeril, no município de Coqueiral, MG, Brasil (localizado a 21°14" de latitude S e 45°27'2" O de longitude, à altitude de 823 m), em uma região perto de Lavras. O clima local, segundo a classificação de Köppen, é Cwa (verão ameno e chuvoso, com temperatura moderada, média anual abaixo de 21°C). A precipitação média anual e a umidade relativa são, respectivamente, de 1.500 mm e 70% (EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL - EMATER, 2002).

Os frutos foram selecionados, lavados em água corrente, sanitizados com solução de hipoclorito de sódio (200 mg kg⁻¹), por imersão de 10 minutos, espremidos e as cascas foram pesadas e separadas em frações de 1,6 kg, com cinco repetições para cada processo de secagem descrito no subitem 3.2.

3.2 Desidratação das cascas de jaboticaba e obtenção das farinhas

As desidratações foram realizadas em secador de alimentos e em liofilizador.

3.3 Desidratação em secador de alimentos

As cascas de jabuticaba foram secas de quatro formas: em secadores de alimentos, colocadas em cestas de material metálico de malha fina, em três temperaturas, de 30°, 45° e 60°C e velocidade 1,0 m s⁻¹ do ar de secagem, e liofilizadas. As leituras em relação à perda de peso de cada amostra levada ao secador foram realizadas em intervalos regulares de 120 minutos, em que as amostras eram retiradas do secador, pesadas e recolocadas rapidamente no secador, até aproximadamente 20% de umidade. Posteriormente, as amostras foram transferidas para uma estufa de secagem sem circulação de ar do Laboratório de Bioquímica, nas temperaturas de 30°, 45° e 60°C, sendo pesadas no mesmo intervalo de tempo descrito anteriormente até peso constante.

3.4 Desidratação em liofilizador

As amostras destinadas a liofilização foram divididas em três béqueres de 600 mL. Em seguida, foram congeladas e liofilizadas até peso constante e todo processo foi feito ao abrigo da luz.

Após as desidratações, as cascas de jabuticaba foram moídas em moinho de facas (TE 631 Tecnal[®]) por 3 minutos e, em seguida, acondicionadas em frascos hermeticamente fechados, protegidos da luz, à temperatura ambiente e submetida às análises.

3.5 Composição centesimal

A composição centesimal compreende as análises de umidade, proteína bruta, extrato etéreo, cinzas, fibras alimentares e extrato não nitrogenado.

a) Umidade

A dosagem de umidade foi feita nas cascas frescas e nas farinhas de cascas de jaboticaba por aquecimento em estufa, à temperatura entre 100°C e 105°C, até peso constante (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC, 2005).

b) Proteína bruta

A proteína bruta foi determinada com base no conteúdo de nitrogênio total, dosado pelo método Kjeldahl, que consiste em aquecer a substância nitrogenada em ácido sulfúrico concentrado, em presença de catalisador, de maneira que o nitrogênio e o hidrogênio presentes sejam convertidos em sal amoniacal. O nitrogênio é deslocado sob a forma de amônia, na etapa de destilação. O destilado é, então, titulado e é conhecido o teor de nitrogênio da amostra analisada. O fator 6,25 foi utilizado para a obtenção do teor de proteína bruta (AOAC, 2005).

c) Extrato etéreo

O processo foi baseado na extração de substâncias solúveis em éter etílico, utilizando-se o extrator contínuo tipo Soxhlet. Após a evaporação do solvente, o teor de extrato etéreo foi determinado por diferença de peso (AOAC, 2005).

d) Cinzas

A determinação de cinzas foi realizada por incineração das farinhas em forno tipo mufla, a 550°C, determinando-se a quantidade de resíduo resultante (AOAC, 2005).

e) Fibra alimentar

Após a digestão enzimática das farinhas, o extrato foi filtrado e o resíduo foi levado à estufa e representou a fibra insolúvel. Ao filtrado foram adicionados quatro volumes de etanol e foi deixado em repouso por 24 horas. Depois, recolheu-se o precipitado que foi lavado com etanol 78% e 95% e acetona, representando a fibra solúvel. Os cadinhos contendo as fibras foram levados à estufa por 24 horas e a quantidade de fibras solúvel e insolúvel foi determinada por diferença de peso (AOAC, 2005).

f) Extrato não nitrogenado

O extrato não nitrogenado (ENN) foi calculado por diferença (AOAC, 2005):

$$\text{ENN} = 100 - (\text{proteína bruta} + \text{extrato etéreo} + \text{cinzas} + \text{fibra alimentar}).$$

3.6 Vitamina C

O teor de vitamina C foi determinado pelo método colorimétrico descrito por Strohecker e Henningg (1967). O ácido ascórbico foi extraído das farinhas com ácido oxálico. Após filtração, a vitamina C foi dosada no extrato, empregando-se o 2,4-dinitrofenilhidrazina e usando o ácido ascórbico como padrão.

3.7 Fitato

O fitato foi extraído das farinhas com HCl 0,66 N, sob agitação, por duas horas, à temperatura ambiente; o pH foi então acertado para 6 e a amostra centrifugada. O extrato foi eluído através de uma resina de troca aniônica e o fitato recuperado foi medido utilizando-se o reagente de Wade. Utilizou-se o

fitato de sódio como padrão, realizando-se a leitura de absorvância a 500 nm (FRÜHBECK et al., 1995; LATA; ESKIN, 1980).

3.8 Polifenóis

A extração dos compostos fenólicos das farinhas foi realizada com metanol 50%, em refluxo, por três vezes consecutivas, a 80 °C e os extratos reunidos, evaporados até 25 mL e submetidos à dosagem de compostos fenólicos, utilizando-se o reagente de Folin-Denis, o qual é reduzido pelos fenóis a um complexo de coloração azul em solução alcalina, que é medido a 760 nm. Utilizou-se ácido tânico como padrão (AOAC, 2005).

3.9 Extração e quantificação das antocianinas

Para a extração de antocianinas, foi utilizado 1 g de amostra e 15 mL de etanol acidificado, nas proporções de 85% de etanol para 15% de ácido HCl 1,5 N, homogeneizados por 2 minutos em politron e macerados por 12 horas, a 4°C, ao abrigo da luz (metodologia desenvolvida por Lees e Francis, 1972, com adaptações) em triplicata. A solução foi filtrada em papel Whatman nº 1 e funil de Buchner sob pressão e o resíduo lavado com o mesmo solvente, até se obter um volume de 200 mL. Destes, 2 mL foram transferidos para outro balão de 10 mL protegido da luz e o volume completado com o solvente extrator. Após 2 horas em temperatura ambiente, as leituras da absorvância dos filtrados foram feitas em 535 nm, em espectrofotômetro Micronal B 382. Os cálculos das antocianinas totais foram feitos utilizando-se a equação abaixo:

$$\text{Antocianinas totais (mg/100g)} = \frac{\text{Absorvância} \times \text{fator de diluição}}{98,2}$$

3.10 Avaliação da atividade antioxidante

A atividade antioxidante (AA) foi determinada segundo Re et al. (1999), com adaptações feitas por Rufino et al. (2007)

Os extratos antociânicos foram obtidos de acordo com a metodologia descrita no subitem 3.7, porém, após a filtração em papel Whatman nº 1, o volume foi ajustado para 100 mL. A partir dos 100 mL foram feitas 4 diluições para os ensaios e posterior construção de curva analítica.

O radical ABTS^{*} é formado pela adição de 5 mL de solução estoque de ABTS 7 mmol L⁻¹, com 88 µL de solução de persulfato de potássio 140 mmol L⁻¹, mantidos no escuro por 16 horas. O radical formado é diluído em etanol até obter uma absorbância de 0,70±0,05, devendo ser usada apenas no dia da análise. De tempo em tempo, a absorbância do radical diluído deve ser medida para sua correção, a qual cai rapidamente, evitando-se, assim, erro na determinação da AA.

Em ambiente escuro, 3,0 mL do radical ABTS^{*} foram colocados em um tubo de ensaio com uma alíquota de 30 µL de cada diluição dos extratos, homogeneizados em agitador e a leitura (734 nm) feita após 6 minutos de reação, utilizando-se etanol na calibração do espectrofotômetro.

Foi feita uma curva analítica de seis pontos com trolox (100 a 2.000 µmol L⁻¹), além de teste para comparação com BHT, antioxidante sintético e com rutina e quercetina, que são flavonoides com atividade antioxidante comprovada. Os cálculos foram feitos a partir das absorbâncias obtidas das diferentes diluições (4 concentrações) dos extratos, plotando um gráfico para cada amostra, com absorbância no eixo Y e a concentração correspondente a cada diluição (mg L⁻¹) no eixo do X, determinando-se a equação da reta. Substituiu-se, então, nessa equação, a absorbância correspondente a 1.000 µmol L⁻¹ do padrão trolox, encontrando-se, assim (x), a concentração da amostra (mg

L^{-1}) equivalente a 1.000 μmol de trolox L^{-1} . O resultado final foi calculado pela divisão de 1.000 ($\mu\text{mol } L^{-1}$) pelo valor de x (g) e multiplicado por 1 g, que foi expresso em $\mu\text{mol } L^{-1} \text{ g}^{-1}$.

3.11 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram feitas segundo Silva, Junqueira e Silveira (1997), utilizando-se 25 g da farinha da casca de jabuticaba liofilizada que foi transferida para um erlenmeyer contendo 225 mL de água peptonada (diluição 1:10 ou 10^{-1}). Essa solução foi então homogeneizada e, em seguida, pipetado 1 mL da diluição anterior para um tubo com 9 mL de água peptonada esterilizada e fez-se uma diluição 1:100 ou 10^{-2} . Obtiveram-se para essas análises as diluições 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} . O plaqueamento foi feito adicionando-se 0,1 mL da diluição correspondente no meio adequado para a análise. Esse procedimento foi utilizado tanto para a análise de bactérias totais quanto para de leveduras; a diferença entre eles é o meio de cultura e o tempo de incubação.

a) Contagem de leveduras

Utilizou-se o meio de cultura dichloran rose bengal chloramphenicol (DRBC). As placas foram incubadas a 25 °C, em BOD, por 7 dias e analisaram-se os resultados.

b) Contagem total de bactérias

Utilizou-se o meio de cultura plate count agar (PCA). As placas foram incubadas a 37 °C, em BOD, por 24 horas e analisaram-se os resultados.

3.12 Preparo do extrato antociânico para adição no iogurte

Os extratos antociânicos foram obtidos de acordo com a metodologia descrita no subitem 3.7, porém, após a filtração em papel Whatman nº 1, o volume foi ajustado para 100 mL. Em seguida, o extrato foi levado ao rotaevaporador a 30°C, para eliminação total dos solventes etanol e HCl para que o extrato pudesse ser adicionado ao iogurte. Após eliminação dos solventes, o extrato foi recolhido, lavando com água, com um volume final de 8 mL.

3.13 Preparo do iogurte

O iogurte foi elaborado segundo Rodrigues (1998). Primeiramente, adicionaram-se ao leite 8,5 g de açúcar para cada 100 mL de leite. Em seguida, os ingredientes foram homogeneizados e submetidos ao processo de pasteurização à temperatura de 83°C, por 30 minutos. A mistura foi resfriada até atingir a temperatura de 42°C, para receber o fermento termofílico (composto pelas bactérias lácticas *Lactobacillus delbrueckii* ssp *bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* - 0,5 mL L⁻¹). Após a adição do fermento, a mistura foi mantida incubada à temperatura de 45°C, até atingir acidez característica (pH 4,6). Após o processo de fermentação, o iogurte foi resfriado primeiramente até 10°C e, em seguida, até temperatura de armazenamento, que foi a 4°C.

A farinha das cascas nas concentrações de 0,1%, 0,5%, 1,0%, 1,5% e 2,0% e os extratos antociânicos nas concentrações de 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0% e 2,5% foram adicionados ao iogurte. Foi adicionado também ácido tânico, na concentração de 1% em metade dos iogurtes destinados à retenção de cor e tempo de meia vida, tanto nos iogurtes adicionados de farinha quanto nos adicionados de extrato.

Como parâmetro inicial para definir a concentração da farinha das cascas de jabuticaba, foi utilizada uma bebida comercial de iogurte sem sabor, à qual foi adicionada a solução de antocianinas. A cor obtida visualmente ajudou na escolha das concentrações. O mesmo foi feito com extrato antociânico. Na Figura 3 está ilustrado o fluxograma da produção do iogurte.

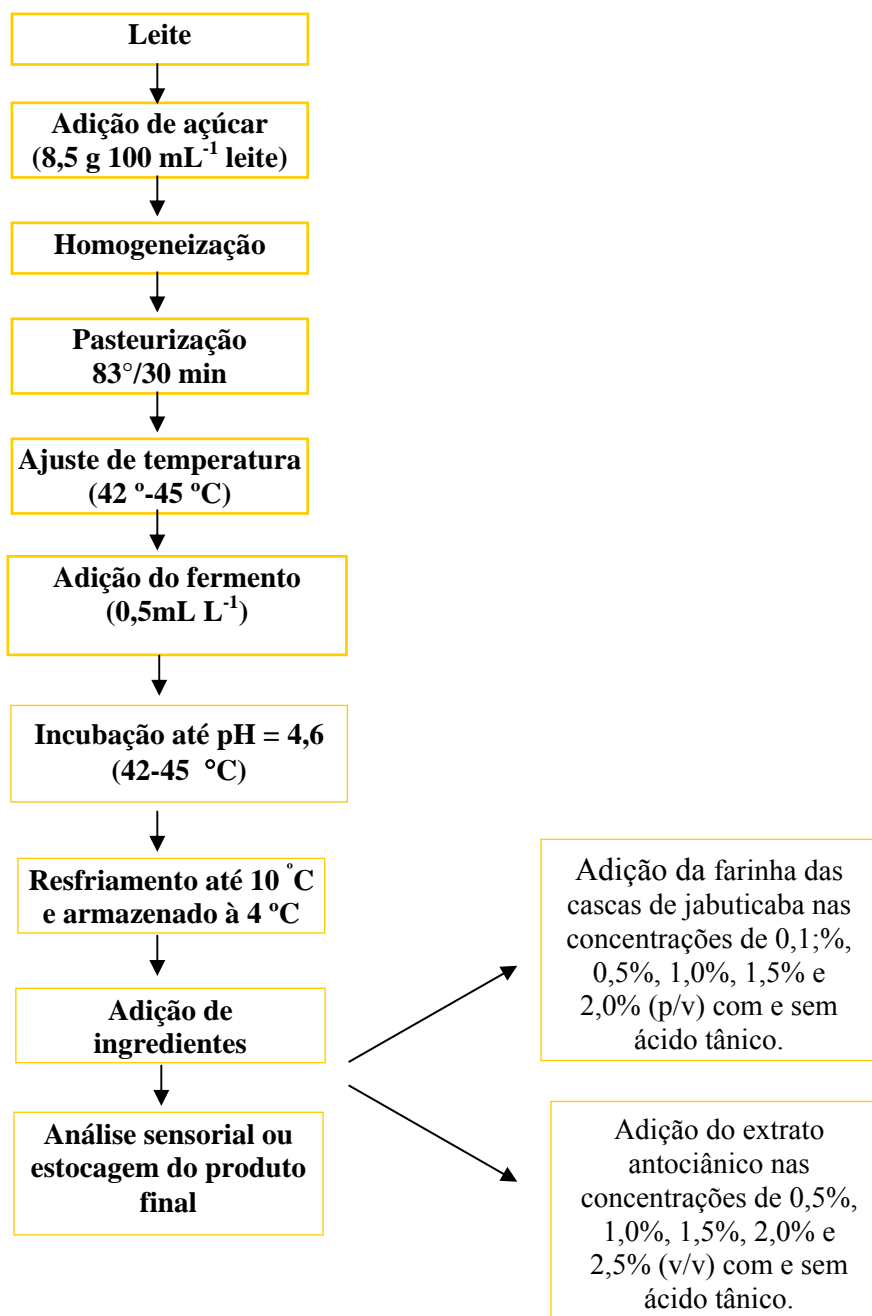


Figura 3 Fluxograma da produção do iogurte

3.14 pH dos iogurtes

Antes e depois da adição da farinha ou do extrato antociânico de cascas de jabuticaba com e sem ácido tânico, mediu-se o pH dos iogurtes, utilizando-se um medidor de pH de bancada Quimis[®].

3.15 Avaliação de aceitação dos iogurtes

A avaliação sensorial deste trabalho foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Presidente Antônio Carlos - UNIPAC, sob número do protocolo 722/2010.

Para avaliar a aceitabilidade geral dos iogurtes acrescidos da farinha da casca de jabuticaba, nas concentrações 0,1%, 0,5%, 1,0%, 1,5% e 2,0%, e do extrato de antocianinas nas concentrações de 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0% e 2,5%, utilizou-se a escala hedônica de nove pontos, em que 1 correspondeu a "desgostei extremamente" e 9, a "gostei extremamente" (Figura 4), aplicada a um grupo de 50 provadores não treinados. Amostras de iogurte de 20 mL foram servidas em copos descartáveis à temperatura de $\pm 8^{\circ}\text{C}$, codificados com números aleatórios de três dígitos.

FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

Sexo:

Data:

Faixa etária: () 16 a 25 anos, () 26 a 45 anos, () 46 a 60 anos, () mais que 60 anos

Avalie as amostras da esquerda para a direita e indique, utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou de cada amostra e relação à cor, aparência, sabor, textura e aspecto global.

	N °	Nota	Nota	Nota	Nota	Nota
	Amostra	Cor	Aparência	Sabor	Textura	Aspecto global
9 – gostei extremamente	_____	_____	_____	_____	_____	_____
8 – gostei muito	_____	_____	_____	_____	_____	_____
7 – gostei moderadamente	_____	_____	_____	_____	_____	_____
6 – gostei ligeiramente	_____	_____	_____	_____	_____	_____
5 – nem gostei/nem desgostei	_____	_____	_____	_____	_____	_____
4 – desgostei ligeiramente	_____	_____	_____	_____	_____	_____
3 – desgostei moderadamente	_____	_____	_____	_____	_____	_____
2 – desgostei muito	_____	_____	_____	_____	_____	_____
1 – desgostei extremamente	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Comentários _____

Figura 4 Modelo de ficha de resposta para o teste de aceitação usando escala hedônica

3.16 Retenção de cor e tempo de meia vida dos pigmentos antociânicos em iogurte

Embalagens de 50 mL de iogurte adicionados de farinha de cascas de jabuticaba nas concentrações de 0,1%, 0,5%, 1,0%, 1,5% e 2,0% e extrato antociânico nas concentrações de 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0% e 2,5%, com e sem ácido tânico, foram armazenados em geladeira a $6 \pm 1^\circ\text{C}$, por 45 dias, em duas repetições. No 1º e no 45º dia, uma alíquota de 5 mL foi retirada de cada embalagem de iogurte, centrifugadas a $2.500 \times g$, por 15 minutos. O sobrenadante foi separado e centrifugado nas mesmas condições já citadas por mais 5 minutos. Novamente, o sobrenadante foi separado e levado para leitura a 535 nm em espectrofotômetro de UV visível - modelo Cary 50 - Varian®.

Com essas leituras, fizeram-se os cálculos de retenção de cor e tempo de meia vida, utilizando-se as equações 1, 2 e 3 (MARTINEZ; GUEDES, 1998).

$$K.t = - \ln \frac{At_x}{At_0} \quad \text{Equação 1}$$

$$t_{1/2} = \frac{\ln 2}{K} \quad \text{Equação 2}$$

$$\%R = \frac{At_x}{At_0} \times 100 \quad \text{Equação 3}$$

em que

K = constante de velocidade de degradação.

t = tempo (horas).

At_x = absorvância em função ao tempo.

At₀ = absorvância no tempo zero.

t_{1/2} = tempo de meia vida.

R = retenção de cor.

3.17 Análise estatística

O teor dos constituintes químicos e a atividade antioxidante das farinhas obtidas nos diferentes processos de secagem foram submetidos ao delineamento inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 5 repetições, utilizando-se o programa computacional SISVAR versão 4.6 (build 61). Quando a análise de variância mostrou diferença significativa, fez-se a comparação das médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade (FERREIRA, 2003).

Para a estatística da análise sensorial foi utilizado delineamento inteiramente casualizado com 5 tratamentos (5 concentrações) e 50 provadores.

Para análise estatística das variáveis retenção de cor e tempo de meia vida, foi utilizado delineamento inteiramente casualizado com 10 tratamentos (5 concentrações, com e sem ácido tânico) e 2 repetições em dois experimentos

separados, sendo um para a farinha de cascas e outro para o extrato antociânico. Foi utilizado o programa computacional SISVAR versão 4.6 (build 61). Utilizou-se teste F para verificar se a presença ou a ausência do ácido tânico exerceu influência sobre a retenção de cor e tempo de meia vida e análise de regressão para verificação da influência das diferentes concentrações de farinha de cascas de jabuticaba ou extrato antociânico (FERREIRA, 2003).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises de variância dos resultados de composição centesimal, compostos bioativos, atividade antioxidante, análise sensorial, retenção de cor e tempo de meia vida estão apresentadas em anexo.

4.1 Processo de secagem

A secagem de material vegetal é necessária para evitar a degradação e as alterações químicas dos tecidos durante o armazenamento, além de ser necessária para determinação da matéria seca. A cinética de secagem das cascas de jabuticaba, analisando-se a influência da temperatura com velocidade do ar de secagem fixa, foi estudada. As curvas da cinética de secagem das cascas de jabuticaba em três temperaturas estão apresentadas na forma de teor de água em função do tempo. A representação gráfica dos dados experimentais encontra-se no Gráfico 1. Observou-se elevada umidade para as cascas de jabuticaba, com um teor inicial de $83,4 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$.

A representação gráfica das curvas de secagem é de comportamento similar, isto é, o processo de secagem ocorre no período de taxa decrescente para as condições estudadas, não apresentando período à taxa constante. A ausência do período à taxa constante também foi observada em caju, por Moura et al. (2001) e em goiaba, por Araújo et al. (2001).

Analisando-se as curvas de secagem, observou-se que a cinética foi fortemente influenciada pela temperatura e que a utilização de temperaturas mais elevadas reduz significativamente o tempo necessário para secar a casca de jabuticaba. Nota-se que a perda do conteúdo de umidade é mais rápida no início do processo de secagem até alcançar aproximadamente 20% de água.

Para a temperatura de 30°C, a estabilização ocorreu em um período de tempo próximo a 64 horas e, para as temperaturas de 45° e 60°C, de aproximadamente 34 e 32 horas, respectivamente.

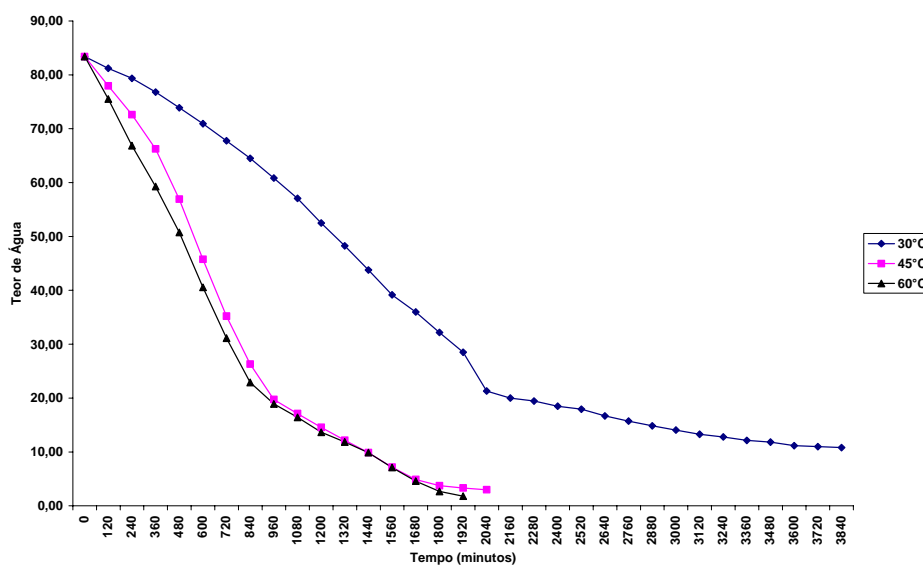


Gráfico 1 Cinética de secagem das cascas de jaboticaba em três temperaturas, com velocidade do ar de $1,0 \text{ m s}^{-1}$

Moura et al. (2001) também encontraram resultados semelhantes ao afirmarem que o tempo gasto para secar caju em temperaturas mais baixas (35°C) foi o dobro do tempo utilizado em temperatura mais elevada (65°C) que foi de 6 horas.

4.2 Composição centesimal

Os teores médios de umidade das farinhas obtidas dos tratamentos de 30°, 45°, 60°C e liofilizada são, respectivamente, de 10,36±0,50, 1,66±0,36, 0,38±0,22 e 9,30±0,39.

Os resultados da composição centesimal das farinhas das cascas de jabuticaba secas nas temperaturas de 30°, 45° e 60°C e liofilizadas são mostrados na Tabela 1.

O processo de secagem pouco afetou a composição centesimal das farinhas. Com relação à proteína bruta, o maior teor foi encontrado para as cascas secas, à temperatura de 30°C, 6,58 g 100 g⁻¹ MS, que não diferiu das cascas de jabuticaba liofilizada. Os menores níveis foram encontrados para as cascas secas a 45° e 60°C, possivelmente devido ao fato de as maiores temperaturas terem contribuído para perda de alguns compostos. Borges, Bonilha e Mancini (2006) também encontraram variações significativas nos teores de proteína bruta ao secar sementes de abóbora em diferentes temperaturas: a 60°C, o nível foi de 30,80 g 100 g⁻¹ MS e a 70°C, de 28,70 g 100 g⁻¹ MS.

Os níveis de extrato etéreo e de cinzas não apresentaram diferença significativa. O teor médio de extrato etéreo de 0,60 g 100 g⁻¹ MS encontrado para a casca liofilizada foi muito próximo ao relatado por Lima (2009), de 0,57 g 100 g⁻¹. Em relação às cinzas, o teor médio de 3,09 g 100 g⁻¹ MS foi menor que o de Lima (2009), de 4,39 g 100 g⁻¹ MS. Essa diferença, provavelmente, é própria das safras das jabuticabas, influenciada por vários fatores.

Para as fibras solúveis, o maior nível encontrado foi para cascas secas a 30°C, mas que não diferiram das secas a 45° e liofilizadas, e o menor teor para as cascas secas a 60°C. Possivelmente, temperaturas mais elevadas promoveram reações alterando a estrutura das fibras, dificultando a sua extração. Borges,

Bonilha e Mancini (2006) também relataram diminuição de fibras para a farinha de semente de jaca secas às temperaturas de 60° e 70°C.

Gutkoski e Trombeta (1999) encontraram, para duas variedades de aveia, que é considerado um alimento rico em fibra solúvel, teor de 7,12 g 100 g⁻¹ MS, inferior ao das cascas de jabuticaba do presente estudo.

Tabela 1 Composição centesimal, em g 100 g⁻¹ de matéria seca, das cascas de jaboticabas submetidas a quatro processos de secagem

Secagem	Proteína bruta	Extrato etéreo	Cinzas	Fibra alimentar		ENN*
				Solúvel	Insolúvel	
30°	6,58±0,23 a	0,58±0,04 a	3,41±0,16 a	8,73±0,89 a	30,81±0,91 a	49,89±0,76 c
45°	6,06±0,15 b	0,62±0,08 a	3,05±0,17 a	8,26±0,69 ab	29,54±2,03 a	52,47±2,48 bc
60°	5,95±0,10 b	0,56±0,05 a	3,30±0,33 a	7,43±0,12 b	26,46±1,07 b	54,65±0,72 ab
Liofilizada	6,39±0,17 a	0,60±0,00 a	3,09±0,12 a	8,43±0,58 ab	26,85±1,36 b	56,30±1,44 a
CV (%)	2,71	9,28	7,26	7,73	4,95	2,86

Os dados são média de 5 repetições ± desvio padrão.

Letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P≤0,05).

*ENN: Extrato não nitrogenado.

Em relação às fibras insolúveis, os tratamentos a 30° e a 45°C apresentaram os maiores teores, enquanto os menores foram encontrados para o tratamento de 60°C e liofilizado.

O extrato não nitrogenado ou fração glicídica compreende, principalmente, os carboidratos mais digestíveis, ou seja, que não estão incluídos na fração fibra. O maior nível do ENN foi encontrado para as cascas liofilizadas, 56,30 g 100 g⁻¹ e não diferiu significativamente do tratamento de 60°C. O menor teor foi encontrado para o tratamento a 30°C, não diferindo do tratamento a 45°C.

Segundo a literatura, a liofilização mantém a maioria das propriedades bioquímicas do tecido vegetal. Isso justifica a maior quantidade de açúcar preservado. Borges, Bonilha e Mancini (2006) relatam, em seus estudos com farinha de semente de jaca, assim como no presente estudo, uma maior quantidade de carboidratos com o aumento da temperatura, com 58,38 g 100 g⁻¹ MS encontrado na semente seca a 60°C e 61,94 g 100 g⁻¹ MS na semente seca a 70°C. Provavelmente, o menor teor de ENN das cascas de jabuticabas secas a 30°C deve-se ao maior tempo de secagem, permanecendo com água por mais tempo, o que pode ter causado fermentação dos carboidratos solúveis.

4.3 Compostos bioativos

Os teores de vitamina C, fitato, polifenóis e antocianinas são mostrados na Tabela 2.

Para a vitamina C, observou-se que as cascas liofilizadas apresentaram o maior nível, seguidas pelas cascas tratadas a 45° e a 60°C que não diferiram estatisticamente. Já o menor teor foi encontrado para o processo de secagem a 30°C.

Tabela 2 Teores de vitamina C ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$), fitato ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$), polifenóis ($\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$) e antocianinas ($\text{mg } \text{g}^{-1}$) em matéria seca, das cascas de jabuticabas submetidas a quatro processos de secagem

Secagem	Vitamina C	Fitato	Polifenóis	Antocianinas
30°	319,79±4,89 c	0,87±0,01 a	8,61±0,09 b	4,04±0,04 d
45°	342,27±6,07 b	0,77±0,01 b	8,05±0,12 c	6,46±0,06 b
60°	344,43±0,74 b	0,66±0,01 c	8,19±0,06 c	5,88±0,05 c
Liofilizada	509,67±2,23 a	0,86±0,01 a	9,79±0,12 a	11,16±0,08 a
CV (%)	1,10	1,23	1,15	0,87

Os dados são média de 5 repetições \pm desvio padrão.

Letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A degradação da vitamina C nas cascas secas a 45° e a 60°C pode ser explicada devido à sensibilidade da vitamina C a fatores como calor, oxigênio e luz e o menor teor encontrado a 30°C provavelmente se deve à maior exposição das cascas deste tratamento ao oxigênio e à luz do ambiente, devido à demora na secagem. As cascas liofilizadas provavelmente apresentaram os maiores teores devido à menor exposição a todos esses fatores que causam a degradação da vitamina C.

Lima (2009) encontrou, para a casca de jabuticaba liofilizada, um teor de 298,23 $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ MS, que é aproximadamente 40% menor do que o encontrado no presente trabalho. Essa diferença, provavelmente, é própria das safras, influenciada por vários fatores.

As cascas de jabuticaba secas a 30°C e liofilizadas apresentaram os maiores teores de fitato, seguidas pelas secas a 45°C, sendo o menor nível encontrado para o tratamento a 60°C, 0,66 $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ MS. Esse decréscimo de fitato com o aumento da temperatura pode ter ocorrido durante o processo de secagem, pois, segundo Bartnik e Szafranska (1987), a fítase, que é uma enzima encontrada em grande quantidade na natureza (plantas, fungos, bactérias, leveduras etc.) e que tem grande atividade em alimentos, como trigo, cevada,

farelo de trigo e arroz, é inativa no vegetal ou cereal seco, mas é ativada quando a umidade aumenta e sua atividade ótima é a 55°C, então, é possível que a alta umidade das cascas de jabuticaba e as temperaturas próximas à da atividade ótima da fitase tenham contribuído para a degradação do fitato. As cascas liofilizadas provavelmente apresentaram maiores teores de fitato por não terem sido expostas a nenhum tipo de calor.

As cascas de jabuticaba secas a 45° e a 60°C apresentaram os níveis mais baixos de polifenóis, não diferindo estatisticamente entre si. As cascas liofilizadas mostraram os teores mais elevados e o tratamento a 30°C apresentou-se intermediário, diferindo estatisticamente dos demais. As cascas liofilizadas provavelmente apresentaram os maiores teores devido à menor exposição a fatores ambientais, como luz e oxigênio.

Negri (2007) constatou que os teores de polifenóis da espinheira-santa diminuíram com o aumento da temperatura de secagem, de modo similar ao que ocorreu com as cascas de jabuticaba. A amostra seca a 40°C apresentou o maior teor de compostos fenólicos, 8,91 mg 100 g⁻¹ MS, que a seca a 80°C, 5,52 mg 100 g⁻¹ MS.

Ramirez et al. (2009) encontraram, em duas variedades de araçá liofilizadas (que também é da família Myrtaceae), teores de polifenóis que variaram de 1,34 a 2,93 g 100g⁻¹ MS. Teores que representam apenas 14% a 30% dos polifenóis encontrados na casca de jabuticaba liofilizada.

As cascas de jabuticaba liofilizadas apresentaram o maior teor de antocianinas, 11,16 mg g⁻¹ MS, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Durante a liofilização, as cascas de jabuticaba ficaram protegidas da luz e à baixa temperatura, o que pode explicar esse resultado. Este teor foi menor do que o encontrado por Lima (2009), que foi 20,57 mg g⁻¹ MS, em cascas de jabuticaba liofilizadas. Essa diferença, provavelmente, deve-se à colheita em safras diferentes.

Os menores teores de antocianinas foram observados para as cascas de jabuticaba secas a 30°C, seguidas das secas a 60°C e, por último, pelas secas a 45°C. Uma maior degradação a 30°C, provavelmente, seja devido ao maior tempo de secagem, 64 horas, em secador não protegido da luz e com circulação de ar. Este fato condiz com o encontrado por Caraméz (1999) que observou que o fator que mais contribuiu para a degradação da cor das antocianinas de *Hibiscus sabdariffa* L. foi a incidência de luz, sendo a degradação acelerada pela associação com o oxigênio. Peixoto Sobrinho et al. (2010) verificaram uma relação inversamente proporcional entre a temperatura de secagem e os teores de flavonoides das amostras de folhas de *Bauhinia cheilantha*, ou seja, que o aumento da temperatura provocou uma redução nos teores de flavonoides, o que pode explicar a diminuição do teor de antocianinas, das cascas secas a 45°C para as secas a 60°C.

4.4 Atividade antioxidante

O teste usado para avaliar a atividade antioxidante no presente trabalho foi o teste ABTS, por ter mostrado maior correlação com as possíveis substâncias antioxidantes contidas nas cascas de jabuticaba, segundo Lima (2009).

Na Tabela 3 é mostrada a atividade antioxidante média das cascas de jabuticaba submetidas a quatro processos de secagem. As cascas desidratadas por liofilização apresentaram maior atividade antioxidante do que os outros tratamentos. Para as cascas secas a 30°, 45° e 60°C, não houve diferença significativa.

As cascas liofilizadas apresentaram 47% da atividade antioxidante do padrão BHT, 65% da atividade da rutina e apenas 30% da atividade da quercetina. Lima (2009) encontrou resultados parecidos para a casca de

jabuticaba liofilizada quando comparada à rutina, 60%, e um valor menor quando comparado a quercetina, 9%.

Wang, Cao e Prior (1996) analisaram o coeficiente de correlação para a capacidade antioxidante dos polifenóis de várias frutas e concluíram que a atividade antioxidante está relacionada com o teor dos polifenóis. Eles sugeriram que, conhecendo-se o teor de polifenóis do fruto, se pode ter uma base de sua capacidade antioxidante, pois essa atividade deve-se, principalmente, a eles.

Para avaliar a relação entre testes antioxidantes e os teores de polifenóis, Lima (2009) realizou uma análise de regressão linear e constatou que, para o teste ABTS equivalente ao Trolox, a precisão avaliada com R^2 obteve boa correlação, 0,91. Em geral, essa atividade está relacionada com a capacidade de doar hidrogênio aos radicais livres altamente reativos, prevenindo a formação de novos radicais (SILVA, 2008). Portanto, a degradação desses compostos durante os processos de secagem explicam as menores atividades antioxidantes registradas para as temperaturas de 30°, 45° e 60°C.

Tabela 3 Atividade antioxidante das cascas de jabuticaba submetidas a quatro processos de secagem, e de três padrões

Secagem	$\mu\text{mol trolox L}^{-1} \text{g}^{-1}$
30°	335,15±16,02 b
45°	327,98±8,85 b
60°	328,56±5,86 b
Liofilizada	661,21±12,14 a
CV (%)	2,75
BHT	1.418,14±17,42
Quercetina	2.156,44±28,37
Rutina	1.017,82±3,66

Os dados são média de 5 repetições ± desvio padrão.

Letras iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

4.5 Análises microbiológicas

Somente as farinhas de cascas de jabuticaba liofilizadas foram submetidas aos testes de contagem de bactérias totais e de fungos (para posterior adição nos iogurtes) por apresentarem os melhores resultados. Como se pode observar nas Figuras 5 e 6, não foi detectada a presença de microrganismos em nenhum dos testes, em nenhuma diluição.

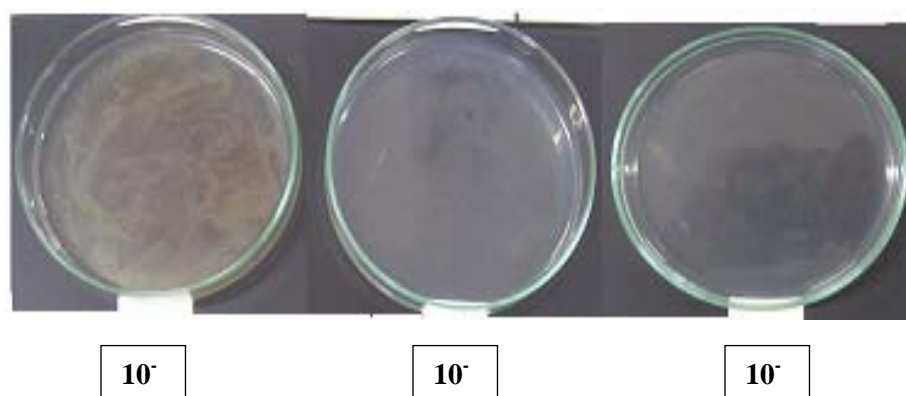


Figura 5 Placas para a contagem de bactérias

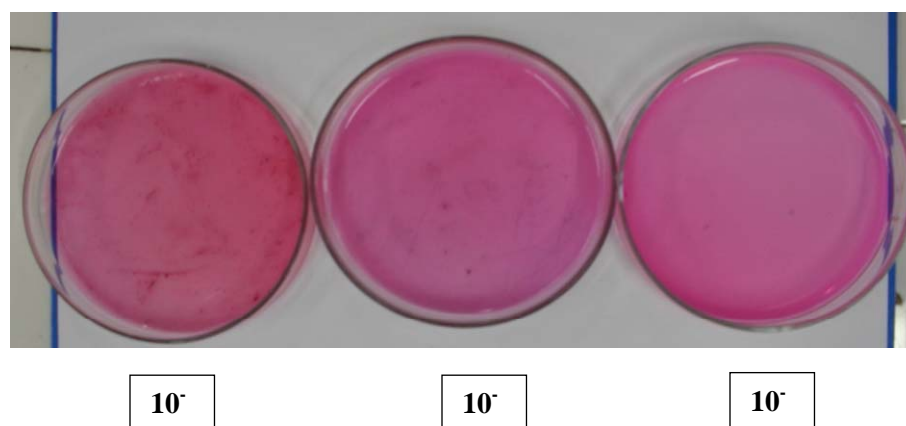


Figura 6 Placas para contagem de fungos

Portanto, a farinha de cascas liofilizada foi usada como corante do iogurte.

4.6 Iogurtes adicionados com farinha de cascas de jabuticaba liofilizada

Os iogurtes foram adicionados com farinha de cascas de jabuticaba liofilizada nas concentrações 0,1%, 0,5%, 1,0%, 1,5% e 2,0% e submetidos às análises sensorial, retenção de cor e tempo de meia vida.

4.6.1 Análise sensorial

Os resultados para os testes sensoriais de aceitação dos iogurtes adicionados da farinha da casca de jabuticaba liofilizada são apresentados na Tabela 4. A análise de variância indicou diferença significativa para os parâmetros cor, aparência, sabor e aspecto global. Já para textura não houve diferença. Para os parâmetros cor e aparência, o iogurte adicionado de menor quantidade de farinha diferiu estatisticamente dos demais recebendo a menor nota.

Para o sabor, a menor nota foi dada ao iogurte com maior concentração de farinha. Já para o aspecto global, a maior nota ficou com a concentração de 0,5%, porém, não diferiu das concentrações de 0,1%, 1,0% e 1,5%. A menor nota ficou com a concentração de 2,0%.

Tabela 4 Teste sensorial de aceitação dos iogurtes adicionados com farinha de cascas de jabuticaba

Farinha (%)	Cor*	Aparência*	Sabor*	Textura*	Aspecto global*
0,1	4,60 b	5,22 b	6,70 a	7,04 a	6,38 ab
0,5	6,40 a	6,58 a	6,98 a	7,16 a	6,96 a
1,0	6,92 a	6,92 a	6,60 ab	6,78 a	6,82 ab
1,5	6,94 a	6,96 a	6,36 ab	7,00 a	6,78 ab
2,0	6,64 a	6,86 a	5,90 b	6,58 a	6,30 b
CV (%)	21,03	18,15	21,07	16,25	16,75

As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

* Escala hedônica de 1 a 9 pontos.

De modo geral, as notas recebidas situam-se entre 6 (gostei ligeiramente) e 7 (gostei moderadamente), exceto para cor e aparência dos iogurtes adicionados de 0,1% da farinha de casca de jabuticaba que receberam notas mais baixas. Portanto, constatou-se que iogurtes com concentrações mais altas da farinha de casca de jabuticaba apresentaram maior aceitação. As maiores concentrações da farinha resultaram em um aumento da cor dos iogurtes, tornando-os mais atrativos, não prejudicando o sabor, o que poderia explicar o resultado obtido no teste sensorial.

Com a adição da farinha da cascas de jabuticaba ao iogurte, além da cor, adicionara-se de 0,04 a 0,71 g de fibra alimentar, conforme a concentração da farinha, a cada 100 mL de iogurte. Esta adição representa até 3,55% da fibra alimentar recomendada para consumo diário de um adulto, segundo Mendelson, Mahan e Escott-stump (2005), que é de 20 a 25 g. Apesar de ser uma quantidade significativa, os iogurtes adicionados da farinha de cascas de jabuticaba não podem ser considerados ricos em fibras, já que, segundo Brasil (1998), para ser rico em fibras, um produto líquido tem que apresentar 1,5 g de fibras para cada 100 mL.

Considerando, ainda, que a farinha de casca de jabuticaba é rica em minerais e substâncias antioxidantes, a sua adição ao iogurte provavelmente o enriqueceu.

4.6.2 Retenção de cor dos iogurtes

As amostras de iogurte contendo a farinha de casca de jabuticaba liofilizada, com e sem ácido tânico, foram monitoradas durante 45 dias. Os resultados quanto à percentagem de retenção de cor são apresentados sob os dois aspectos: influência da concentração de farinha e da presença do ácido tânico (Gráfico 2).

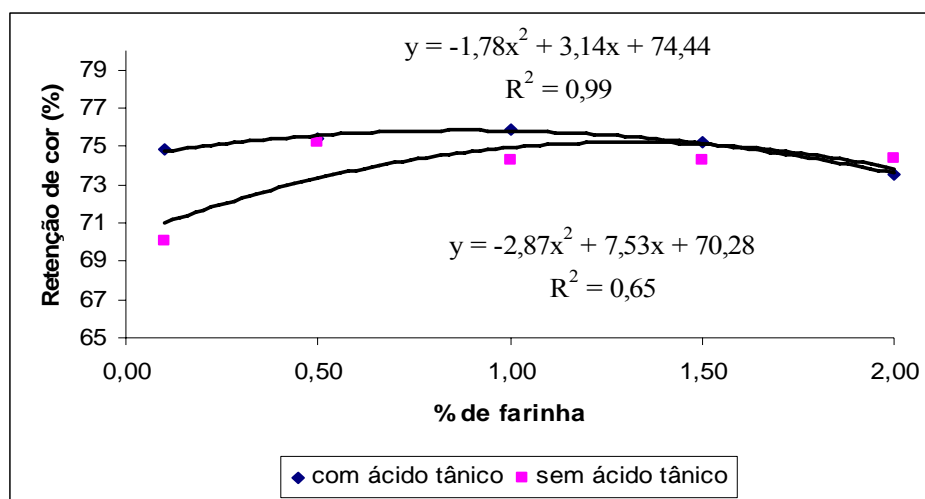


Gráfico 2 Retenção de cor dos iogurtes adicionados com farinha de cascas de jabuticaba

Observou-se que as curvas de retenção de cor dos iogurtes adicionados da farinha de cascas de jabuticaba liofilizada, com e sem ácido tânico, se comportam de maneira semelhante, diferindo-se de modo significativo somente para a menor concentração de farinha. Isso pode ter ocorrido, provavelmente, porque a estrutura e a cor das antocianinas são profundamente afetadas pela variação do pH do meio e verificou-se que, com o aumento da concentração da farinha, o pH diminuiu significativamente.

O iogurte adicionado de 0,1% de farinha sem ácido tânico apresentou o pH mais elevado de 4,58, enquanto o pH mais baixo foi de 3,88, para iogurte adicionado de 2% de farinha sem ácido tânico. Todos os iogurtes adicionados de ácido tânico se comportaram da mesma forma, com pH um pouco mais baixo, variando de 4,25, para o iogurte com 0,1% de farinha a 3,73, para o iogurte adicionado de 2%.

Comparando-se os iogurtes com e sem ácido tânico em cada concentração de farinha, observou-se diferença apenas na concentração de 0,1%, tendo o iogurte sem ácido tânico apresentado menor retenção de cor. Bordignon Júnior et al. (2009), estudando a influência do pH na extração de antocianinas de morango, encontraram diminuição da intensidade da coloração vermelha em pH 4,5, assim como ocorreu com o iogurte adicionado de 0,1% sem ácido tânico.

Segundo Jackman et al. (1987), em valores de pH na faixa de 4,0 a 5,5, a espécie carbinol predomina e a cor praticamente desaparece. Como o iogurte adicionado de ácido tânico apresentou pH mais baixo, isso pode ter contribuído para a maior retenção. Observou-se, ainda, que, para as duas curvas, a maior retenção ocorreu para a concentração de 1,0% de farinha, com valor médio de 74,31% para os iogurtes adicionados de ácido tânico e 75,87 para os iogurtes sem ácido tânico.

A perda de cor foi de, aproximadamente, 25% e, apesar de ser um valor significativo, não foi percebida visualmente (Figuras 7 e 8).

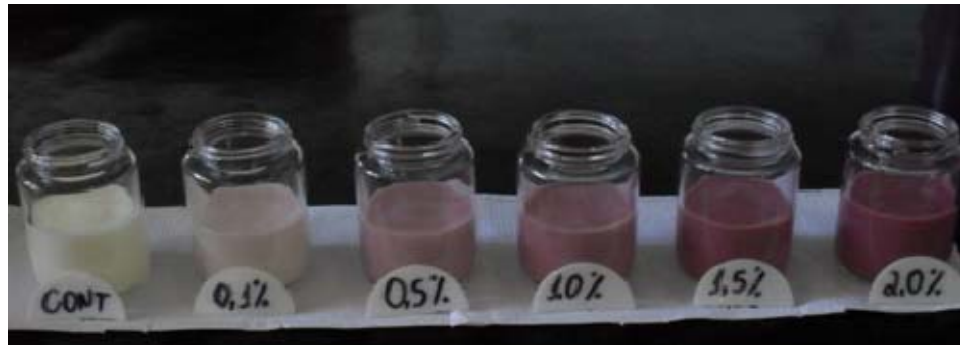


Figura 7 Iogurtes adicionados com farinha de cascas de jabuticaba no primeiro dia de armazenamento



Figura 8 Iogurtes adicionados com farinha de cascas de jabuticaba no último dia de armazenamento, aos 45 dias

4.6.3 Tempo de meia vida dos pigmentos dos iogurtes

O tempo de meia vida dos iogurtes de maneira análoga à retenção de cor foi analisada sob dois aspectos: influência da concentração de farinha na retenção e influência do ácido tânico, que são apresentadas no Gráfico 3.

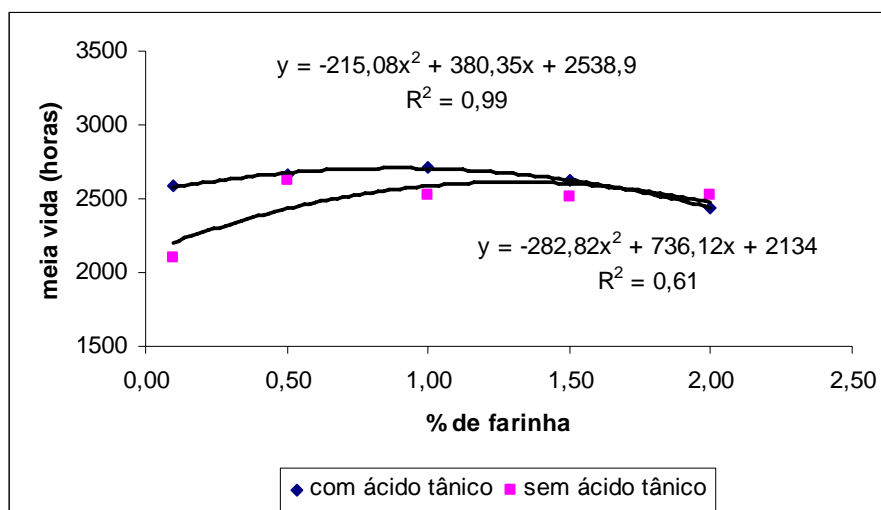


Gráfico 3 Tempo de meia vida dos iogurtes adicionados de farinha de cascas de jabuticaba

Observou-se que o tempo de meia vida apresenta comportamento semelhante para a influência da concentração da farinha, com e sem ácido tânico, mostrando que a única diferença significativa foi observada para os iogurtes adicionados de 0,1% de farinha. Como os cálculos tanto da retenção de meia vida como de retenção de cor são dependentes das mesmas variáveis (absorbância inicial e absorbância final), já era esperado que a meia vida se comportasse da mesma maneira que a retenção de cor.

O tempo de meia vida da cor dos iogurtes, exceto para o iogurte adicionado de 0,1%, apresentaram, em média, 2.578,88 horas, o que, em dias, significa que, para perder a metade da cor, esses iogurtes levariam aproximadamente 107 dias, que é um tempo relativamente alto, já que a validade de iogurtes é de 45 dias.

Pontes (2004) formulou pós de refresco, bebidas isotônicas e gelatinas com diferentes corantes naturais e verificou que a aceitação destes foram

melhores ou iguais aos dos produtos similares comerciais com corantes sintéticos. O mesmo autor verificou, ainda, que existe enorme diferença de cor entre produtos de uma mesma marca e sabor, indicando que não existe um padrão de coloração fixo que representa determinado sabor e que é possível representá-lo usando corantes naturais.

4.7 Iogurtes adicionados com extrato antociânico de cascas de jabuticaba liofilizada

Os iogurtes foram adicionados com extrato antociânico de cascas de jabuticaba liofilizada nas concentrações 0,5%, 1,0%, 1,5% e 2,0% e 2,5% e submetidos às análises sensorial, de retenção de cor e de tempo de meia vida.

4.7.1 Análise sensorial

Os resultados da análise do teste de aceitação dos iogurtes adicionados de diferentes concentrações do extrato de casca de jabuticaba liofilizada se encontram na Tabela 5.

Como pode ser observado, em relação aos atributos textura e aspecto global, não houve diferença significativa entre as concentrações do extrato. Para a cor, as maiores notas foram registradas para a concentração 2,5%, que não diferiu estatisticamente da concentração 2%. A menor nota foi registrada para o iogurte com 0,5% de extrato, porém, não foi estatisticamente diferente de 1,0%.

Para aparência, as maiores notas também foram registradas para as maiores concentrações, não havendo diferença estatística das percentagens 2,5%, 2,0% e 1,5%. Já para o sabor, as notas são invertidas, tendo as concentrações de 0,5%, 1,0% e 1,5% recebido as maiores notas, 6,62; 6,20 e 6,06 (gostei ligeiramente), respectivamente, enquanto as concentrações de 2,0%

e 2,5% apresentaram as notas mais baixas, 5,58 e 5,12 (nem gostei/nem desgostei), não deferindo estatisticamente uma da outra.

Tabela 5 Teste sensorial de aceitação dos iogurtes adicionados com extrato antociânico de cascas de jabuticaba

Extrato (%)	Cor*	Aparência*	Sabor*	Textura*	Aspecto global*
0,5	4,32 c	5,04 c	6,62 a	6,38 a	6,60 a
1,0	5,02 c	5,52 bc	6,54 a	6,26 a	6,20 a
1,5	6,30 b	6,24 ab	6,06 ab	6,34 a	6,34 a
2,0	6,94 ab	6,38 a	5,58 bc	6,06 a	6,22 a
2,5	7,64 a	6,94 a	5,12 c	6,16 a	6,16 a
CV (%)	22,68	21,82	23,33	19,23	17,71

As médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

* Escala hedônica de 1 a 9 pontos.

Estas notas mais baixas para concentrações mais altas também podem ser justificadas pelo aumento da acidez com o aumento da concentração do extrato, o que foi confirmado pelo pH, iogurte sem adição de extrato pH 4,55, 0,5% de extrato, pH 3,98; 1,0%, pH 3,28; com 1,5%, pH 2,95, com 2,0%, pH 2,30 e com 2,5%, pH 2,03.

Possivelmente, as altas notas recebidas para cor e aparência se devem à semelhança visual com iogurte de morango, o que facilita a aceitação dos provadores. Provavelmente, o sabor recebeu notas baixas para as maiores concentrações, pois, na rotaevaporação usada para remover os solventes, houve grande concentração de compostos fenólicos que, sabidamente em excesso, aumentam o caráter adstringente e o sabor amargo, o que pode explicar a menor aceitação dos provadores com o aumento da concentração do extrato.

4.7.2 Retenção de cor dos iogurtes

No Gráfico 4 é apresentado o comportamento da retenção de cor dos iogurtes adicionados do extrato de casca de jabuticaba liofilizada sob a influência da concentração do extrato e do ácido tânico.

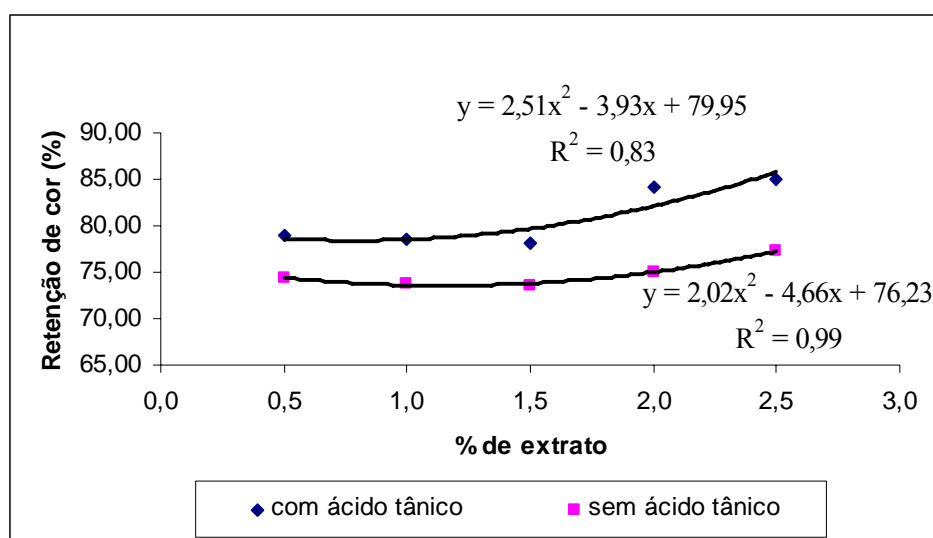


Gráfico 4 Retenção de cor dos iogurtes adicionados com extrato antociânico de cascas de jabuticaba

Observou-se que o aumento da concentração do extrato nos iogurtes acarretou maior retenção de cor, de maneira semelhante tanto para os iogurtes adicionados de ácido tânico como para os iogurtes sem ácido tânico. Possivelmente, isto se deve ao abaixamento dos valores de pH, tanto para os iogurtes adicionados de ácido tânico (variação do pH de 3,95-2,00) quanto para os sem ácido tânico (variação do pH de 3,98 a 2,03), à medida que a

concentração de farinha aumentou. Segundo Albarici, Pessoa e Forim (2006), as antocianinas são mais estáveis e têm a cor vermelha intensificada em pH 3 ou mais baixo. Portanto, as maiores retenções foram observadas para as concentrações 2,5%, para os dois tratamentos, apesar de não ser visível essa perda de cor (Figuras 9 e 10).



Figura 9 Iogurtes adicionados com extrato antociânico no primeiro dia de armazenamento



Figura 10 Iogurtes adicionados com extrato antociânico no último dia de armazenamento, aos 45 dias

A retenção de cor de todos os iogurtes adicionados de ácido tânico diferiu estatisticamente da retenção de cor dos iogurtes sem ácido tânico. Após 45 dias de armazenamento, os iogurtes adicionados do extrato de antocianinas sem ácido tânico apresentaram, em média, 74,81% da cor inicial e o tratamento contendo ácido tânico apresentou retenção de 80,95% da cor inicial, indicando que o ácido tânico influenciou positivamente a estabilidade das antocianinas em iogurte.

Falcão et al. (2003), usando concentração 1:1, de extrato de antocianinas de casca de uva e ácido tânico, não verificaram influência do ácido tânico sobre a estabilidade das antocianinas de uva adicionadas em iogurte, tendo o iogurte com ácido tânico retido cerca de 84% da cor inicial e o iogurte sem o ácido reteve 87%. Já Gauche, Malagoli e Luiz (2010) verificaram, em seus estudos com vários ácidos orgânicos, que a maior proteção foi encontrada quando o ácido tânico era adicionado às soluções, encontrando no pH 3,5, 87% da retenção de cor inicial das soluções de antocianinas do extrato de uvas, que é um valor próximo do encontrado neste trabalho e na mesma faixa de pH dos iogurtes.

4.7.3 Tempo de meia vida dos pigmentos dos iogurtes

O tempo de meia vida pode ser observado sob a influência da concentração do extrato antociânico e da presença de ácido tânico no Gráfico 5.

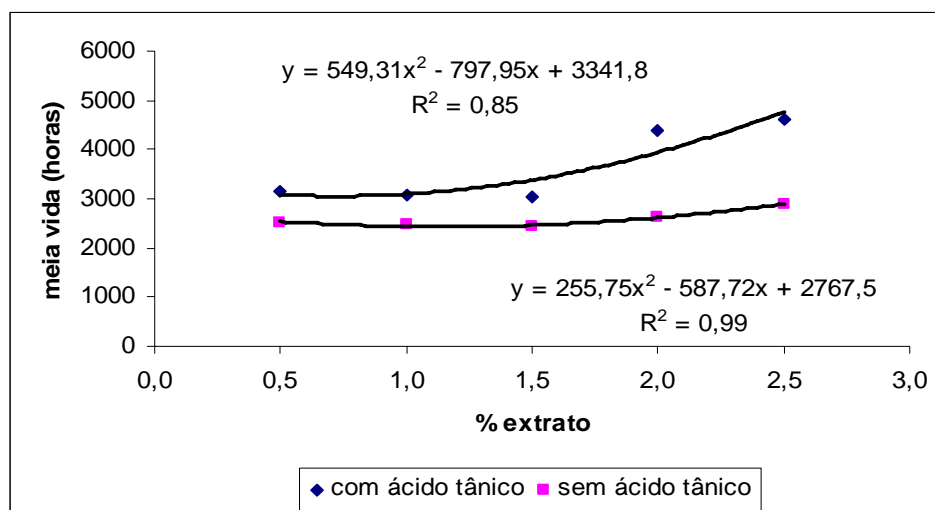


Gráfico 5 Tempo de meia vida dos iogurtes adicionados com extrato antociânico

Verificou-se que, assim como ocorre para a retenção de cor dos extratos, a meia vida aumenta com o aumento da concentração dos extratos. O tempo de meia vida dos iogurtes adicionados do extrato antociânico sem ácido tânico foi significativamente menor do que o tempo de meia vida dos iogurtes adicionados do mesmo extrato com ácido tânico.

Falcão et al. (2003) encontraram média de 5.188 horas de meia vida para os pigmentos dos iogurtes sem ácido tânico e aproximadamente 4.416 horas para o iogurte com ácido tânico. No presente trabalho observou-se o contrário. O menor valor médio de meia vida foi apresentado para os iogurtes sem ácido tânico, 2.593 horas (108 dias) e o maior valor médio de meia vida para os iogurtes com ácido tânico, 3.679 horas (153 dias). Já Gauche, Malagoli e Luiz (2010), usando concentração 1:1 do extrato de antocianinas e ácido tânico, encontraram, para soluções de antocianinas do extrato de uvas sem ácido tânico, um tempo de meia vida de 910 horas, enquanto, para o mesmo extrato

adicionado de ácido tânico, o tempo de meia vida foi de 2.585 horas, mostrando que o ácido tânico apresenta forte influência positiva sobre o tempo de meia vida desses pigmentos.

5 CONCLUSÃO

A maior conservação dos constituintes químicos ocorre nas cascas liofilizadas, porém, entre as temperaturas de secagem testadas, as cascas secas a 45°C apresentam maior conservação, tanto para as substâncias nutricionais quanto para os antioxidantes.

O aproveitamento das cascas de jaboticaba como aditivos para iogurtes pode ser uma alternativa para agregar valor a esse fruto, pois tanto os iogurtes acrescidos de farinha da casca como os acrescidos com o extrato antociânico obtiveram boa aceitação na análise sensorial e altas retenções de cor e de tempo de meia vida para todos os iogurtes, confirmando que a casca de jaboticaba pode ser usada como corante natural.

REFERÊNCIAS

ALBARICI, T. R.; PESSOA, J. D. C.; FORIM, M. R. **Efeito da variação de pH e temperatura sobre antocianinas na polpa de açaí: estudos espectrofotométricos e cromatográficos**. São Carlos: EMBRAPA, 2006. (Comunicado Técnico).

ARAÚJO, M. E. R. et al. Atividade de água em goiaba (*Psidium guajava* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001.

ASCHERI, D. P. R.; ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. Caracterização da farinha de bagaço de jabuticaba e propriedades funcionais dos extrusados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 897-905, out./dez. 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 18. ed. Maryland, 2005. 1094 p.

BARANAC, J. M.; PETRANOVIC, N. A.; DIMITRIC-MARKOVIC, J. M. Spectrophometric study of anthocyan copigmentation reactions. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Easton, v. 44, n. 1. p. 1333–336, 1996.

BARTNIK, M.; SZAFRANSKA, I. Changes in phytate content and phytase activity during the germination of some cereals. **Journal of Cereal Science**, London, v. 5, n. 1, p. 23- 28, 1987.

BORDIGNON JÚNIOR, C. L. et al. Influência do pH da solução extrativa no teor de antocianinas em frutos de morango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 29, n. 1, p. 183-188, jan./mar. 2009

BORGES, S. V.; BONILHA, C. C.; MANCINI, M. C. Sementes de jaca (*artocapus integrifolia*) e de abóbora (*curcubita moschata*) desidratadas em diferentes temperaturas e utilizadas como ingredientes em biscoitos tipo cookie. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 3, p. 317-321, jul./set. 2006.

BRANDÃO, S. C. C. Tecnologia da produção industrial do iogurte. **Leite e derivados**, São Paulo, v. 5, n. 25, p. 24-38, nov./dez. 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Mapa nº 46, de 23 de outubro de 2007. Adota o regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados, anexo à presente Instrução Normativa. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, de 24 de outubro de 2007. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 3 fev. 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o regulamento técnico referente à informação nutricional complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes). **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, de 16 jan. 1998. Disponível em: <<http://legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=97>> Acesso em: 30 dez. 2010.

BRENNAN, C. S. Dietary fiber, glycemic response, and diabetes. **Molecular Nutrition & Food Research**, Weinheim, v. 49, n. 6, p. 560-570, June 2005.

BROUILLARD, R. Chemical structure of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.). **Anthocyanins as food colors**. London: Academic, 1982. cap. 1, p. 1-40.

BROUILLARD, R. et al. The copigmentation reaction of anthocyanins: A microprobe for the structural study of aqueous solutions. **Journal American Chemical Society**, Easton, v. 111, n. 1, p. 2604-2611, 1989.

BROUILLARD, R. The in vivo expression of anthocyanin colour in plants. **Phytochemistry**, Great Britain, v. 22, n. 6, p. 311-23, 1983.

BRUNE, M.; ROSSANDER, L.; HALLBERG, L. Iron absorption and phenolic compounds: importance of different phenolic structures. **European Journal of Clinical Nutrition**, Pittsburgh, v. 43, n. 8, p. 547-558, 1989.

CARAMEZ, R. R. B. **Caracterização físico-química e estudo da estabilidade das antocianinas do cálice de Hibiscus sabdariffa L.** 1999.101p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

CHENG, S. C.; CHUNG, K. T. Mutagenicity and antimutagenicity studies of tannic acid and its related compounds. **Food and Chemical Toxicology**, Amsterdam, v. 38, n. 1, p. 1-5, 2000.

DIMITRIC-MARKOVIC, J. M. D. et al. A study of the IR spectra of the copigments of malvin chloride with organic acids. **Journal of the Serbian Chemical Society**, Belgrade, v. 66, n. 7, p. 451-462, 2001.

DIMITRIC-MARKOVIC, J. M. D.; PETRANOVIC N, A.; BARANAC, J. M. Spectrophotometric study of the copigmentation of malvin with caffeic and ferulic acids. **Journal Agricultural Food Chemistry**, [S. l.]: Easton, v. 48, p. 5530-5536, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Agrobiologia**. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br>>. Acesso em: 30 nov. 2010.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Área de proteção ambiental do Município de Coqueiral**. Belo Horizonte, 2002. Unidade de Consultoria e Projetos.

EMPSON, K. L.; LABUZA, T. P.; GRAF, E. Phytic acid as a food antioxidant. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, n. 2, p. 560-563, 1991.

FALCÃO, L. D. et al. Estabilidade das antocianinas extraídas de uvas Cabernet Sauvignon e betalaínas extraídas de beterrabas Asgrow Wonder adicionadas de ácido tânico em iogurte. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 58, n. 332, p. 18-24, maio/jun. 2003.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**: verão 4.6 (build 61) software. Lavras: DEX/UFLA, 2003. Disponível em: <<http://www.dex.ufla.br/danielff/dff02.htm>>. Acesso em: 15 dez. 2010.

FRÖLICH, W.; ASP, N. G. Minerals and phytate in the analysis of dietary fiber from cereals. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 62, n. 4, p. 238-242, 1985.

FRÜHBECK, G. et al. A modified method for the indirect quantitative analysis of phytate in foodstuffs. **Analytical Biochemistry**, Maryland, v. 225, n. 2, p. 206-212, 1995.

GAUCHE, C.; MALAGOLI, E. S.; LUIZ, M. T. B. Effect of pH on the copigmentation of anthocyanins from Cabernet Sauvignon grape extracts with organic acids. **Science Agriculture**, Piracicaba, v. 67, n. 1, p. 41-46, Jan./Feb. 2010.

GONNET, J. F. Colour effects of co-pigmentation of anthocyanins revisited-1: a colorimetric definition using the CIELAB scale. **Food Chemistry**, Great Britain, v. 63, n. 3, p. 409-4015, 1998.

GRAF, E.; EATON, J. W. Dietary suppression of colonic cancer: fiber or phytate? **Cancer**, Philadelphia, v. 56, n. 15, p. 717-718, 1985.

GRASES, F. et al. Urinary phytate in calcium oxalate stones formers and healthy people. **Scandinavian Journal of Urology and Nephrology**, Stockholm, v. 34, n. 3, p. 162-164, 2000.

GUTKOSKI, L. C.; TROMBETTA, C. Avaliação dos teores de fibra alimentar e de beta-glicanas em cultivares de aveia (*Avena sativa* L). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 387-390, 1999.

HALLIWELL, B. Review: vitamin C and genomic stability. **Mutation Research**, Amsterdam, v. 475, p. 29-15, 2001.

HARBORNE, J. B. The chromatographic identification of anthocyanin pigments. **Journal of Chromatography**, Amsterdam, v. 1, p. 473-488, 1958.

HERBÁRIO. **Jaboticaba**. Disponível em: <<http://www.herbario.com.br/dataherb16/jaboticaba.htm>>. Acesso em: 10 dez. 2010.

HUANG, M. T. et al. Inhibition of the mutagenicity of bay-region diol-epoxides of polycyclic aromatic hydrocarbons by tannic acid, hydroxylated anthraquinones and hydroxylated cinnamic acid derivatives. **Carcinogenesis**, New York, v. 6, p. 237-242, 1985.

INOUE, M. et al. Selective induction of cell death in cancer cells by gallic acid. **Biological and Pharmaceutical Bulletin**, Tokyo, v. 18, p. 1526-1530, 1995.

JACKMAN, R. L. et al. Anthocyanins as food colorants: a review. **Jornal of Food Biochemistry**, San Francisco, v. 11, n. 3, p. 201-247, 1987.

JARIWALLA, R. J. Anticancer effects of phytate. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 56, n. 3, p. 609, 1992.

JARIWALLA, R. J. et al. Lowering of serum cholesterol and triglycerides and modulation of divalent cations by dietary phytate. **Journal of Applied Nutrition**, Chicago, v. 42, n. 1, p. 18-28, 1990.

JULKUNEN-TIITO, R.; SORSA, S. Testing the effects of drying methods on willow flavonoids, tannins, and salicylates. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 27, p. 779-789, Apr. 2001.

KATSABOXAKIS, K.; PAPANICOLAOU, D.; MELANITOU, M. Stability of pigmented orange anthocyanins in model and real food system. **Italian Journal Food Science**, Pinerolo, v. 10, n. 1, p. 17-25, 1998.

KORZUCHOWSKA, A.; WILSKA J. J. Anthocyanins and chlorogenic acid copigmentation: influence on the colour of strawberry and chokeberry juices. **Lebensm Unters Forsch**, [S. l.], v. 203, n. 1, p. 38-42, 1996.

KROES, B. H. et al. Anti-inflammatory activity of gallic acid. **Planta Medica**, Stuttgart, v. 58, n. 6, p. 499-504, 1992.

KUSKOSKI, E. M. et al. Actividad antioxidante de pigmentos antocianicos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 691-693, Oct./Dec. 2004.

LATTA, M.; ESKIN, M. A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Easton, v. 28, n. 6, p. 1313-1315, 1980.

LEES, D. H.; FRANCIS, F. J. Standardization of pigment analyses in cranberries. **Hortscience**, Alexandria, v. 7, n. 1, p. 83-84, Feb. 1972.

LERAYER, A. L. S.; SALVA, T. J. G. **Leites fermentados e bebidas lácteas: tecnologia e mercado**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1997. 63 p.

LIMA, A. J. B. **Caracterização e atividade antioxidante da jabuticaba [*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg]**. 2009. 159 p. Tese (Doutorado em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

LIMA, A. J. B. et al. Caracterização química da fruta jabuticaba (*M. cauliflora* Berg) e de suas frações. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 58, n. 4, p. 416-421, 2008.

LIMA, L. C. O.; CARVALHO, V. D. **Bromatologia**. Lavras: UFLA, 1998. 108 p. (Apostila).

LIMA, V. L. A. G.; GUERRA, N. B. Antocianinas: atividade antioxidante e biodisponibilidade. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n. 37, p. 121-128, dez. 2003. Suplemento.

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. Antocianinas em suco de uva: composição e estabilidade. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 59-82, jan./jun. 2006.

MARKAKIS, P. Stability of anthocyanins in foods. In: MARKAKIS, P. (Ed.) **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic, 1982. Chapter 4, p. 41-65.

MARTINEZ, J.; GUEDES, M. C. Betalainas: desnitrificação e estudo da estabilidade em alimentos processados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2., 1998, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ, 1998. p. 1101-1104.

MATSUBARA, S. Alimentos funcionais: uma tendência que abre perspectivas aos laticínios. **Revista Indústria de Laticínios**, São Paulo, v. 6, n. 34, p. 10-18, 2001.

MATTOS, J. L. R. **Fruteiras nativas do Brasil: jabuticabeiras**. Porto Alegre: Nobel, 1983. 92 p.

MAZZA, G.; MINIATI, E. **Anthocyanins in fruits, vegetables and grains**. Boca Raton: CRC, 1993. 362 p.

MELO, E. C.; RADÜNZ L. L.; MELO, R. C. M. Influência do processo de secagem na qualidade de plantas medicinais: revisão. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 12, n. 4, p. 307-315, out./dez. 2004

MENDELSON, M. K.; MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. K. **Alimentos nutrição e dietoterapia**. 11. ed. São Paulo: Rocca, 2005.

MESSINA, M.; BARNES, S. The role of soy products in reducing risk of cancer. **Journal of National Cancer Institute**, Bethesda, v. 83, n. 8, p. 541-546, 1991.

MINIATI, E.; DAMIANI, P.; MAZZA, G. Copigmentation and self-association of anthocyanins in food model systems. **Italian Journal Food Science**, Pinerolo, v. 4, n. 2, p. 109-116, 1992.

MOURA, R. S. F. et al. Efeito da temperatura e da velocidade do ar na secagem de caju. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001, Pelotas. **Anais...** Pelotas: [s. n.], 2001. 1 Cd Rom.

NEGRI, M. L. S. **Secagem das folhas de espinheira-santa – *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss. sob diferentes temperaturas e influência nos teores de polifenóis, na atividade antioxidante e nos aspectos microbiológicos**. 2007. 79 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

OSAWA, Y. Copigmentation of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic, 1982. Chapter 2, p. 41-65.

PARK, K. J.; YADO, M. K. M.; BROD, F. P. R. Estudo de secagem de pêra barlett (*Pyrus SP.*) em fatias. **Boletim da sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, p. 288-292, 2001.

PEIXOTO SOBRINHO, T. J. S. et al. Otimização de metodologia analítica para o doseamento de flavonoides de bauhinia cheilantha (bongard) steudel. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 2, p. 288-291, 2010.

PENNINGTON, J. A. T. Food composition databases for bioactive food components. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 15, n. 4, p. 419-434, 2002.

PONTES, L. V. **Avaliação sensorial e instrumental da cor de misturas em pó para refresco, bebida isotônica e gelatina utilizando corantes naturais**. 2004. 86 p. Tese (Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

PRADO, M. A; GODOY, H. T. Corantes artificiais em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 14, n. 2, p. 237-250, 2003

RAMIREZ, M. R. et al. Estudo fitoquímico das frutas de psidium cattleianum sabine e eugenia pyriformis cambess. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 32., 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: RASBQ, 2009.

RE, R. et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, Los Angeles, v. 26, n. 9/10, p. 1231-1237, May 1999.

RODRIGUES, F. C. **Guia prático para elaboração de iogurte e bebida láctea: curso básico para iniciantes**. Juiz de fora: Instituto de Laticínios Cândido Tostes, 1998. 50 p.

RUFINO, M. S. M. et al. **Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS⁺**. Fortaleza: EMBRAPA, 2007.

SARNI-MANCHADO, P. S. et al. Stability and color of unreported wine anthocyanin-derived pigments. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 61, n. 5, p. 938-941, 1996.

SASSO, S. A. Z. **Propagação vegetativa de jabuticabeira**. 2009. 64 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2009.

SCHENKEL, E. P.; CARVALHO, J. C. T.; GOSMANN, G. Compostos fenólicos simples e heterosídicos. In: SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2007. cap. 20, p. 519-535.

SGARBIERI, V. C. **Alimentação e nutrição: fator saúde e desenvolvimento**. São Paulo: Almed, 1987. 387 p.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos proteicos: propriedades, degradações e modificações**. São Paulo: Varela, 1996. 517 p.

SILVA, D. C. G. **Desenvolvimento de iogurte à base de leite de cabra com extrato hidrossolúvel de soja**. 2010. 140 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, 1997. 317 p.

SILVA, W. S. **Qualidade e atividade antioxidante em frutos de variedades de aceroleira**. 2008. 134 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

STRINGHETA, P. C. **Identificação da estrutura e estudo da estabilidade das antocianinas extraídas da fluorescência de capim gordura (*Melinis minutiflora*, Pal de Beauv)**. 1991. 138 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.

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

TAMINE, A. Y.; ROBINSON, R. K. **Yoghurt science and technology**. Cambridge: Woodhead, 1999.

TERCI, D. B. L.; ROSSI, A. V. Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução? **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 684-688, jul. 2002.

VALDUGA, E. et al. Extração, secagem por atomização e microencapsulamento de antocianinas do bagaço da uva Isabel (*Vitis labrus*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1568-1574, set./out. 2008.

VOLP, A. C. P. Flavonóides anthocyanins: características e propriedades na nutrição e saúde. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, Porto Alegre, v. 23, n. 2, p. 141-149, 2008.

VUCENIK, I.; SHAMSUDDIN, A. M. Cancer inhibition by inositol hexaphosphate (IP6) and inositol: from laboratory to clinic. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 133, p. 3778-3784, 2003.

WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R. Total antioxidant capacity of fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 44, n. 3, p. 701-705, Nov. 1996.

YOON, J. H.; THOMPSON, L. U.; JENKINS, D. J. A. The effect of phytic acid on in vitro rate of starch digestibility and blood glucose response. **American Journal of Clinical Nutrition**, Stanford, v. 38, n. 6, p. 835-842, 1983.

ZUANAZZI, J. A. S.; MONTANHA, J. A. Flavonóides. In: SIMÕES, C. M. O. et al. **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. 6. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2007. cap. 23, p. 577-614.

ANEXO A

Tabela 1A	Resumo da análise de variância da composição centesimal das cascas de jabuticaba submetidas a quatro processos de secagem	88
Tabela 2A	Resumo da análise de variância dos compostos bioativos e da atividade antioxidante das cascas de jabuticaba submetidas a quatro processos de secagem	88
Tabela 3A	Resumo da análise de variância dos parâmetros dos testes sensoriais de aceitação dos iogurtes adicionados com farinha de cascas de jabuticaba	89
Tabela 4A	Resumo da análise de variância para os parâmetros dos testes sensoriais de aceitação dos iogurtes adicionados com extrato antociânico de cascas de jabuticaba.....	89
Tabela 5A	Resumo da análise de variância das análises de regressão dos testes de retenção de cor e tempo de meia vida dos iogurtes adicionados com farinha de cascas de jabuticaba e do extrato antociânico.....	90

Tabela 1A Resumo da análise de variância da composição centesimal das cascas de jabuticaba submetidas a quatro processos de secagem

FV	GL	Quadrado médio					
		Proteína bruta	Extrato etéreo	Cinzas	Fibra solúvel	Fibra Insolúvel	Extrato não nitrogenado
Tratamento	3	0,428**	0,003 NS	0,153 NS	2,293*	22,121**	38,600**
Resíduo	16	0,029	0,003	0,054	0,455	1,976	2,329
CV (%)		2,71	9,28	7,26	8,28	4,95	2,86

*Significativo, a 5% de probabilidade pelo teste F.

** Significativo, a 1% de probabilidade pelo teste F.

NS= Não significativo.

Tabela 2A Resumo da análise de variância dos compostos bioativos e da atividade antioxidante das cascas de jabuticaba submetidas a quatro processos de secagem

FV	GL	Quadrado médio				
		Vitamina C	Fitato	Polifenóis	Antocianinas	Atividade antioxidante
Tratamento	3	38540,665**	0,0470**	3,098**	45,931**	136710,816**
Resíduo	16	16,577	0,0001	0,010	0,004	129,117
CV (%)		1,07	1,23	1,15	0,87	2,75

** Significativo, a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3A Resumo da análise de variância para os parâmetros dos testes sensoriais de aceitação dos iogurtes adicionados com farinha de cascas de jabuticaba

FV	GL	Quadrado médio				
		Cor	Aparência	Sabor	Textura	Aspecto global
Amostra	4	47,620**	27,026**	8,246*	2,666 NS	4,216*
Provador	49	6,043**	5,651**	6,140**	6,736**	5,613**
Resíduo	196	1,755	1,395	1,881	1,262	1,240
CV (%)		21,03	18,15	21,07	16,25	16,75

*Significativo, a 5% de probabilidade pelo teste F.

** Significativo, a 1% de probabilidade pelo teste F.

NS= Não significativo.

Tabela 4A Resumo da análise de variância para os parâmetros dos testes sensoriais de aceitação dos iogurtes adicionados com extrato antociânico de cascas de jabuticaba

FV	GL	Quadrado médio				
		Cor	Aparência	Sabor	Textura	Aspecto global
Amostra	4	92,954**	27,934**	20,364**	0,860 NS	0,274 NS
Provador	49	6,419**	9,499**	11,150**	11,388**	7,823**
Resíduo	196	1,878	1,728	1,950	1,440	1,223
CV (%)		22,68	21,82	23,33	19,23	17,71

** Significativo, a 1% de probabilidade pelo teste F.

NS = Não significativo.

Tabela 5A Resumo da análise de variância das análises de regressão dos testes de retenção de cor e tempo de meia vida dos iogurtes adicionados com farinha de cascas de jabuticaba e do extrato antociânico

FV	GL	Quadrado médio			
		Retenção de cor (F)	Tempo meia vida (F)	Retenção de cor (E)	Tempo meia vida (E)
Farinha (F) / Extrato (E)	4	5,450**	59787,780*	22,263**	887749,288**
Ácido (A)	1	8,818**	103357,691*	188,805**	5727025,478**
F*A/ E*A	4	4,468*	45589,511*	4,916**	382526,151**
Resíduo	10	0,754	11097,068	0,687	32029,403
CV(%)		1,17	4,16	1,06	5,73

*Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

** Significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.