



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

GEIRLA JANE FREITAS DA SILVA

FORMULAÇÃO, ESTABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO DE CORANTES
DE ANTOCIANINAS EXTRAÍDAS DAS CASCAS DE MANGOSTÃO
(*Garcinia mangostana L.*) E JABUTICABA (*Myciaria spp.*)

FORTALEZA

2010

GEIRLA JANE FREITAS DA SILVA

**FORMULAÇÃO, ESTABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO DE CORANTES DE
ANTOCIANINAS EXTRAÍDAS DAS CASCAS DE MANGOSTÃO (*Garcinia
mangostana L.*) E JABUTICABA (*Myciaria spp.*)**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^a Dra. Patrícia Beltrão Lessa Constant
Co-orientador: Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo

FORTALEZA

2010

S578f Silva, Geirla Jane Freitas da
Formulação, estabilidade e caracterização de corantes de antocianinas
extraídas das cascas de mangostão (*Garcinia mangostana* L.) e jabuticaba
(*Myrciaria* spp.) / Geirla Jane Freitas da Silva, 2010.
102 f. ; il. color. enc.

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia Beltrão Lessa Constant
Co-orientadora: Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo
Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de
Ciências Agrárias, Depto. de Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2010.

1. Corantes. 2. Antocianinas. 3. Mangostão. 4. Jabuticaba. I. Constant,
Patrícia Beltrão Lessa (Orient.). II. Figueiredo, Raimundo Wilane de. III.
Universidade Federal do Ceará – Programa de Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia de Alimentos. IV. Título.

CDD 664

GEIRLA JANE FREITAS DA SILVA

**FORMULAÇÃO, ESTABILIDADE E CARACTERIZAÇÃO DE CORANTES DE
ANTOCIANINAS EXTRAÍDAS DAS CASCAS DE MANGOSTÃO (*Garcinia
mangostana L.*) E JABUTICABA (*Myciaria spp.*)**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Dissertação aprovada em: 29 / 03 /2010.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dr^a. Patrícia Beltrão Lessa Constant
Orientadora

Prof. Dr. Raimundo Wilane de Figueiredo
Co-orientador

Prof. Dr. Geraldo Arraes Maia
Membro

Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa
Membro

Dr^a. Maria Leônia da Costa Gonzaga
Membro

À Deus, pela presença constante em minha vida.

Aos meus pais, pelo apoio total e incondicional.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela oportunidade da vida, pelas pessoas que põem em meu caminho e por confiar tanto em mim.

Ao Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade.

À Fundação Cearense de Amparo à Pesquisa (FUNCAP), pela bolsa concedida.

À Universidade Federal de Viçosa, particularmente ao professor Paulo César Stringheta, pela disponibilização do Laboratório de Pigmentos Naturais e Secagem.

À minha orientadora Patrícia Beltrão Lessa Constant, pela amizade, respeito, incentivo, ensinamentos, paciência e por sempre me tranquilizar nos momentos difíceis desse trabalho.

Ao meu co-orientador Raimundo Wilane de Figueiredo, pelo exemplo de competência e profissionalismo.

Ao professor Geraldo Arraes Maia, por participar dessa banca e por todos os ensinamentos transmitidos.

A Paulo Henrique Machado de Sousa, por sua disponibilidade, presteza e sugestões de melhoramentos.

À Maria Leônia da Costa Gonzaga, por participar desta banca, e pelas valiosas sugestões de melhoramentos desse trabalho.

À professora Maria do Carmo Passos Rodrigues, pela amizade, incentivos constantes e pelo exemplo de vida.

Ao professor Marcos Rodrigues Amorim Afonso, pela disponibilidade de sua sala para montagem da câmara de luz.

À Andréa Gomes da Silva, pelo fornecimento dos extratos, o que permitiu o desenvolvimento desse trabalho.

Aos funcionários do DETAL, especialmente a Paulo Mendes, pela ajuda sempre bem humorada.

Aos meus pais Maria José e Ludovino, pelo amor, carinho, atenção, cuidados, educação, pelos exemplos de garra e confiança no futuro e por sempre terem me incentivado em quaisquer dos caminhos que optei. Nunca poderei expressar o quanto lhes sou grata.

Aos meus irmãos Geisa, Roberto, Robério, Rogério (*in memoriam*), Jerusa e Ludovino Filho, pela convivência, companheirismo, presença e por me fazerem sentir parte do mundo. Desculpem as horas ausentes.

Às minhas cunhadas Neuzélia e Ana Carolina e ao meu cunhado Jean-Louis, pela convivência, agradáveis companhias e apoio.

Aos meus sobrinhos Brena, Roberto Júnior, Andrey, Vinicius, Emanuel, Kelly, Kélvia, Bruna, Giovanna, Ludovino Neto, João Gabriel e Mélanie. Suas espontaneidades suavizam os dias.

Às minhas amigas Aline, Tatiana, Ana Lúcia Fernandes e Virgínia Kelly, pelas agradáveis companhias e sinceras amizades ao longo desses anos.

À Alexandra, Alessandra Martins, Gisele, Eliamara, Rogleijiania, Denise, Bruna e Rogério, pela amizade desde os anos da graduação, momentos compartilhados e encorajamento mútuos.

À Ana Lúcia Sousa, Nielma, Ricardo, Lincoln, Ytamicoele, Idembergue, Aryanne e Robson, pelos momentos inesquecíveis em determinados dias da semana, sempre tão divertidos. Às vezes, verdadeiros refúgios.

À Iranilde, Débora, Deusdedit, Maryane e Jéssica, pela amizade, respeito e incentivos diários.

Aos colegas do curso de mestrado Alaís, Ana Valquíria, Eliardo, Giovana, Rafaela, Suelane, Cristiane, Simone, Isabel, Josália, Roberta, Priscila e Erbênia pela convivência e solidariedade, em especial a Suelane, pela ajuda e companhia durante algumas fases dessa pesquisa.

Aos companheiros do laboratório de Frutos e Hortaliças Alessandra, Aline, Cynthia, David, Denise Josino, Hilda, Jorgiane, Larissa, Leônia, Nara, Natália, Thiago e Virlane, pela companhia, apoio e por tornarem o trabalho mais descontraído.

A todos aqueles que não foram citados, mas que participaram de forma direta ou indireta na realização desse trabalho,

Muito obrigada a todos!

Sem vocês esse trabalho não teria sido possível!

*“Confie sempre.
Não percas a tua fé entre as sombras do mundo.
Ainda que os teus pés estejam sangrando, segue em frente,
erguendo-a por luz celeste, acima de ti mesmo.
Crê e trabalha.
Esforça-te no bem e espera com paciência.
Tudo passa e tudo se renova na terra, mas o que vem do céu permanecerá.
De todos os infelizes, os mais desditosos são os que perderam
a confiança em Deus e em si mesmo, porque o maior infortúnio
é sofrer a privação da fé e prosseguir vivendo.
Eleva, pois, o teu olhar e caminha.
Luta e serve.
Aprende e adianta-te.
Brilha a alvorada além da noite.
Hoje, é possível que a tempestade te amarfanhe o coração e te atormente o ideal,
aguilhoando-te com a aflição ou ameaçando-te com a morte.
Não te esqueças, porém, de que amanhã será outro dia...”*

Chico Xavier

RESUMO

A busca de fontes alternativas de pigmentos naturais tem estimulado o desenvolvimento de pesquisas em diferentes frutos tropicais, dentre eles o mangostão e a jabuticaba. Além da capacidade de conferir cor, por serem ricos em antocianinas e polifenóis não-antociânicos, esses dois frutos também possuem capacidade antioxidante na captura de radicais livres, responsáveis, dentre outras ações, pela proliferação de células tumorais e pelo envelhecimento precoce. Assim, o objetivo dessa pesquisa foi caracterizar e avaliar a estabilidade de corantes formulados a partir de cascas de mangostão e de jabuticaba. Os pigmentos naturais desses frutos foram associados a dois veículos estabilizantes (maltodextrina e goma arábica), submetidos a dois processos de desidratação (atomização e liofilização) e expostos a luz a uma temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$, comparando-se com amostras controle não expostas a luz, armazenadas a $10 \pm 2^\circ\text{C}$. A estabilidade foi avaliada através de análises de antocianinas totais, polifenóis totais, atividade antioxidante total e avaliação colorimétrica. Os teores antociânicos mostraram-se superiores na jabuticaba ($p < 0,05$). No entanto, o mangostão apresentou maiores teores de antioxidantes totais e polifenóis totais ($p < 0,05$) devido à presença de polifenóis não-antociânicos na casca desse fruto, tais como as xantonas. Houve uma maior degradação desses compostos nas amostras armazenadas sob luz a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e também naquelas submetidas ao processo de atomização quando comparadas com as amostras liofilizadas, evidenciando o efeito deletério do calor sobre a estabilidade desses compostos bioativos. Quando aplicados em iogurtes, os corantes liofilizados mostraram-se adequados na conservação da cor até o final do período de armazenamento. As cascas de mangostão e jabuticaba apresentaram-se como boas fontes de pigmentos naturais, apresentando-se como alternativas viáveis na obtenção de corantes.

Palavras chaves: corantes, antocianinas, mangostão, jabuticaba.

ABSTRACT

The search for alternative sources of natural pigments has stimulated the development of researches in different tropical fruits, such as the mangosteen and jabuticaba. These fruits moreover of give color due they are rich in anthocyanins and non-anthocyanin polyphenols, also have antioxidant capacity by free radicals capture that are responsible for proliferation of tumor cells and the aging. Therefore, the objective of the study was to characterize and evaluate the colorants stability formulated with mangosteen and jabuticaba peels. The natural pigments of these fruits were associated with two stabilizers vehicles (maltodextrin and gum arabic), submitted to two dehydration processes (spray and freeze drying) and exposed to light at a temperature of 25 ± 2 °C, comparing to control samples, not exposed to light at a temperature 10 ± 2 °C, stored under refrigeration. The stability of mangosteen and jabuticaba pells by total anthocyanins, total extractable polyphenols, total antioxidant activity and colorimetric characterization. The anthocyanic contents were higher ($p < 0.05$) in the jabuticaba. However, the mangosteen had the higher ($p < 0.05$) total antioxidant and total polyphenols. This is due the presence of non-anthocyanin polyphenols in the mangosteen peel, such as xanthones. There was a higher degradation of these compounds in the samples submitted to spray drying when compared to freeze drying, showing the deleterious effects of the heating in the bioactive compounds stability. When used in the yogurts, the pigments freeze dried were stable, maintaining the color of the product until the end of storage. The pigments of mangosteen and jabuticaba peels were good sources of natural pigments, showing as viable alternatives in the pigment obtaining.

Key words: pigments, anthocyanins, mangosteen, jabuticaba fruit.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura básica dos flavonóides.	25
Figura 2 - Cátion <i>flavilium</i>	26
Figura 3 - As antocianidinas.	27
Figura 4 - Formas estruturais de antocianinas em solução aquosa.	29
Figura 5 - Fluxograma de obtenção do corante em pó.	37
Figura 6 - Espaço de cores do sistema CIELAB.	40
Figura 7 - Espaço de cores L*, h*, c*.	40
Figura 8 - Antocianinas totais (mg/ 100 g) dos corantes atomizados durante 21 dias de armazenamento sob incidência de luz, a 25 °C.	48
Figura 9 - Antocianinas totais (mg/ 100 g) dos corantes atomizados durante 21 dias de armazenamento ao abrigo da luz, a 10 °C.	48
Figura 10 - Polifenóis totais (mg de ácido gálico/ 100 g) dos corantes atomizados durante 21 dias de armazenamento sob incidência de luz, a 25 °C.	51
Figura 11 - Polifenóis totais (mg de ácido gálico/ 100 g) dos corantes atomizados durante 21 dias de armazenamento ao abrigo da luz, a 10 °C.	53
Figura 12 - Antioxidantes totais (µM de Trolox/ g) dos corantes atomizados durante 21 dias de armazenamento sob incidência de luz, a 25 °C.	54
Figura 13 - Antioxidantes totais (µM de Trolox/ g) dos corantes atomizados durante 21 dias de armazenamento ao abrigo da luz, a 10 °C.	55
Figura 14 - Antocianinas toais (mg/ 100 g) dos corantes atomizados durante 21 dias de armazenamento sob incidência de luz, a 25 °C.	58
Figura 15 - Antocianinas toais (mg/ 100 g) dos corantes atomizados durante 21 dias de armazenamento ao abrigo da luz, a 10 °C.	58
Figura 16 - Polifenóis totais (mg de ácido gálico/ 100 g) dos corantes atomizados durante 21 dias de armazenamento sob incidência de luz, a 25 °C.	61
Figura 17 - Polifenóis totais (mg de ácido gálico/ 100 g) dos corantes atomizados durante 21 dias de armazenamento ao abrigo da luz, 10 °C.	61
Figura 18 - Antioxidantes totais (µM Trolox/ g) dos corantes atomizados durante 21 dias de armazenamento sob incidência de luz, a 25 °C.	63

Figura 19 - Antioxidantes totais (μM Trolox/ g) dos corantes atomizados durante 21 dias de armazenamento ao abrigo da luz, a 10 °C.....	64
Figura 20 - Curvas de degradação de polifenóis dos corantes de mangostão, sob incidência de luz, a 25 °C, durante 21 dias.....	66
Figura 21 - Curvas de degradação de polifenóis dos corantes de mangostão em ausência de luz, a 10 °C, durante 21 dias.....	66
Figura 22 - Curvas de degradação de polifenóis dos corantes de jabuticaba, sob incidência de luz, a 25 °C, durante 21 dias.....	67
Figura 23 - Curvas de degradação de polifenóis dos corantes de jabuticaba, em ausência de luz a 10 °C, durante 21 dias.....	67
Figura 24 - Curvas de degradação dos pigmentos antociânicos dos corantes de mangostão, sob incidência de luz, a 25 °C, durante 21 dias.	69
Figura 25 - Curvas de degradação dos pigmentos antociânicos dos corantes de mangostão em ausência de luz a 10 °C, durante 21 dias.	69
Figura 26 - Curvas de degradação dos pigmentos antociânicos dos corantes de jabuticaba, sob incidência de luz, a 25 °C, durante 21 dias.	70
Figura 27 - Curvas de degradação dos pigmentos antociânicos dos corantes de jabuticaba, em ausência de luz a 10 °C, durante 21 dias.	70
Figura 28 - Comportamento de c^* (saturação) dos corantes de mangostão sob incidência de luz, a 25 °C.	73
Figura 29 - Comportamento de c^* (saturação) dos corantes de jabuticaba sob incidência de luz, a 25 °C.	73
Figura 30 - Comportamento de h^* (tonalidade) dos corantes de mangostão sob incidência de luz, a 25 °C.	74
Figura 31 - Comportamento de h^* (tonalidade) dos corantes formulados de jabuticaba sob incidência de luz, a 25 °C.....	74
Figura 32 - Coordenada c^* (saturação) dos iogurtes adicionados dos corantes liofilizados de mangostão e jabuticaba, durante 45 dias de armazenamento.....	79
Figura 33 - Coordenada h^* (tonalidade) dos iogurtes adicionados de corantes liofilizados de mangostão e jabuticaba, durante 45 dias de armazenamento.....	79
Figura 34 - Curvas de degradação dos pigmentos antociânicos das amostras I-ML-MDGA e I-JL-MDGA, durante 45 dias de armazenamento.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Polifenóis extraíveis totais (PET), antocianinas totais e atividade antioxidante total (AAT) das cascas dos frutos e dos extratos antociânicos de mangostão e jabuticaba.	43
Tabela 2 - Teores iniciais de polifenóis, antocianinas, antioxidantes e coordenadas colorimétricas dos corantes de mangostão e jabuticaba.	45
Tabela 3 - Médias de polifenóis totais (mg de ácido gálico/ 100 g) dos corantes atomizados de mangostão e jabuticaba durante 21 dias de armazenamento a 10 °C, ao abrigo da luz.	53
Tabela 4 - Médias de antioxidantes totais (μM Trolox/ g) dos corantes atomizados de mangostão e jabuticaba durante 21 dias de armazenamento a 10 °C, ao abrigo da luz.	56
Tabela 5 - Médias de polifenóis totais (mg ácido gálico/ 100 g) dos corantes atomizados de mangostão e jabuticaba durante 21 dias de armazenamento a 10 °C, ao abrigo da luz.	62
Tabela 6 - Médias de antioxidantes totais (μM Trolox/ g) dos corantes atomizados de mangostão e jabuticaba durante 21 dias de armazenamento a 10 °C, ao abrigo da luz.	65
Tabela 7 - Constante de degradação k (h^{-1}) e tempo de meia vida $t_{1/2}$ (h) do teor de polifenóis nos corantes de mangostão e jabuticaba, na presença de luz, a 25 ± 2 °C e na ausência de luz, a 10 ± 2 °C, durante 21 dias.	68
Tabela 8 - Constantes de degradação k (h^{-1}) e do tempo de meia vida $t_{1/2}$ (h) para os teores antociânicos dos corantes formulados de mangostão e jabuticaba.	71
Tabela 9 - Parâmetros colorimétricos de degradação para os corantes formulados de mangostão e jabuticaba na presença de luz, a 25 ± 2 °C.	75
Tabela 10 - Parâmetros colorimétricos e teor antociânico iniciais dos iogurtes naturais adicionados de corantes liofilizados de mangostão e jabuticaba.	77
Tabela 11 - Parâmetros colorimétricos para os iogurtes com corantes liofilizados de mangostão e jabuticaba, ao longo de 45 dias de armazenamento, sob refrigeração.	77
Tabela 12 - Constantes de degradação k (h^{-1}) e tempo de meia vida $t_{1/2}$ (h) dos corantes liofilizados adicionados iogurtes adicionados de corantes atomizados de mangostão e jabuticaba, durante 45 dias de armazenamento.	80

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A - Análise de variância das amostras atomizadas armazenadas ao abrigo da luz, a 10 ± 2 °C.....	95
APÊNDICE B - Análise de regressão das amostras atomizadas armazenadas ao abrigo da luz, a 10 ± 2 °C – Polifenóis totais, antocianinas totais.....	96
APÊNDICE C - Análise de regressão das amostras atomizadas armazenadas ao abrigo da luz, a 10 ± 2 °C – Antioxidantes totais e polifenóis totais.....	97
APÊNDICE D - Análise de regressão das amostras atomizadas armazenadas sob incidência de luz, a 25 ± 2 °C – Antioxidantes totais, polifenóis totais, antocianinas totais.....	98
APÊNDICE E - Análise de variância do efeito do calor das amostras armazenadas ao abrigo da luz, a 10 ± 2 °C e sob incidência de luz, a 25 ± 2 °C– Antioxidantes totais, polifenóis totais, antocianinas totais.....	99
APÊNDICE F - Análise de regressão do efeito do calor das amostras armazenadas ao abrigo da luz, a 10 ± 2 °C e sob incidência de luz, a 25 ± 2 °C – Antioxidantes totais, polifenóis totais, antocianinas totais.....	100
APÊNDICE G - Médias \pm desvio padrão dos corantes de mangostão e jabuticaba em função do tempo de armazenamento - Antioxidantes totais.....	101
APÊNDICE H - Médias \pm desvio padrão dos corantes de mangostão e jabuticaba em função do tempo de armazenamento - Polifenóis totais.....	102
APÊNDICE I - Médias \pm desvio padrão dos corantes de mangostão e jabuticaba em função do tempo de armazenamento - Antocianinas totais.....	103
APÊNDICE J - Equações das retas e R^2 das amostras atomizadas submetidas à análise de estabilidade.....	104
APÊNDICE K - Equações das retas e R^2 das amostras liofilizadas e atomizadas com 15% de maltodextrina e 15% de goma arábica.....	105

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	18
2.1	Objetivo Geral	18
2.2	Objetivos específicos	18
3	REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1	Mangostão	19
3.2	Jaboticaba	21
3.3	Compostos fenólicos	23
3.3.1	Flavonóides	24
3.3.1.1	Antocianinas.....	26
3.4	Corantes	31
3.5	Atomização e liofilização	32
3.6	Maltodextrina e goma arábica	34
4	MATERIAL E MÉTODOS	35
4.1	Matérias primas	35
4.2	Obtenção do extrato antociânico	35
4.3	Formulação dos corantes	36
4.4	Caracterização das matérias primas, dos extratos antociânicos e dos corantes formulados.	38
4.4.1	Antocianinas Totais	38
4.4.2	Polifenóis Extraíveis Totais	38
4.4.3	Atividade Antioxidante Total (AAT)	39
4.4.4	Avaliação colorimétrica.....	39
4.5	Cinética de degradação dos compostos fenólicos e dos pigmentos antociânicos	41
4.6	Aplicação dos corantes liofilizados em iogurtes	41
4.7	Planejamento e análise estatística	42
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	43
5.1	Caracterização da matéria prima e dos extratos antociânicos	43
5.2	Caracterização dos corantes formulados de mangostão e jaboticaba	45
5.3	Avaliação da estabilidade nas amostras atomizadas.	46
5.3.1	Antocianinas Totais	47

5.3.2	Polifenóis extraíveis totais (PET).....	50
5.3.3	Atividade antioxidante total (AAT).....	54
5.4	Efeito do calor	56
5.4.1	Antocianinas Totais	57
5.4.2	Polifenóis extraíveis totais (PET).....	60
5.4.3	Atividade antioxidante total (AAT).....	63
5.5	Cinética de degradação	65
5.6	Avaliação Colorimétrica	72
5.7	Aplicação dos corantes liofilizados de mangostão e jabuticaba em iogurtes	76
6	CONCLUSÕES	81
	REFERÊNCIAS	82
	APÊNDICES	95

1 INTRODUÇÃO

A cor é um atributo sensorial importante para o consumidor, sendo um fator determinante na escolha dos alimentos. Na indústria alimentícia, adicionam-se corantes para restituir a cor original perdida durante o processamento. No entanto, é cada vez mais reduzida a quantidade de corantes sintéticos permitidos, em razão de suas toxicidades.

A busca de fontes naturais viáveis de pigmentos é um desafio para a indústria de alimentos. Esses compostos, além da propriedade de conferir cor, também possuem propriedades funcionais, trazendo efeitos benéficos na saúde de quem os consome. Podem ser citados como prováveis fontes de pigmentos naturais o mangostão e a jabuticaba.

O mangostão é um fruto climatérico (YU et al., 2007). Seu pericarpo é rico em compostos bioativos, tais como antocianinas, taninos condensados e xantonas (FU et al., 2007). Seu cultivo é comum no sudeste asiático (SACRAMENTO; COELHO JÚNIOR, 2005), sendo cultivado no Brasil principalmente nas regiões do Recôncavo Baiano e na região Amazônica, no estado do Pará (MORAES; GARCIA; MOREIRA, 2006).

A jabuticaba é uma fruta nativa brasileira, sendo cultivada em alguns estados da região Sudeste do país (MELETTI, 2000). É um fruto climatérico (CORRÊA; PINTO; ONO, 2007), apresentando casca avermelhada e polpa agridoce (LIMA et al., 2008), sendo utilizada tanto para a produção de geléias, vinhos, vinagres e licores como para o consumo *in natura* (DONADIO, 2000). Apresentam um alto teor de antocianinas, principalmente na casca, quando comparados com a polpa (TERCI, 2004).

Diversas pesquisas mostram que a ingestão de alimentos contendo compostos bioativos com capacidade antioxidante está associada a uma menor incidência de doenças crônico-degenerativas, causando, assim, um maior interesse no consumo de alimentos ricos em antioxidantes naturais (HRAS et al., 2000).

Devido ao crescente interesse pela obtenção e aplicação de pigmentos naturais em sistemas alimentícios, fazem-se necessários estudos de novas fontes de obtenção desses pigmentos, a fim de se obter informações sobre sua estabilidade, bem como de suas propriedades funcionais, com destaque para a capacidade antioxidante.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver formulações de corantes de antocianinas extraídos das cascas dos frutos de mangostão (*Garcinia mangostana L.*) e jabuticaba (*Myrciaria spp.*), a fim de avaliar sua estabilidade e sua aplicabilidade em alimentos.

2.2 Objetivos específicos

- Estudar a viabilidade de extração de pigmentos antociânicos obtidos a partir das cascas de mangostão e de jabuticaba;
- Estudar o efeito da adição dos carboidratos maltodextrina e goma arábica, em diferentes proporções, como veículos estabilizantes do pigmento, na formulação de corantes;
- Verificar a influência da ação do calor na obtenção do corante em pó, através da desidratação por meio de atomização e liofilização;
- Avaliar a estabilidade dos corantes liofilizados quando aplicados em iogurtes.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Mangostão

O mangostão (*Garcinia mangostana* L.), também conhecido como mangostini, mangostin (aportuguesamento do inglês *mangosteen*) e mangosta, é o principal fruto tropical asiático (SACRAMENTO et al., 2007), sendo consideradas por muitos asiáticos como a mais saborosa fruta do mundo, o “manjar dos deuses” (NASCIMENTO et al., 2001).

É considerada a rainha das frutas (FU et al., 2007). Esse nome é devido ao fato de a rainha Vitória, da Inglaterra (1819-1901) ter prometido o título de *Sir* (Cavaleiro da Rainha) a quem lhe trouxesse a mesma. Ao prová-la, afirmou nunca ter antes provado uma fruta tão saborosa (SACRAMENTO; COELHO JÚNIOR, 2005).

Pertence à família *Clusiaceae*, das quais também se destacam o mangostão amarelo (*Garcinia xanthochymus* Hook), o bacuri (*Platnia insignis*), o bacupari (*Rheedia macoiphylla*) e o abricó do Pará (*Mammea americana*) (CAVALCANTE; JESUS; MARTINS, 2006).

O mangostanzeiro é uma árvore de porte médio a alto, chegando a atingir 25 m de altura (BASTOS; BEZERRA; SANTOS, 2001). Possui formato piramidal, semelhante a um jambeiro, com folhas simples, de coloração verde-escura. Adapta-se bem em solos profundos argilo-arenosos, bem drenados e, preferivelmente, com alto teor de matéria orgânica (SACRAMENTO; COELHO JÚNIOR, 2005).

Segundo Sacramento et al. (2007), a cultura é adaptada às condições de clima quente e úmido (25 °C a 30 °C, com umidade relativa acima de 80%), e de acordo com Palapol et al. (2009), essas condições são as mesmas adequadas ao seu armazenamento.

Por ser adaptada às condições tropicais úmidas, essa frutífera requer precipitação acima de 1.270 mm bem distribuídos durante o ano. Em geral, o mangostanzeiro floresce em anos alternados, principalmente após um período de estiagem, podendo também ocorrer duas vezes ao ano, variando segundo as condições climáticas, manejo e número de fluxos vegetativos (SACRAMENTO et al., 2007).

O mangostão atinge o ponto de colheita entre 120 e 150 dias após a floração e o período de colheita estende-se de 6 a 12 semanas. Esse manejo deve ser realizado de forma manual (SACRAMENTO et al., 2007).

Seu cultivo é comum na Tailândia, Índia, Sri-Lanka, Niamar, Indonésia, Malásia, Filipinas e China (YU et al., 2007). Nas Américas, além do Brasil, é cultivado atualmente na Costa Rica, Porto Rico, República Dominicana, Jamaica, Panamá, Havaí, Honduras, Guatemala, Sul da Flórida e Cuba (SACRAMENTO; COELHO JÚNIOR, 2005).

No Brasil, foi introduzido em 1935 na Bahia e em 1942 no Pará (SACRAMENTO et al., 2007). Seu cultivo atualmente ocorre principalmente no Recôncavo Baiano e na Região Amazônica, especialmente no estado do Pará e, em menor escala, no Espírito Santo e em São Paulo, sendo cultivado, geralmente, por nipo-brasileiros (MORAES; GARCIA; MOREIRA, 2006).

O mangostão é um fruto climatérico (YU et al., 2007) e sua parte comestível é branca, suculenta, doce e levemente ácida, com um sabor bastante agradável. Seu pericarpo duro e grosso possui uma tonalidade púrpura, rica em compostos bioativos, como antocianinas, taninos condensados e xantonas (FU et al., 2007; JI; AVULA; KHAN, 2007). O número de sementes apomíticas (sem variedade genética) varia de zero a três, sendo mais freqüente a ocorrência de frutos com apenas uma semente (SACRAMENTO et al., 2007).

É consumido geralmente como fruta fresca (YU, et al., 2007), apresentando, em média, 23% de polpa. A semente é comestível depois de fervida em água. Seu sabor delicado é facilmente perdido, inviabilizando tentativas de comercialização na forma de néctar (SACRAMENTO et al., 2007).

Palapol et al. (2009) observaram que, à medida que o fruto avançava em seu estágio de maturação, indo de verde-amarelado a púrpura, o conteúdo de antocianinas em seu pericarpo aumentava em mais de vinte vezes. Esses autores sugeriram que essa rápida intensificação da cor é devido à rápida conversão dos polifenóis precursores em antocianinas.

Devido ao seu alto teor de antocianinas, o uso da casca para extração do pigmento antociânico representa uma alternativa tecnológica e um aproveitamento de um resíduo da agroindústria, bem como um aproveitamento daqueles frutos que não possuem características para exportação (SILVA et al., 2007).

São atribuídos ao fruto do mangostão efeitos antiinflamatórios (GOPALAKRISHNAN; BANUMATHI; SURESH, 1997), antitumorais, habilidades

antioxidantes (WILLIAMS, et al., 1995) e ação antibacteriana contra *Staphylococcus aureus* (SAKAGAMI, et al., 2005).

Moongkarndi et al. (2004) demonstraram que extratos do pericarpo do mangostão inibiram a proliferação de células tumorais de câncer de mama humano, por induzir apoptose (morte celular programada) das mesmas. Yang et al. (2000) perceberam que os taninos desse fruto causavam uma indução de apoptose em células humanas que sofriam de leucemia.

3.2 Jaboticaba

A jaboticaba (*Myrciaria spp.*) é uma planta nativa brasileira, tendo sido chamada pelos índios tupis de “iapoti’kaba”, que significa “fruta em botão”, em alusão ao seu formato. A fruta é conhecida há mais de cinco séculos (MELETTI, 2000).

Sobral (1985) propôs uma mudança de nomenclatura do gênero *Myrciaria* para o gênero *Plinia*, afirmando que sementes com cotilédones separados são uma característica nesse último gênero, sendo muito rara nos primeiros. O autor relata também que inflorescências congestas e caulifloras são características do gênero *Plinia*.

No entanto, a nomenclatura *Myrciaria* é ainda bastante empregada no meio científico, sendo ambas consideradas sinônimas (DANNER et al., 2007). Por essa razão, a nomenclatura *Myrciaria* será utilizada nesse texto.

A jaboticaba pertence à família *Myrtaceae*, que compreende 30 gêneros e cerca de 3.000 espécies, dentre elas jambo, pitanga e uvalha (*Eugenia spp.*), goiaba e araçá (*Psidium spp.*). São plantas arbustivas ou arbóreas, sendo representada nas Américas por grandes frutíferas (WIKIPEDIA, 2010).

A jaboticabeira pode alcançar até oito metros de altura, com porte piramidal. As folhas apresentam coloração vermelha quando jovens, tornando-se verdes posteriormente. Desenvolve-se bem em solos de diversos tipos, preferindo os sílico-argilosos e argilo-silicosos, profundos, férteis e bem drenados, com bom suprimento de água o ano todo (TODA FRUTA, 2010).

A jaboticabeira adapta-se melhor ao clima tropical, podendo tolerar geadas de curta duração. No entanto, seu melhor florescimento ocorre em baixas temperaturas, por isso

não há produção economicamente viável no Norte e Nordeste brasileiros (TODA FRUTA, 2010).

O período de amadurecimento do fruto pode variar de 45 a 65 dias, dependendo da região de cultivo (BARROS; FINGER; MAGALHÃES, 1996).

A jaboticaba apresenta um curto período de comercialização após a colheita, pois apresenta em sua polpa um alto teor de água e açúcares, tornando-a um fruto altamente perecível (ASQUIERI, et al., 2004). O alto conteúdo de açúcares leva a uma rápida deterioração e fermentação, com conseqüente redução da vida útil. Segundo Lima et al. (2008), a vida útil pós-colheita da jaboticaba é de até três dias, o que prejudica sua comercialização, reduzindo consideravelmente seu valor comercial.

No Brasil, é cultivada principalmente nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Paraná, na mata pluvial atlântica e nas submatas de altitude (MELETTI, 2000).

A jaboticaba é um fruto climatérico (CORRÊA; PINTO; ONO, 2007), cujas bagas globosas podem atingir até 3 cm de diâmetro. Apresenta casca avermelhada, quase preta, polpa saborosa, de cor esbranquiçada mucilaginosa e agridoce. Podem apresentar até quatro sementes, sendo mais comum a presença de somente uma (LIMA et al., 2008).

No Brasil, as espécies mais cultivadas são a *M. cauliflora*, destacando-se a variedade Paulista, e a *M. jaboticaba*, destacando-se a variedade Sabará, que é a mais apreciada. É um fruto miúdo, de epicarpo fino, muito saboroso e adocicado, com maturação precoce. A jaboticaba Paulista tem fruto grande e coriáceo, com maturação mais tardia que a variedade Sabará (GOMES, 1983).

Seus frutos são usados tanto para a indústria, na produção de geléias, vinhos, vinagres e licores, como para o consumo *in natura* (DONADIO, 2000).

Sua casca é adstringente, bastante utilizada no tratamento de diarreias e irritações na pele, na inflamação dos intestinos e hemoptise, apresentando também, segundo a medicina popular, propriedades antiasmáticas (HERBÁRIO, 2010), possuindo altos teores de antocianinas, ácidos fenólicos e flavonóides (REYNERTSON et al., 2006).

3.3 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos, fitoquímicos derivados de fenilalanina e tirosina, são fontes naturais de antioxidantes no reino vegetal (WETTASINGHE; SHAHIDI, 1999), cujas moléculas são capazes de interagir com os radicais livres, sendo consumidos durante a reação, agindo, pois, como antioxidantes primários. Esses antioxidantes interrompem a cadeia da reação através da doação de elétrons ou hidrogênios aos radicais livres ou reagindo com os mesmos (MOREIRA; MANCINI FILHO, 2004).

Esses compostos são originados a partir do metabolismo secundário das plantas, atuando nos vegetais como filtro das radiações ultravioletas nas folhas, na resistência aos patógenos e melhorando ou regulando a fotossíntese. Em alimentos, são capazes de conferir cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa (NACZK; SHAHIDI, 2004).

Diversas pesquisas associam uma menor incidência de doenças crônico-degenerativas a uma maior ingestão de alimentos ricos em substâncias antioxidantes (HRAS et al., 2000). Isso se deve ao alto teor de compostos fenólicos nesses tipos de alimentos (NACZK; SHAHIDI, 2004), que são capazes de reduzir o nível de estresse oxidativo (HASSIMOTO; GENOVESE; LAJOLO, 2005).

O estresse oxidativo é decorrente da falta de equilíbrio dinâmico entre a produção de oxidantes e a concentração de defesas antioxidantes, levando a danos celulares. Isso pode ocorrer devido a uma diminuição nas enzimas antioxidantes, elevada produção de radicais livres ou por ambos os processos simultaneamente. Também podem ser decorrentes de algumas condições patológicas (SILVA, 2008).

Além da redução da oxidação lipídica em tecidos animais e vegetais, quando incorporados à alimentação humana, os compostos fenólicos também apresentam atividade anticarcinogênica, sendo relacionados à inibição dos cânceres de cólon, esôfago, pulmão, fígado, mama e pele (ÂNGELO; JORGE, 2007). De acordo com Pimentel, Francki e Gollücke (2005), os compostos fenólicos capazes de exibir essas atividades são o resveratrol, a quercetina, o ácido caféico e os flavonóis.

Os prováveis mecanismos utilizados por esses compostos incluem prevenção da formação de DNA adulterado (AMES; GOLD; WILLETT, 1995) e interferência na angiogênese do tumor (LAMY; GINGRAS; BÉLIVEAU, 2002).

Há também evidências epidemiológicas de que os compostos fenólicos reduzem a agregação plaquetária e a adesão endotelial, mediam a produção de óxido nítrico e atuam na supressão do crescimento de células cancerosas, por indução à apoptose (FACINO et al., 1999; LEIKERT et al., 2002; SOLEAS et al., 2002).

Quimicamente, os compostos fenólicos são substâncias que possuem anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos (LEE; DURST; WROLSTAD, 2005). Sua diversidade estrutural deve-se à grande variedade de combinações que acontecem na natureza, sendo os compostos resultantes chamados de polifenóis (ÂNGELO; JORGE, 2007). A eficiência da capacidade antioxidante dos polifenóis é determinada pelos grupos funcionais presentes, pela posição que ocupam no anel aromático e pelo tamanho da cadeia desses grupos (SHAHIDI; JANITHA; WANASUNDARA, 1992).

Existem cerca de cinco mil tipos diferentes de polifenóis (LEE; DURST; WROLSTAD, 2005). São divididos em pelo menos dez classes diferentes, variando de acordo com sua estrutura básica. Os flavonóides são uma de suas classes mais importantes, sendo subdivididos em 13 subclasses, com mais de 5000 compostos (EFRAIN et al., 2006).

3.3.1 Flavonóides

Flavonóides são metabólitos secundários de plantas e estas os usam para atrair polinizadores e repelir predadores, para colorir flores e para a proteção contra os raios ultravioletas, quando expostas ao sol (ANGELIS, 2001).

A estrutura química dos flavonóides consiste em dois anéis aromáticos, denominados anel A (derivado do ciclo malonato/ acetato) e anel B (derivado da fenilalanina), unidos por três carbonos, formando um anel heterocíclico, denominado anel C (MERKEN; BEECHER, 2000) (Figura 1).

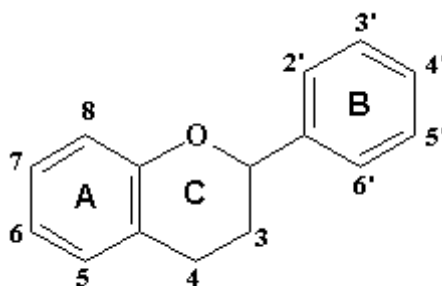


Figura 1 - Estrutura básica dos flavonóides.

Fonte: Ângelo; Jorge, 2007.

Variações no anel C resultam nas diferentes classes de flavonóides, como flavonóis, flavonas, flavanonas, catequinas (ou flavanóis), isoflavonas e antocianidinas (HOLLMAN; KATAN, 1999).

Essas substâncias apresentam grande diversidade entre si, dependendo da presença e da quantidade de grupos hidroxílicos e/ ou metoxílicos, natureza e posição dos açúcares e radicais alifáticos ou aromáticos presentes na aglicona (VON ELBE; SCHWARTZ, 1996).

Cao, Sofic e Prior (1996) afirmam que, dependendo das posições dos substituintes hidroxílicos no anel B, sua capacidade antioxidante ou pró-oxidante é alterada. Esses autores observaram que a substituição de hidroxila na posição 5, não favorece a atividade antioxidante, ao passo que a substituição nas posições 3' e 4' são particularmente importantes. No entanto, a substituição dos radicais por grupos metoxilas tem a capacidade de reduzir essa atividade antioxidante. Seeram e Nair (2002) observaram que um aumento no número de unidades glicosídicas na posição 3 também resulta numa diminuição da atividade antioxidante.

Os flavonóides apresentam coloração branca ou amarela clara, sendo freqüentemente encontrados acompanhando antocianinas em frutos. Isso provavelmente ocorre por apresentarem rotas de biossínteses semelhantes, além de atuarem na co-pigmentação das mesmas (MELO et al., 2006). Essa relação pode ser intra ou intermolecular. Fatores como etanol, luz, pH, temperatura, estruturas e concentrações do co-pigmento e da antocianina, entre outros, influenciam significativamente a reação de co-pigmentação (FALCÃO et al., 2003).

3.3.1.1 Antocianinas

Composto de grande importância do grupo de flavonóides são as antocianinas (das palavras gregas *anthos*, flor e *kianos*, azul) (MARKAKIS, 1982). Quimicamente, as antocianinas podem ser definidas como glicosídeos de antocianidinas (agliconas), que são polihidroxi e/ou polimetoxi derivados do cátion *flavilium* (CONSTANT, 2003) (Figura 2).

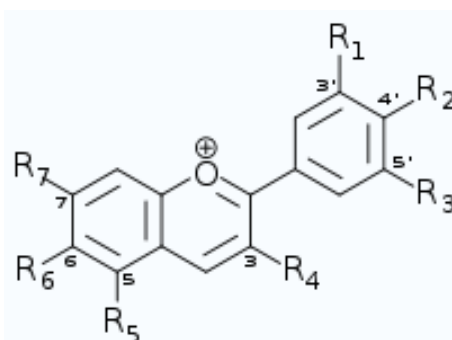


Figura 2 - Cátion *flavilium*.

Fonte: Constant, 2003.

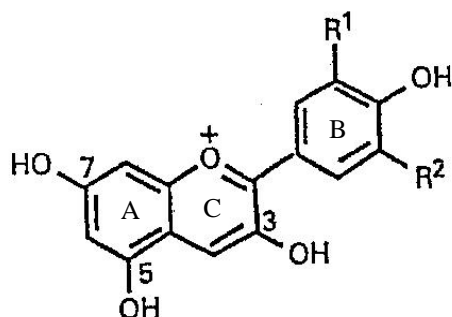
O cátion *flavilium*, por ser deficiente em elétrons, é muito instável e susceptível a ataques por vários agentes nucleofílicos, como água, peróxidos e dióxido de enxofre (VIGUERA; BRIDLE, 1999).

As antocianinas são pigmentos solúveis em água responsáveis pelas cores rosa, vermelho, roxo, violeta e azul no reino vegetal (COULTATE, 2004).

São moléculas polares, devido aos grupos substituintes polares (hidroxilas, carboxilas e metoxilas) e às glicosilas residuais que se encontram ligados aos seus anéis aromáticos (VALDUGA et al., 2008).

As antocianinas possuem sempre um açúcar residual na posição 3 e, em geral, a glicose ocorre adicionalmente na posição 5 mas também podem ocorrer, de forma mais rara, nas posições 7, 3' ou 4' (COULTATE, 2004). Além da glicose, ramnose, xilose, galactose, arabinose e frutose também podem ligar-se às antocianidinas, ocorrendo como monoglicosídios, diglicosídios e triglicosídios glicosilados diretamente na aglicona (FRANCIS, 1989).

Aproximadamente 22 antocianidinas são conhecidas na natureza, das quais apenas seis (pelargonidina, cianidina, delphinidina, peonidina, petunidina e malvidina) são importantes em alimentos (Figura 3) (FRANCIS, 2000), embora diferentes padrões de glicosilação demonstrem quantidades inumeráveis de antocianinas (COULTATE, 2004).



	R ₁	R ₂
pelargonidina	-H	-H
cianidina	-OH	-H
peonidina	-OCH ₃	-H
delphinidina	-OH	-OH
petunidina	-OCH ₃	-OH
malvidina	-OCH ₃	-OCH ₃

Figura 3 - As antocianidinas.

Fonte: Coultate, 2004.

Possuem uma estrutura adequada para atuar como antioxidantes, pois são capazes de doar hidrogênios (MILLER; RICE-EVANS, 1997) ou elétrons (RAMIRES-TORTOSA, 2001) a radicais livres.

Sua melhor atividade antioxidante ocorre na presença de grupos hidroxilas nas posições 3' e 4' do anel B, conferindo uma estabilidade ao radical formado (SÁNCHEZ-MORENO, 2002). Os grupos hidroxilas livres nas posições 3 do anel C e na posição 5 do anel A são doadores de elétrons (RICE-EVANS; MILLER; PAGANGA, 1996).

Substituições de grupos metoxilas diminuem a atividade antioxidante das antocianinas. Para as cianidinas, um aumento no número de unidades glicosídicas na posição 3 resulta numa redução da atividade antioxidante (SEERAM; NAIR, 2002).

Os efeitos benéficos na saúde humana das antocianinas são demonstrados por diversos autores. Stoclet et al. (2004) afirmam serem as mesmas capazes de prevenir enfermidades cardiovasculares e circulatórias. Wang e Mazza (2002) e Katsube et al. (2003) enfatizam sua ação na prevenção do câncer, enquanto Ishige, Schubert e Sagara (2001) e Abdille et al. (2005) observaram seus efeitos na prevenção de diabetes e mal de Alzheimer.

Também possuem capacidades antioxidantes e propriedades antiinflamatórias, sendo capazes de promover a vaso-dilatação, atuarem na prevenção de hiperglicemia, estimular a secreção de insulina, melhorar a adaptação da visão noturna e de prevenir a fadiga

visual (FRANKEL; MEYER, 2000; MILIAUSKAS; VENSKUTONIS, BEEK, 2004; MELO et al., 2006).

Zhang, Vareed e Nair (2005) demonstraram o efeito inibitório das classes de antocianinas na proliferação de células humanas cancerígenas, originadas em diversas partes do corpo, tais como estômago, cólon, mama, pulmão e sistema nervoso central.

São utilizadas como fontes comerciais de extração de antocianinas o repolho roxo, a groselha, o rabanete, a amora e a framboesa (WROLSTAD, 2004). Também são utilizados como fontes os resíduos da fabricação de vinho e de suco de uva, que produz o pigmento denominado de enocianina (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

Em alimentos industrializados, as antocianinas são empregadas como corantes naturais (VALDUGA et al., 2008). No entanto, seu uso ainda é restrito devido à sua baixa estabilidade em meios aquosos e em meios cujo pH permanece acima de 2,0 (FALCÃO et al., 2003) e na presença de oxigênio, luz e metais, bem como em altas temperaturas (DELGADO-VARGAS; JIMÉNEZ; PAREDES-LÓPEZ, 2000), condições comuns durante o processamento e estocagem de alimentos.

Dependendo do pH no meio aquoso, as antocianinas apresentam-se sob diferentes estruturas em equilíbrio, dependendo do pH da solução, servindo como indicadores de pH (TERCI, 2004).

Na faixa de pH levemente ácido a neutro, onde se enquadra grande parte dos vegetais, as antocianinas são incolores, apesar de sempre estarem associadas às partes coloridas das plantas, indicando a presença de fatores capazes de estabilizá-las (GONNET, 1998). Favaro (2008) atribui aos açúcares ácidos, ácidos orgânicos e minerais e associação de duas ou mais moléculas de antocianinas a capacidade de estabilização, compostos esses chamados de copigmentos. Essas associações, dependentes de pontes de hidrogênio entre grupos hidroxil, são capazes de aumentarem a intensidade da cor, tendendo a estabilizar a forma quinoidal azul (COULTATE, 2004).

Esses fatores de estabilização são importantes para preservar ou aumentar a estabilização do cátion *flavilium* e da base quinoidal, possibilitando o uso de antocianinas como corantes em alimentos, pois a maioria deles encontram-se na faixa de pH entre 3,0 e 7,0 (OZELA, 2004).

Em meio ácido, a 25° C, quatro estruturas coexistem em equilíbrio: cátion *flavilium* (H^+), base quinoidal (A), carbinol (B) e chalcona (C) (Figura 4) (WROLSTAD, 2004).

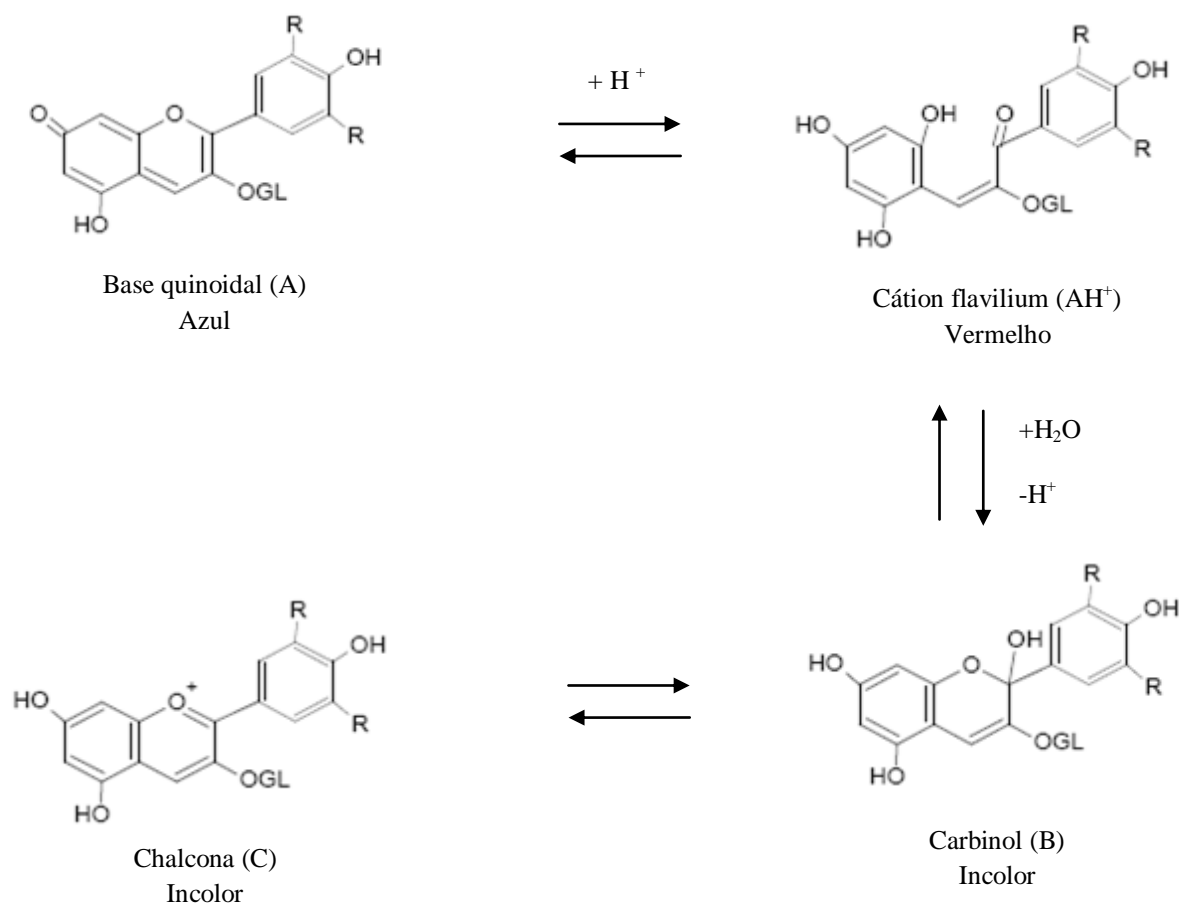


Figura 4 - Formas estruturais de antocianinas em solução aquosa.

Fonte: WROLSTAD, 2004.

A cor apresentada pela solução varia segundo as formas adquiridas pelas antocianinas em diferentes valores de pH. Em valores de pH entre 1,0 e 3,0 há a predominância do cátion *flavilium*, com coloração vermelha intensa. Em valores de pH entre 4,0 e 5,0 predomina a base carbinol (incolor), devido à perda de um próton e o ganho de uma molécula de água. Valores de pH entre 6,0 e 7,0 tem-se a base quinoidal (cor azul), devido a perda do segundo próton do cátion flavilium, e entre 7,0 e 8,0 forma-se a chalcona, com coloração amarela (LAPIDOT et al., 1999).

Para a manutenção da coloração vermelha, obtida quando o mesmo se encontra na forma de cátion *flavilium*, realiza-se a desidratação do meio, promovendo o deslocamento do equilíbrio hidratação/ desidratação para a forma colorida (LEWIS; WALKER; LANCASTER, 1995).

Coultate (2004) afirma que são necessárias pelo menos sete duplas ligações conjugadas para uma substância absorver luz visível. O cátion *flavilium* das antocianinas tem

um total de oito, mas quando o aumento do pH converte-o até a pseudobase cabinol, uma dupla ligação é perdida, resultando em descoloramento.

O uso de antocianinas em indústrias alimentícias é restrito devido a diversos fatores, tais como pouca disponibilidade de matéria-prima nas quantidades e qualidades requeridas, dificuldade de purificação, menor capacidade corante quando comparadas aos corantes sintéticos, além de possuírem baixa estabilidade (STRINGHETA; BOBBIO, 2000).

Em produtos processados podem ocorrer mudanças no aroma, cor e sabor durante o armazenamento devido a redução na concentração de antocianinas e formação de pigmentos poliméricos, devido principalmente a condensação direta entre antocianinas e flavonóis e a polimerização das próprias antocianinas (FRANCIA-ARICHA et al., 1997).

Durante o aquecimento, ocorre a descoloração das antocianinas devido à polimerização, levando a formação da forma molecular chalcona (DYRBY; WESTERGARD; STAPELFELDT, 2001). A presença de oxigênio também promove o aumento da velocidade de descoloração (DEGUCHI et al., 2000), assim como luz ultravioleta, luz visível e outras fontes de radiações ionizantes, principalmente aquelas que possuem substituição no grupo hidroxila do C-5 (IACOBUCCI; SWEENY, 1983).

Algumas enzimas endógenas de tecidos animais podem degradar antocianinas, tais como polifenoloxidasas e glicosidasas. Essas últimas também são chamadas antocianidasas, pois hidrolizam as ligações glicosídicas, liberando açúcar e aglicona que, devido a sua instabilidade, degrada-se facilmente formando a chalcona. As polifenoloxidasas atuam sobre os *o*-dihidroxifenóis resultando em *o*-quinonas, capazes de reagir com antocianinas, formando compostos escuros de alto peso molecular (FRANCIS, 1989).

A presença de íons ferro ou cobre no alimento são capazes de oxidar o ácido ascórbico em ácido deidroascórbico, levando à formação de peróxido de hidrogênio. Esse composto oxida a antocianina, formando malvonas incolores, levando à perda de cor dos alimentos (COULTATE, 2004).

A complexidade das reações químicas que afetam a estabilidade das antocianinas durante o processamento de alimentos torna difícil o isolamento de um único fator que explique as mudanças que ocorrem com a cor e as propriedades funcionais desses pigmentos. Para realizar a avaliação de um parâmetro isolado, é necessária a utilização de sistemas modelos para a obtenção de informações mais precisas em relação à estabilidade destes pigmentos (FALCÃO e al., 2007).

3.4 Corantes

A cor é um importante atributo sensorial, determinante para a aceitação global de um alimento. Desde o início de seu processamento na indústria alimentícia, existe o desejo de manterem-se suas cores naturais (COULTATE, 2004). Quando perdidos, os corantes são adicionados aos mesmos com as finalidades de restituir a cor original perdida durante as etapas do processamento, torná-lo visualmente mais atraente e conferir ou reforçar as cores dos alimentos (CONSTANT; STRINGHETA, SANDI, 2002).

O desenvolvimento da indústria de alimentos levou à produção de diferentes corantes, muitas vezes prevalecendo razões estéticas, em detrimento da qualidade do produto (LANDIM, 2008).

Estão disponíveis no mercado corantes sintéticos e naturais. Os corantes sintéticos apresentam menores custos de produção e maior estabilidade, assim como alto poder tintorial, sendo inócuos microbiologicamente e possuindo custo relativamente baixo. Os corantes sintéticos permitidos pela legislação brasileira são tartrazina, amarelo crepúsculo, ponceau 4R, vermelho 40, bordeaux S, eritrosina e indigotina (BRASIL, 1988).

No entanto, o número desses aditivos permitidos, em razão de sua toxicidade, é cada vez mais reduzido, fato que vem aumentando gradativamente a procura por corantes advindos de fontes naturais, incrementado também pela tendência mundial em consumir produtos não artificiais (PAZMIÑO-DURÁN et al., 2001).

Os corantes naturais mais comumente empregados na indústria alimentícia são extratos de urucum, carmim de cochonilha, curcumina, antocianinas e betalaínas (CONSTANT; STRINGHETA; SANDI, 2002).

A aplicação de pigmentos naturais e a sua correlação com a atividade antioxidante em alimentos é objeto de interesse tanto para a indústria como para os consumidores (FALCÃO et al., 2007). No entanto, o uso de corantes naturais em alimentos implica em estudos sobre a viabilidade técnica, tais como fontes, extração e estabilidade do pigmento (SILVA et al., 2007).

A extração desses pigmentos é diretamente influenciada pela natureza da amostra, afinidade com o solvente utilizado e propriedades do corante (SILVA; STRINGHETA, 2000).

As antocianinas são uma alternativa viável para o fornecimento da cor vermelha aos alimentos, a partir de fontes naturais (SARNI-MACHADO et al, 1996). Esses pigmentos

são solúveis em água, o que facilita sua incorporação em sistemas aquosos. Segundo Ozela (2004), as antocianinas podem substituir os corantes artificiais vermelho 40, ponceau 4R, eritrosina e bordeaux S.

Segundo Wrolstad (2004), nos Estados Unidos, 4 de 26 corantes isentos de certificação e aprovados para uso em alimentos são derivados de antocianinas, sendo todos extraídos de cascas e sucos de uvas.

No entanto, o uso de antocianinas como corante é indicado para alimentos não submetidos a temperaturas elevadas durante o processamento, com tempo curto de armazenamento e embalados de forma que a exposição à luz, ao oxigênio e à umidade seja minimizada (FENNEMA, 2000).

Por isso, são necessários novos estudos na busca de fontes viáveis, que possuam melhor estabilidade, baixo custo e incremento de seu poder tintorial (PAZMIÑO-DURÁN et al., 2001).

Várias pesquisas têm sido realizadas buscando ampliar o espectro de aplicação desses pigmentos naturais em alimentos (GRIS et al., 2004). Não há limite máximo para aplicação de antocianinas em alimentos, estando seu uso vinculado à quantidade suficiente para obter o efeito desejado (q.s.p.) (BRASIL, 1988).

3.5 Atomização e liofilização

A fim de melhor conservar as propriedades sensoriais em produtos sensíveis na indústria de alimentos, tais como dos pigmentos e flavorizantes, a secagem por atomização (*spray dryer*) é um dos métodos mais comuns utilizados, por ser econômico, flexível e contínuo (LANDIM, 2008).

Na secagem por atomização ou pulverização, um líquido é transformado em produto seco, após receber um fluxo de ar quente. Ocorre uma rápida evaporação da água, permitindo manter baixa a temperatura das partículas, de forma que a alta temperatura do ar de secagem não afete demasiadamente o produto (GAVA, 2003).

O produto líquido subdivide-se em gotas muito pequenas no interior da câmara de secagem, quando em contato com o ar quente. A evaporação da água é praticamente instantânea, originando partículas secas, que são transportadas pelo ar de secagem. As

partículas secas separam-se da corrente de ar onde estão suspensas na saída da câmara, sendo então recolhidas (ORDÓÑEZ, 2005).

A temperatura do ar é bastante elevada, podendo atingir até 150 °C. Porém o risco de superaquecimento do produto é mínimo, pois a temperatura da superfície das partículas não supera a temperatura do bulbo do ar de secagem (40 °C a 70 °C) devido ao curto período de permanência na câmara (1 a 100 s) (ORDÓÑEZ, 2005).

Assim, a atomização consiste em fazer com que o ar quente entre em contato com um líquido pulverizado, ocorrendo rapidamente a evaporação da água e a deposição do pó na parte inferior do aparelho (GAVA, 2003).

A liofilização é uma alternativa para reduzir a quantidade de água de um alimento, sem o uso do calor, retendo melhor suas características nutricionais e sensoriais. No entanto, trata-se de uma operação mais lenta, com um custo alto, já que o congelamento e a produção de vácuo constituem custos adicionais. É utilizado em alimentos com aroma e sabor delicados, destinado a consumidores dispostos a pagar preço mais alto por produtos com qualidade superior (FELLOWS, 2006).

A retirada de umidade dos produtos é feita por sublimação, na qual o gelo sólido sublima diretamente para o vapor, sem se fundir. O produto é congelado a temperaturas que variam de - 30 °C a - 50 °C, e a água evapora a 0 °C e a uma pressão de 4,7 mmHg, o chamado ponto triplo da água (COSTA, 2007). Após ser congelado, o material é submetido a um vácuo parcial, levando à secagem do produto a aproximadamente 2% de base úmida. O material sólido e desidratado deve ser submetido a uma moagem posterior, para que as partículas atinjam tamanhos desejáveis (MATA et al., 2005).

Um produto liofilizado se caracteriza por sua estrutura uniforme e uma porosidade muito fina, o que permite a reidratação rápida do produto, embora o torne muito susceptível à ação da umidade e do oxigênio do ambiente (COSTA, 2007).

A liofilização retém o odor, sabor e cor original dos alimentos, enquanto que na atomização o odor e o sabor são freqüentemente alterados, mostrando-se uma cor mais escura que a original. Os nutrientes no alimento liofilizado são retidos em grandes proporções. A principal desvantagem desse tipo de secagem é o custo, podendo atingir até quatro vezes o da secagem convencional (FELLOWS, 2006).

3.6 Maltodextrina e goma arábica

O processo de secagem de alimentos torna-se difícil quando o mesmo contém um alto teor de açúcares, pois os mesmos sofrem o processo de caramelização, principalmente quando em contato com o calor, devido a sua alta higroscopicidade, minimizando o rendimento do processo (VALDUGA et al., 2008).

Os agentes veículos escolhidos para minimizar esses problemas devem apresentar propriedades emulsificantes, baixa viscosidade, baixa higroscopicidade, baixo custo e conferir proteção ao material, possibilitando uma relativa estabilidade (REINECCIUS, 1989). Alguns agentes utilizados são os carboidratos, dentre os quais se destacam a maltodextrina e a goma arábica (ADHIKARI et al., 2004).

Maltodextrinas (MD) são carboidratos de baixo peso molecular, formados por unidades glicosídicas α -D-glicose, unidas entre si por ligações glicosídicas (1 \rightarrow 4). A hidrólise de uma dispersão de amido com ácidos ou enzimas produz maltodextrina (RIGHETO, 2003). Seu baixo custo e baixa higroscopicidade faz com que ela se torne bastante utilizada em processos de secagem (ADHIKARI et al., 2004), principalmente em materiais de difícil secagem, como suco concentrado de frutas, com alto teor de açúcares. No entanto, possuem baixa capacidade emulsificante (APINTANAPONG; NOOMHORM, 2003).

A goma arábica é um exsudado de plantas do gênero *Acácia*, a qual possui muitas espécies distribuídas nas regiões de clima tropical e subtropical. Quimicamente, a goma arábica é um heteropolissacarídeo complexo de estrutura muito ramificada, cuja cadeia principal é formada por unidades de L-arabinose, L-ramnose, D-galactose e ácido D-glucurônico (BOBBIO; BOBBIO, 2001). Possui uma alta solubilidade e uma baixa viscosidade em solução, o que facilita o processo de atomização (ROSEMBERG et al., 1990) e também excelentes propriedades emulsificantes (REINECCIUS, 1991).

Difícilmente, um agente veículo estabilizante apresenta isoladamente todas as propriedades desejáveis. Por isso, é comum a combinação de dois ou mais desses veículos (CONSTANT, 1999).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Matérias primas

Os frutos foram recebidos no laboratório de Pigmentos Naturais e Secagem da Universidade Federal de Viçosa (UFV) em estágio de maturação comercial, sendo o mangostão proveniente de mercados da Região do Recôncavo Baiano e a jabuticaba de mercados da cidade do Rio de Janeiro. Parte dos frutos foi submetida ao procedimento de extração do extrato antociânico e outra parte foi enviada ao Laboratório de Frutos Tropicais da Universidade Federal do Ceará (UFC) para a devida caracterização.

Posteriormente, os extratos antociânicos foram enviados ao Laboratório de Frutos e Hortaliças da UFC para a formulação dos corantes e suas respectivas caracterizações.

4.2 Obtenção do extrato antociânico

Os extratos antociânicos foram obtidos a partir da casca do mangostão e da jabuticaba, macerando-os em etanol 70% acidificado com HCl a pH 2,0, durante 48 horas, a uma temperatura em torno de 30 °C e ao abrigo da luz, segundo metodologia descrita por Constant (2003). Após essa etapa, o extrato foi filtrado em papel Whatman 1, por meio de um funil de Büchner. O extrato obtido foi imediatamente concentrado em evaporador rotatório, sob pressão reduzida, à temperatura de 38 ± 1 °C, até se obter um volume final correspondente a 20% do volume original.

O material concentrado foi submetido à extração para remoção do material lipídico arrastado durante a extração do pigmento. Para tal, foi utilizado um funil de separação e o solvente éter etílico: éter de petróleo (1:1) para lavagem do extrato. Esse extrato foi purificado por cromatografia descendente em papel Whatman 3 e os cromatogramas desenvolvidos com HCl 1% (v/v), por um período de aproximadamente 10 horas. O papel foi deixado secar ao ar e ao abrigo da luz. A região com coloração mais intensa foi eluída em etanol e depois concentrada em evaporador rotatório (38 ± 1 °C).

Os extratos etanólicos foram padronizados para a produção de corantes, com pH 1,5 e 8,0 °Brix.

4.3 Formulação dos corantes

Os extratos antociânicos dos frutos foram submetidos à secagem por atomização (*spray dryer*) e liofilização (*freeze dryer*), a fim de avaliar o efeito do calor sob a estabilidade do pigmento. Nos dois processos de secagem, foram utilizados como veículos estabilizantes os carboidratos maltodextrina e goma arábica, da marca comercial Farnos.

Os carboidratos utilizados nesse trabalho apresentaram características similares, ou seja, pó branco, finamente pulverizado e inodoro.

O teor de carboidratos das formulações foi de 30%, de acordo com sugestão da literatura (RISH; REINECCUS, 1995 apud BARROS; STRINGHETA, 2006).

Os extratos antociânicos submetidos ao processo de atomização utilizaram as seguintes proporções dos carboidratos maltodextrina e goma arábica:

- 30% maltodextrina;
- 15% maltodextrina + 15% goma arábica;
- 30% goma arábica.

Os corantes obtidos a partir das formulações atomizadas foram analisados para avaliar a estabilidade e retenção de pigmentos antociânicos quando submetidos ao uso do calor em diferentes proporções dos veículos estabilizantes.

Os extratos submetidos ao processo de liofilização tiveram como formulação a seguinte proporção de carboidratos:

- 15% maltodextrina + 15% goma arábica.

A formulação do corante liofilizado obedeceu a essa proporção de carboidratos a fim de compará-la com o corante atomizado com as mesmas proporções desses veículos estabilizantes, com o objetivo de avaliar o efeito do calor quando a maltodextrina e a goma arábica foram utilizadas sinergisticamente.

Cada formulação foi obtida homogeneizando-se, para cada 100 mL do extrato antociânico concentrado, 30 g de carboidratos, de forma a se obter 30% do volume final em carboidratos.

A Figura 5 mostra o fluxograma de obtenção do corante em pó a partir dos extratos etanólicos do mangostão e da jabuticaba.

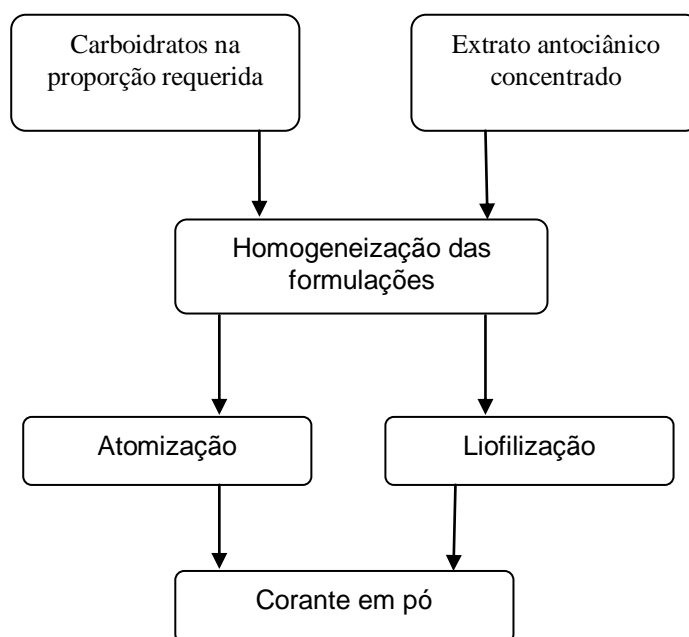


Figura 5 - Fluxograma de obtenção do corante em pó.

A atomização foi realizada em mini *spray drier* marca BUCHI modelo B-290. As condições do processo foram vácuo de 30 mbar, temperatura do ar de entrada 170 ± 10 °C, temperatura do ar de saída de 90 ± 5 °C e pressão manométrica positiva.

Para obtenção do material liofilizado, o corante formulado foi previamente congelado a -40 °C, sendo mantido dentro do ultrafreezer por 24 horas. Em seguida, o mesmo foi levado ao liofilizador TERRONI modelo S3000, por um período de aproximadamente 10 horas. A temperatura de saída da amostra foi de 25 °C, a uma pressão de 145 μ mHg.

4.4 Caracterização das matérias primas, dos extratos antociânicos e dos corantes formulados.

Foram realizadas determinações da atividade antioxidante total (AAT), polifenóis extraíveis totais (PET), antocianinas totais e caracterização colorimétrica nas cascas dos frutos, nos extratos antociânicos e nos corantes formulados, sendo esses últimos submetidos a teste de estabilidade, através da exposição e da não exposição à luz, a fim e verificar as degradações desses compostos ocorridas durante um período de armazenamento de 21 dias. As análises foram realizadas em intervalos de tempo de sete dias.

O teste de estabilidade dos corantes foi realizado armazenando-se parte dos corantes formulados em placas de petri, sob incidência de três lâmpadas fluorescentes de 40 W, com temperatura controlada em torno de 25 ± 2 °C. A outra parte foi armazenada protegida da incidência de luz, a 10 ± 2 °C.

4.4.1 Antocianinas Totais

O teor antociânico foi determinado segundo o método do pH único, descrito por Fuleki e Francis (1969). Solução de leitura etanol: HCl 1,5 N (85:15) foi homogeneizada com as amostras na proporção 1:2 e, após um tempo de repouso de 2 horas, foi realizada a leitura em espectrômetro Shimadzu UV-1800, no comprimento de onda de 535 nm.

4.4.2 Polifenóis Extraíveis Totais

O extrato para determinação de polifenóis extraíveis foi obtido segundo metodologia descrita por Larrauri et al. (1997).

O teor de polifenóis foi determinado segundo método descrito por Obanda e Owor (1997), adicionando-se a 0,5 mL de cada uma das amostras, 0,5 mL da solução de Folin Ciocalteau (1:3), 1 mL da solução de carbonato de sódio anidro 20% (Na_2CO_3) e 1 mL de água destilada, deixando o sistema em repouso por 30 minutos. Depois de decorrido o tempo,

a leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro SHIMADZU modelo UV – 1800 a 700 nm, usando como referência a curva padrão de ácido gálico, sendo os resultados expressos em mg de ácido gálico/ 100 g.

4.4.3 Atividade Antioxidante Total (AAT)

O extrato para determinação da atividade antioxidante e polifenóis extraíveis foi obtido segundo metodologia descrita por Larrauri et al. (1997).

A atividade antioxidante foi determinada segundo o ensaio TEAC (*Trolox Equivalent Antioxidant Capacity*) a qual avalia espectrofotometricamente a habilidade relativa das substâncias antioxidantes em capturar o cátion radical livre ABTS^{•+} (2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolína-6-ácido sulfônico) quando comparada com uma quantidade de captura padrão do antioxidante sintético Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilchroman-2-ácido carboxílico), um análogo da vitamina E, diferindo desta por ser solúvel em água (RE et al., 1999). Para a realização das análises das amostras, misturou-se uma alíquota de 30 µL de cada uma das diluições realizadas com 3 mL da solução do radical ABTS. As absorbâncias foram medidas em espectrofotômetro SHIMADZU Modelo UV – 1800 a 734 nm, 6 minutos após a adição da solução do radical.

A atividade dos compostos testados foi expressa em capacidade antioxidante equivalente ao Trolox (TEAC) (µM de Trolox/ g), correspondendo à concentração da amostra equivalente a 1000 µM de Trolox.

4.4.4 Avaliação colorimétrica

As medidas colorimétricas foram obtidas por meio do colorímetro Konika Minolta, tendo sido avaliados os parâmetros L*, a*, b*, em que L* representa luminosidade (numa escala de zero a 100, indicando muito brilho e pouco brilho, respectivamente), a* (cujos valores negativos correspondem à intensidade da cor verde e valores positivos à intensidade da cor vermelha) e o parâmetro b* (cujos valores negativos correspondem à

intensidade da cor azul e valores positivos à intensidade da cor amarela). Juntos, esses parâmetros definem a intensidade da cor, empregando a escala Cielab (Colorquest XE do Sistema Hunter) (Figura 6).

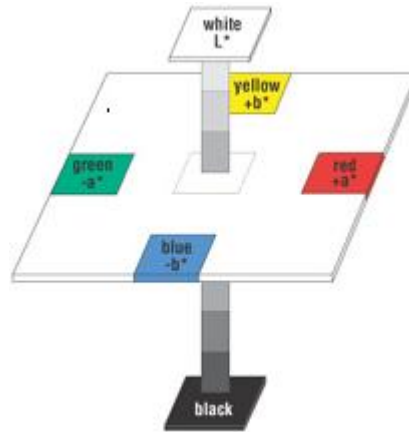


Figura 6 - Espaço de cores do sistema CIELAB.

Fonte: Nyman, 2010.

O espaço de cores L^* , c^* , h^* utiliza coordenadas cilíndricas ao invés de coordenadas retangulares (Figura 7). L^* indica luminosidade, sendo a mesma do sistema CIELAB; c^* (chroma) representa a saturação (0° no centro, aumentando de intensidade a medida que se distancia desse); h^* (hue) representa ângulo de tonalidade (que se inicia em 0° , que seria $+a^*$ (vermelho), 90° seria $+b^*$ (amarelo), 180° seria $-a^*$ (verde) e 270° seria $-b^*$ (azul)).

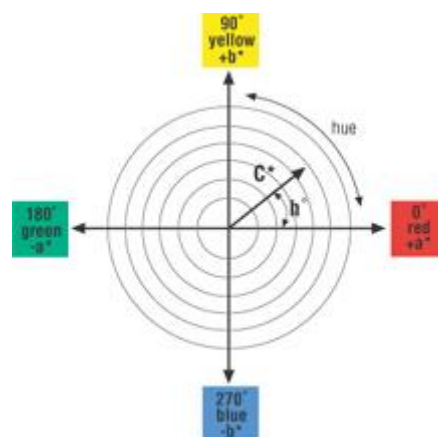


Figura 7 - Espaço de cores L^* , h^* , c^* .

Fonte: Nyman, 2010.

A diferença de cor entre as amostras também foram expressas em termos de ΔL^* , Δa^* , Δb^* e ΔE^* , onde ΔE^* expressa o enfraquecimento da coloração ao longo do tempo de armazenamento e pode ser dado pela Equação 1.

$$\Delta E^* = \sqrt{[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]} \quad \text{Equação 1}$$

4.5 Cinética de degradação dos compostos fenólicos e dos pigmentos antociânicos

Para avaliar a estabilidade dos pigmentos antociânicos dos corantes de mangostão e jabuticaba, as medidas de absorvância a 535 nm foram usadas para construir gráficos do logaritmo neperiano (Ln) da razão absorvância (A)/ absorvância inicial (A_0) ($\text{Ln } A/A_0$) versus o tempo, obtendo-se através da inclinação da reta o valor k, representando a velocidade de degradação.

A partir dos valores obtidos de k, foram calculados os valores do tempo de meia-vida ($t_{1/2}$) por meio da relação $t_{1/2} = -\text{Ln } 0,5/k$, sendo os valores obtidos usados como parâmetros para estimar a estabilidade ante a ação da luz (PERIN, 1998).

4.6 Aplicação dos corantes liofilizados em iogurtes

O iogurte natural não adoçado utilizado nesse experimento foi adquirido em supermercados da cidade de Fortaleza, sendo todos de marcas comerciais.

O padrão de cor foi determinado a partir de marcas comerciais de iogurte sabor ameixa para o corante liofilizado de mangostão e iogurte sabor frutas vermelhas para o corante liofilizado de jabuticaba. Para cada 200 mL de iogurte natural foram utilizados 3,0 g de corante liofilizado de mangostão e 4,0 g de corante liofilizado de jabuticaba.

Os iogurtes foram analisados a cada 15 dias, até o período final de 45 dias, que corresponde ao prazo de validade do produto comercial, tendo sido realizadas 4 análises, sendo as amostras mantidas sob refrigeração.

Foi determinada ao final de cada período a cor (através das coordenadas colorimétricas L*, c*, h*) em colorímetro Konica Minolta; o teor antociânico (segundo metodologia do pH único descrita por Fuleki e Francis (1969)) e pH, determinado em potenciômetro de marca WTW, modelo 330i/SET, calibrado a cada utilização com soluções tampão de pH 4,0 e pH 7,0, conforme descrito por AOAC (1995).

4.7 Planejamento e análise estatística

O experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, com dois tratamentos nas parcelas (tipo de fruto), quatro tratamentos no primeiro nível (tipo de formulações) e quatro tempos de armazenamento no terceiro nível (0, 7, 14 e 21 dias).

As análises foram realizadas em duas repetições, cada uma em duplicata e os resultados obtidos foram submetidos à análise de interação entre tratamentos e tempos de armazenamento e regressão, e quando conveniente, foi realizado teste de Tukey para comparação de médias, ao nível de 5% de probabilidade através do programa estatístico SAS versão 8.1 (2006).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterização da matéria prima e dos extratos antociânicos

A Tabela 1 mostra os teores de polifenóis extraíveis totais (PET), antocianinas e atividade antioxidante total (AAT) das cascas e dos extratos antociânicos de mangostão e jabuticaba.

Tabela 1 - Polifenóis extraíveis totais (PET), antocianinas totais e atividade antioxidante total (AAT) das cascas dos frutos e dos extratos antociânicos de mangostão e jabuticaba.

	Antioxidantes totais (μM de Trolox/ g)	Polifenóis totais (mg de ácido gálico/ 100 g)	Antocianinas totais (mg de antocianinas/ 100g)
Cascas de mangostão	1000,00 \pm 0,00	1492,68 \pm 50,92	5,17 \pm 0,52
Extrato de mangostão	1430,01 \pm 64,20	2383,06 \pm 2,87	38,41 \pm 0,68
Cascas de jabuticaba	149,28 \pm 3,15	83,24 \pm 7,50	35,78 \pm 3,77
Extrato de jabuticaba	723,84 \pm 37,00	636,23 \pm 0,48	48,06 \pm 5,76

Embora tenha sido observado um maior teor de antocianinas na jabuticaba quando se compara com o mangostão, sejam nas cascas ou no extrato antociânico, os valores de antioxidantes e polifenóis totais foram maiores nesse último fruto (Tabela 1). Isso pode ser associado à grande quantidade de polifenóis não antociânicos presentes na casca do mangostão, tais como as xantonas (JI; AVULA; KHAN, 2007).

Analisando-se extrato hidroalcoólico de uvas, Vedana et al. (2008) obtiveram valores de polifenóis e antocianinas de 559,77 mg de catequinas/ 100 g e 4,90 mg de antocianinas/ 100 de uva, respectivamente. Já no ensaio ABTS, para determinação de atividade antioxidante, os autores encontraram valores de 4,31 μM de Trolox/ g de cascas de uva. Todos os constituintes apresentaram-se inferiores aos encontrados nos extratos de mangostão e jabuticaba aqui determinados, tendo o extrato de mangostão mostrado valores muito superiores (Tabela 1).

O teor de polifenóis observado nas cascas de mangostão foi 1492,68 mg de ácido gálico/ 100 g. Zadernowski, Czaplicki e Nacz (2009) observaram valores de 218,10 g de catequina equivalente/ kg de peso seco. Nas cascas de jabuticaba foram encontrados teores de

83,24 mg de ácido gálico/ 100 g, mostrando-se inferiores aos observados por Rufino (2008), que foi de 440,4 mg de ácido gálico/ 100 g de fruto fresco.

Essas variações no teor de polifenóis podem ser atribuídas ao estágio de maturação no momento da colheita, cultivar, condições ambientais na pré-colheita e condições de armazenamento pós-colheita (SHAHIDI; NACZK, 2004).

As cascas de jabuticaba apresentaram teores de antocianinas superiores aos do mangostão (35,78 e 5,17 mg de antocianinas/ 100 g, respectivamente). Terci (2004) encontrou teores de antocianinas nas cascas de jabuticaba de 314 mg de antocianinas/ g pelo método do pH diferencial. Danner et al. (2007) recomenda o consumo desse fruto tanto na forma *in natura* quanto seus subprodutos.

Silva et al. (2007) observaram variações de 52,9 a 100 mg/ 100 g quando estudaram cascas de mangostão de safras distintas, teores muito superiores aos aqui determinados.

Sellappan et al. (2002) encontraram teores de 113,55 mg de antocianinas/ 100 g em mirtilos. De acordo com Vizzotto e Pereira (2008), a comparação com o mirtilo é importante por ser esse fruto reconhecidamente fonte de antocianinas. No entanto, de acordo com Macheix et al. (1990), o teor de antocianinas pode ser influenciado por fatores climáticos, como temperatura e iluminação, dificultando a comparação entre diferentes cultivos de uma mesma fruta, e principalmente quando se deseja comparar frutas diferentes, em diferentes regiões, épocas climáticas e formas de cultivo.

Foram obtidos valores de 1000,00 e 149,28 μM Trolox/ g para os teores de antioxidantes nas cascas de mangostão e jabuticaba, respectivamente, evidenciando a excelente capacidade antioxidante do mangostão, quando se compara com a jabuticaba. Okogoni et al. (2007) verificaram uma atividade antioxidante na casca do mangostão de 3000 μM de Trolox/ g, teor superior ao encontrado nessa pesquisa. Rufino (2008) encontrou valores inferiores quando avaliou cascas de jabuticaba pelo mesmo método (37,5 μM de Trolox/ g).

5.2 Caracterização dos corantes formulados de mangostão e jabuticaba.

A Tabela 2 expõe os teores iniciais de polifenóis totais, antocianinas e antioxidantes totais nos corantes formulados de mangostão e jabuticaba, bem como suas coordenadas colorimétricas.

Tabela 2 - Teores iniciais de polifenóis, antocianinas, antioxidantes e coordenadas colorimétricas dos corantes de mangostão e jabuticaba.

	Mangostão				Jabuticaba			
	ML-MDGA	MA-MD	MA-MDGA	MA-GA	JL-MDGA	JA-MD	JA-MDGA	JA-GA
L*	27,67	42,85	43,39	49,60	45,68	52,26	57,91	63,32
a*	1,34	12,11	9,27	9,27	16,54	21,85	14,42	13,59
b*	0,72	5,89	4,24	6,31	1,32	4,14	4,14	0,83
c*	1,53	13,47	10,20	11,22	16,59	22,24	15,00	13,61
h*	0,49	0,45	0,43	0,60	0,08	0,18	0,28	0,06
Antocianinas (mg/ 100g)	19,27	3,63	16,46	16,90	45,64	11,82	28,74	32,32
Polifenóis (mg AG/ 100 g)	1655,31	1810,30	1253,49	1689,51	356,36	70,39	49,49	77,53
Antioxidantes (μM Trolox/ g)	461,29	731,60	497,54	536,40	669,64	36,11	57,27	66,24

ML-MDGA: Extrato liofilizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-MD: Extrato atomizado de mangostão com 30% de maltodextrina.

MA-MDGA: Extrato atomizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-GA: Extrato atomizado de mangostão com 30% de goma arábica.

JL-MDGA: Extrato liofilizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-MD: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de maltodextrina.

JA-MDGA: Extrato atomizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-GA: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de goma arábica.

Pela Tabela 2, observa-se que o menor valor para a coordenada colorimétrica L* entre todas as amostras foi observada em ML-MDGA. As cascas de mangostão são ricas em enzimas polifenoloxidasas e, sem o uso do calor para inativá-las, agem sobre os polifenóis presentes no fruto, resultando em compostos escuros de alto peso molecular. Esse efeito também pode ser percebido quando se leva em consideração a coordenada a*, indicativa da intensidade da coloração vermelha.

A maior saturação entre todas as amostras de ambos os frutos, indicada pela coordenada c^* , foi observada quando as mesmas foram atomizadas utilizando somente o carboidrato maltodextrina (MA-MD e JA-MD), enquanto que a tonalidade de todas elas, representada pela coordenada h^* , mantiveram-se próximos a zero, indicando prevalência da cor vermelha. Os valores da coordenada b^* em todas as amostras são positivas, indicativas da cor amarela (Tabela 2).

O teor de polifenóis nas amostras de mangostão é muito superior às das amostras de jabuticaba, embora essas últimas contenham uma maior quantidade de antocianinas. Esse comportamento foi o mesmo observado nas cascas e nos extratos antociânicos antes da secagem (Tabela 1), devido a presença de outros polifenóis não antociânicos nas cascas do mangostão (JI; AVULA; KHAN, 2007).

A quantidade de antocianinas medidas em MA-MD com relação às demais amostras de mangostão pode evidenciar algum tipo de complexação entre o carboidrato maltodextrina e os componentes presentes no extrato desse fruto, impedindo a ação do solvente de maneira adequada. Nas amostras de jabuticaba, a alta quantidade desses pigmentos em JL-MDGA reforça a sensibilidade dos mesmos ao calor (DYRBY; WESTERGARD; STAPELFELDT, 2001), pois a ausência de altas temperaturas na amostra liofilizada permitiu obter um maior teor de antocianinas quando comparadas às demais amostras do mesmo fruto.

5.3 Avaliação da estabilidade nas amostras atomizadas.

A análise de interação detectou diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os corantes (mangostão e jabuticaba), as formulações (30% de maltodextrina; 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica; 30% de goma arábica) e o tempo de armazenamento (0, 7, 14 e 21 dias) para antioxidantes totais, polifenóis totais e antocianinas totais nas amostras expostas a luz, a 25 °C. Portanto, para esses parâmetros foi realizada uma análise de regressão para cada formulação separadamente.

Entre as amostras armazenadas não expostas a luz a 10 °C houve diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os corantes, as formulações e o tempo de armazenamento apenas para antocianinas totais. Para os parâmetros antioxidantes totais e polifenóis totais não

houve diferenças significativas ($p > 0,05$) entre corantes, formulações e tempo de armazenamento, estudando-se as diferenças entre os tratamentos pelo teste de médias (Tukey) ao nível de 5% de probabilidade.

5.3.1 Antocianinas Totais

Os valores de antocianinas dos corantes de mangostão expostas a luz a 25 °C tratados estatisticamente apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) em função do tempo de armazenamento, onde as formulações MA-MD e MA-MDGA não se ajustaram a nenhum dos modelos testados, enquanto que MA-GA ajustou-se ao modelo linear. Nos corantes de jabuticaba armazenados nas mesmas condições houve diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as amostras em função do tempo de armazenamento, sendo que JA-MD ajustou-se ao modelo linear, JA-MDGA não se ajustou a nenhum modelo e JA-GA ajustou-se ao modelo quadrático (Figura 8).

Os corantes de mangostão armazenados protegidos da luz a 10 °C apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) em função do tempo de armazenamento, não sendo possível ajustar MA-MD e MA-MDGA a nenhum dos modelos estudados, enquanto MA-GA ajustou-se ao modelo linear. Os corantes de jabuticaba nas mesmas condições de armazenamento também apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as amostras e o tempo de armazenamento, não sendo possível ajustar JA-MDGA e JA-GA a nenhum dos modelos estudados, enquanto que JA-MD apresentou tendência a um comportamento constante ao longo do período de armazenamento (Figura 9).

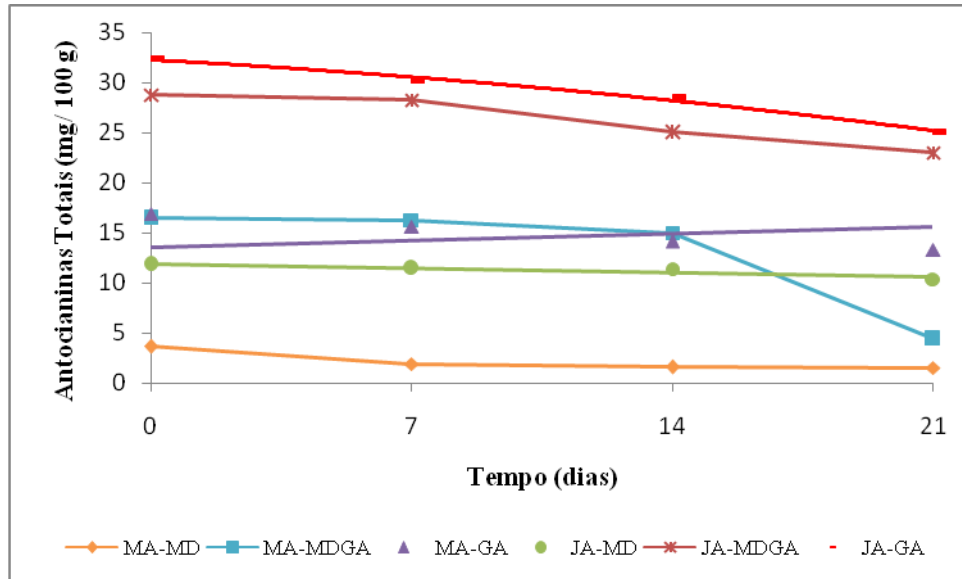


Figura 8 - Antocianinas totais (mg/ 100 g) dos corantes atomizados durante 21 dias de armazenamento sob incidência de luz, a 25 °C.

MA-MD: Extrato atomizado de mangostão com 30% de maltodextrina.

MA-MDGA: Extrato atomizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-GA: Extrato atomizado de mangostão com 30% de goma arábica.

JA-MD: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de maltodextrina.

JA-MDGA: Extrato atomizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-GA: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de goma arábica.

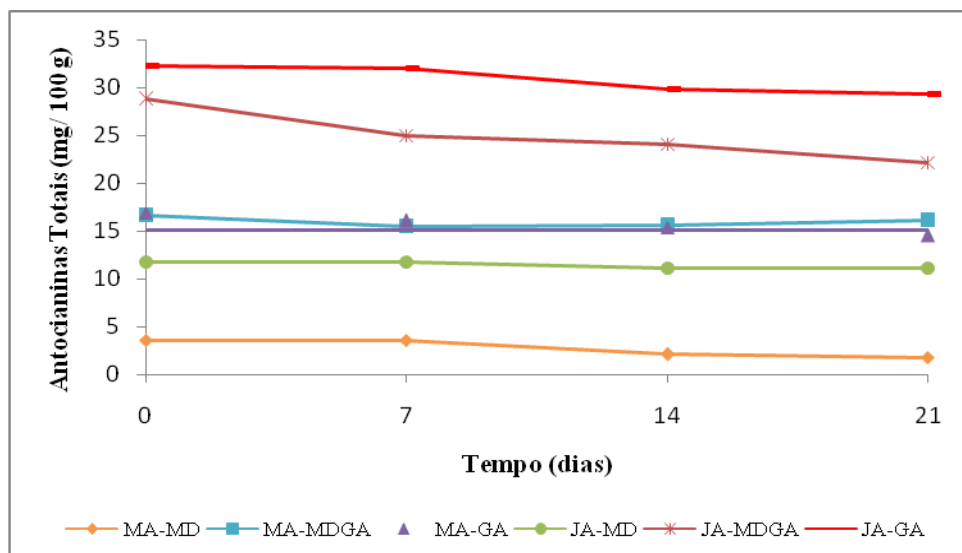


Figura 9 - Antocianinas totais (mg/ 100 g) dos corantes atomizados durante 21 dias de armazenamento ao abrigo da luz, a 10 °C.

MA-MD: Extrato atomizado de mangostão com 30% de maltodextrina.

MA-MDGA: Extrato atomizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-GA: Extrato atomizado de mangostão com 30% de goma arábica.

JA-MD: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de maltodextrina.

JA-MDGA: Extrato atomizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-GA: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de goma arábica.

Nos corantes de mangostão expostos a luz a 25 °C, a menor variação do teor antocianico ao longo do tempo de armazenamento foi observada na formulação MA-GA, que degradou somente 21,06% do pigmento, sofrendo decréscimos em seus valores médios de 16,90 e 13,34 mg/ 100 g. A maior variação foi observada em MA-MDGA, que degradou 73,30% do pigmento ao longo do período de armazenamento, variando de 16,46 a 4,39 mg/ 100 g.

Nos corantes de jabuticaba armazenados sob a incidência de luz a 25 °C, JA-MDGA e JA-GA apresentaram comportamentos semelhantes quanto a porcentagem de degradação (20,01% e 22,51%, respectivamente). JA-MD apresentou tendência a um valor constante, com médias de 11,48 mg/ 100 g, tendo valores variando de 11,82 a 10,38 mg/ 100g.

Quando armazenados ao abrigo da luz a 10 °C, MA-MDGA mostrou-se mais estável ao longo do armazenamento, degradando apenas 3,28% dos pigmentos antocianicos, decrescendo de 16,61 a 16,07 mg/ 100 g. MA-MD teve seus teores reduzidos de 3,63 a 1,81 mg/ 100 g, degradando 50,14% do pigmento. Entre os corantes de jabuticaba, JA-MD teve decréscimos de apenas 5,92%, JA-GA teve decréscimos de 9,22%, enquanto que JA-MDGA teve 22,75% de seus pigmentos degradados.

Ersus e Yurdagel (2007) estudaram a estabilidade de antocianinas de cenouras pretas microencapsuladas por atomização em diferentes condições de temperatura, sob a incidência de luz. O conteúdo de antocianinas dos pós encapsulados decresceu 33% durante 64 dias de estocagem a 25 °C. Quando mantidos em estocagem a 4 °C, a queda de antocianinas foi de apenas 11% durante o mesmo período de estocagem.

Os resultados expostos confirmam o efeito deletério da luz sobre os pigmentos, independente do tipo de formulação. Foi possível verificar também que a maltodextrina propiciou uma maior retenção das antocianinas dos corantes de jabuticaba durante o armazenamento, enquanto que, nas amostras de mangostão, a goma arábica presente na forma isolada ou com a maltodextrina, propiciou uma menor degradação desses pigmentos.

Com relação ao tipo de fruto avaliado, os corantes de jabuticaba continham teores do pigmento antocianico superiores quando comparados com os corantes de mangostão. Tais teores se mantiveram mais elevados durante o armazenamento em ambas as situações, não sendo possível apontar uma maior estabilidade das antocianinas a nenhuma das fontes.

Os corantes de mangostão que continham em suas formulações somente o carboidrato maltodextrina não obtiveram resultados satisfatórios quanto a extração de

antocianinas pela metodologia empregada, apresentando teores muito baixos ao longo de todo o tempo de armazenamento, quando comparados com as demais formulações, o que pode indicar uma possível complexação entre o solvente empregado, o carboidrato e algum componente presente no extrato desse fruto.

Segundo Magalhães Netto (1997), o uso combinado de maltodextrina e goma arábica como agentes encapsulantes de antocianinas provenientes de bagaços de uvas *Isabel* estabilizaram de maneira mais satisfatória o sistema durante a secagem em atomizador, quando comparados com os dois carboidratos agindo isoladamente. Isso não foi observado nos corantes das cascas de mangostão, pois o uso concomitante dos dois carboidratos favoreceu maior porcentagem de degradação quando comparados com as demais formulações das amostras expostas a incidência de luz (73,30%), embora quando os corantes estavam armazenados ao abrigo da luz, MA-MDGA teve somente 3,28% de degradação.

5.3.2 Polifenóis extraíveis totais (PET)

Os valores de polifenóis dos corantes de mangostão expostos a luz a 25 °C tratados estatisticamente apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) em função do tempo de armazenamento, tendo a formulação MA-MD e MA-MDGA não se ajustado a nenhum dos modelos testados, enquanto que MA-GA ajustou-se ao modelo quadrático. Também houve diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as amostras de jabuticaba em função do tempo de armazenamento para as mesmas condições de armazenamento, onde JA-MD e JA-MDGA ajustaram-se ao modelo linear e JA-GA ajustou-se ao modelo quadrático (Figura 10).

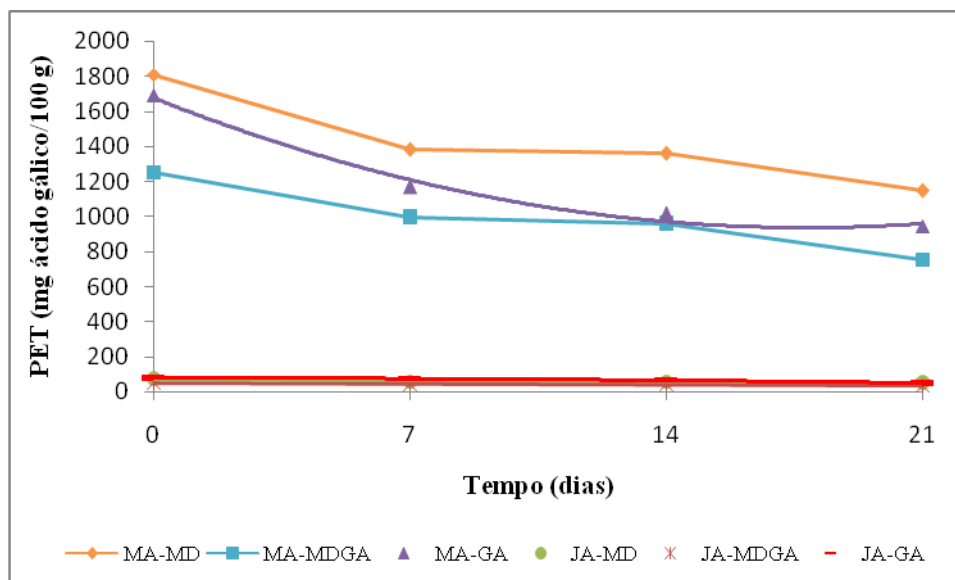


Figura 10 - Polifenóis totais (mg de ácido gálico/ 100 g) dos corantes atomizados durante 21 dias de armazenamento sob incidência de luz, a 25 °C.

MA-MD: Extrato atomizado de mangostão com 30% de maltodextrina.

MA-MDGA: Extrato atomizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-GA: Extrato atomizado de mangostão com 30% de goma arábica.

JA-MD: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de maltodextrina.

JA-MDGA: Extrato atomizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-GA: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de goma arábica.

Os corantes de mangostão apresentaram elevados teores de polifenóis quando comparados com os corantes de jabuticaba (Figura 10). Isso evidencia a elevada quantidade de antioxidantes presentes nas cascas desse fruto, tais como as xantonas (YU et al., 2007). De acordo com Heim, Tagliaferro e Bobolya (2002), os compostos fenólicos são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos.

Ao longo do período de armazenamento dos corantes de mangostão expostos a luz, os teores de polifenóis de MA-MD, MA-MDGA e MA-GA degradaram 36,66%, 39,93% e 43,96%, respectivamente. Considerando as amostras de jabuticaba, JA-MD, JA-MDGA e JA-GA tiveram seus teores de polifenóis degradados 32,89%, 24,10% e 34,34%, respectivamente.

Ao final do período de armazenamento, o maior teor de polifenóis foi observado em MA-MD, atingindo valores de 1146,61 mg de ácido gálico/ 100 g, embora MA-MDGA e MA-GA também tenham conservados elevados teores de polifenóis, 752,97 e 946,83 mg de ácido gálico/ 100 g, respectivamente. Estudando mirtilos, Cevallos-Casals e Cisneros-Zevallos (2004) encontraram valores variando de 292 a 672 mg de ácido gálico/ 100 g, valores inferiores aos encontrados nos corantes de mangostão.

Nos corantes de jabuticaba, JA-MD teve decréscimo em seus valores de 70,39 a 47,24 mg de ácido gálico/ 100 g, enquanto que JA-MDGA teve decréscimos de 49,49 a 37,56 mg de ácido gálico/ 100 g. JA-GA teve seus teores reduzidos de 77,53 a 50,90 mg de ácido gálico/ 100 g.

Antunes, Gonçalves e Trevisan (2006) analisaram o teor de polifenóis em amoras-pretas durante 21 dias e observaram, em ambiente refrigerado, um aumento no teor até o nono dia, atingindo 467,86 mg de ácido gálico/ 100 g, havendo um decréscimo a partir desse período. Os autores atribuíram esse aumento inicial à perda de massa das frutas, o que leva a uma concentração dessas substâncias, enquanto que seu decréscimo está associado a processos de complexação e polimerização de taninos. Também estudando amoras-pretas, Pereira et al. (2007) encontraram teores de polifenóis de 672 mg de ácido gálico/ 100 g. Esses teores mostraram-se inferiores aos encontrados nos corantes de mangostão, embora tenham sido superiores aos corantes de jabuticaba.

Ao contrário das antocianinas, uma melhor retenção de polifenóis nas amostras de mangostão foi observada quando foi utilizado somente o carboidrato maltodextrina nos corantes formulados. Isso explica a presença de outros polifenóis não antociânicos nos corantes provenientes das cascas desse fruto que melhor se estabiliza com esse carboidrato.

Considerando-se as amostras armazenadas ao abrigo da luz a 10 °C, a análise estatística demonstrou que os valores de polifenóis nas formulações não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) em função do tempo de armazenamento. Os valores apresentaram uma tendência geral de queda, sendo que as amostras de mangostão ajustaram-se ao modelo linear e as amostras de jabuticaba não se ajustaram a nenhum dos modelos testados (Figura 11).

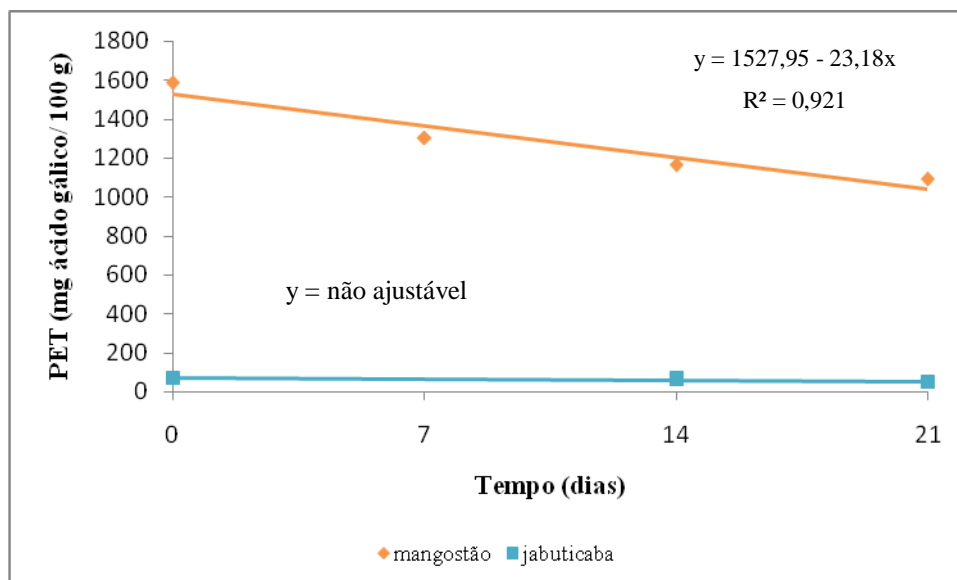


Figura 11 - Polifenóis totais (mg de ácido gálico/ 100 g) dos corantes atomizados durante 21 dias de armazenamento ao abrigo da luz, a 10 °C.

De acordo com a Tabela 3, os maiores teores de polifenóis entre as amostras de mangostão são observadas nas formulações que utilizam somente um veículo, quer seja maltodextrina, quer seja goma arábica. Já nas amostras de jabuticaba, as três formulações não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) ao longo do tempo de armazenamento.

Tabela 3 - Médias de polifenóis totais (mg de ácido gálico/ 100 g) dos corantes atomizados de mangostão e jabuticaba durante 21 dias de armazenamento a 10 °C, ao abrigo da luz.

Polifenóis totais (mg de ácido gálico/ 100 g)					
Mangostão			Jabuticaba		
MA-MD	MA-MDGA	MA-GA	JA-MD	JA-MDGA	JA-GA
1503,70a	991,60b	1358,40a	60,48a	60,483a	65,20a

Para cada fruto independentemente, resultados na mesma linha seguidos de mesma letra não são significativos ao nível de 5% no teste de Tukey.

MA-MD: Extrato atomizado de mangostão com 30% de maltodextrina.

MA-MDGA: Extrato atomizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-GA: Extrato atomizado de mangostão com 30% de goma arábica.

JA-MD: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de maltodextrina.

JA-MDGA: Extrato atomizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-GA: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de goma arábica.

5.3.3 Atividade antioxidante total (AAT)

Os valores de antioxidantes totais das amostras de mangostão expostas a luz tratados estatisticamente apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) em função do tempo de armazenamento, tendo a formulação MA-MD se ajustado ao modelo linear enquanto MA-MDGA e MA-GA não se ajustaram a nenhum dos modelos estudados. Nos corantes de jabuticaba armazenados nas mesmas condições houve diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as amostras em função do tempo de armazenamento, sendo que JA-MD e JA-GA ajustaram-se ao modelo linear, enquanto que JA-MDGA ajustou-se ao modelo quadrático (Figura 12).

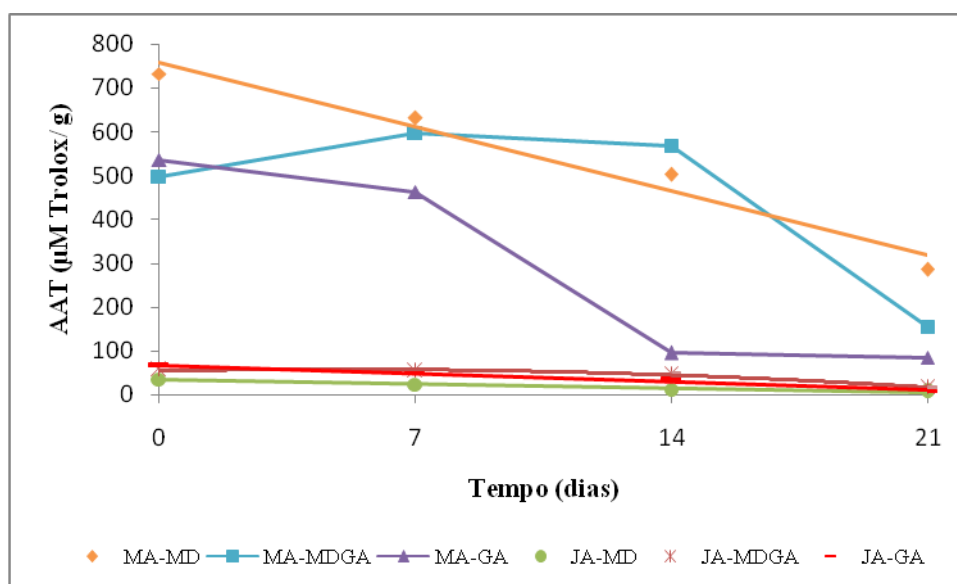


Figura 12 - Antioxidantes totais (μM de Trolox/ g) dos corantes atomizados durante 21 dias de armazenamento sob incidência de luz, a 25 °C.

MA-MD: Extrato atomizado de mangostão com 30% de maltodextrina.

MA-MDGA: Extrato atomizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-GA: Extrato atomizado de mangostão com 30% de goma arábica.

JA-MD: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de maltodextrina.

JA-MDGA: Extrato atomizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-GA: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de goma arábica.

Nas amostras armazenadas ao abrigo da luz a temperatura de 10 °C foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os corantes dos dois frutos em função do tempo de armazenamento, embora não tenha havido diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as formulações ao longo do período de armazenamento. Os corantes de mangostão ajustaram-

se ao modelo linear, obedecendo a uma tendência geral de queda, enquanto que os corantes de jabuticaba não se ajustaram a nenhum dos modelos testados (Figura 13).

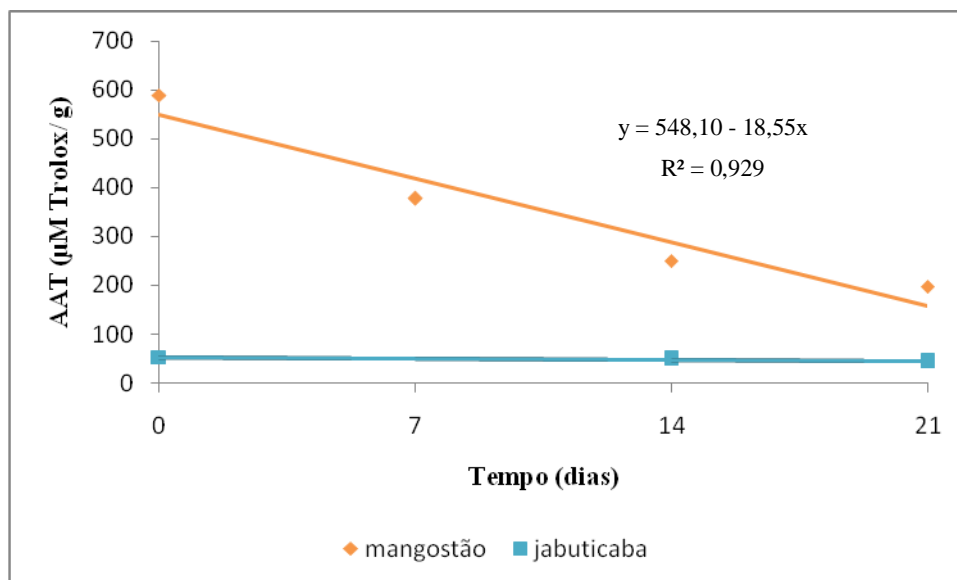


Figura 13 - Antioxidantes totais (μM de Trolox/ g) dos corantes atomizados durante 21 dias de armazenamento ao abrigo da luz, a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

A atividade antioxidante das amostras de mangostão mostrou-se superior quando comparada com as amostras de jabuticaba, indicando a presença de maiores quantidades de compostos com capacidade antioxidante nos corantes formulados a partir desse fruto.

As degradações da atividade antioxidante nos corantes de jabuticaba expostos a luz foram de 80,56%, 72,27% e 86,34% para JA-MD, JA-MDGA e JA-GA, respectivamente. Nos corantes de mangostão, as degradações observadas em MA-MD, MA-MDGA e MA-GA foram, respectivamente, 60,87%, 68,61% e 84,04%. Conforme mencionado no item 5.2.1 e 5.2.2, a jabuticaba contém maiores quantidades de antocianinas e menores de polifenóis totais quando comparados com o mangostão. Considerando que as antocianinas são muito sensíveis à luz e ao calor (DELGADO-VARGAS; JIMÉNEZ; PAREDES LÓPEZ, 2000), era de se esperar que a atividade antioxidante da jabuticaba apresentasse maior diminuição quando comparada com a do mangostão.

Deve-se ressaltar que há nas cascas do mangostão um alto teor de compostos identificados como poderosos agentes antioxidantes que são mais estáveis ao efeito deletério da luz, tais como xantonas e epicatequinas (YU et al., 2007). Soma-se a isso a presença de alguns fatores de estabilização dos pigmentos naturais também possivelmente presentes na

casca do mangostão, tais como açúcares ácidos, ácidos orgânicos e minerais (FAVARO, 2008).

Nas amostras armazenadas ao abrigo da luz a 10 °C, os corantes de mangostão sofreram degradação de sua atividade antioxidante em 66,33%, enquanto que os corantes de jabuticaba tiveram 17,31% desses compostos degradados. Tal resultado corrobora para a conclusão de que os compostos responsáveis pela atividade antioxidante do extrato de mangostão não são tão sensíveis a luz quanto os da jabuticaba.

Conforme a Tabela 4, não houve diferenças significativas ($p > 0,05$), pelo teste de Tukey, entre as atividades antioxidantes das três formulações de mangostão, não sendo, portanto detectada influencia de nenhum carboidrato utilizado nas formulações ao longo do armazenamento sobre esse parâmetro. Já para a jabuticaba as formulações JA-MDGA E JA-GA apresentaram os maiores teores desses compostos.

Tabela 4 - Médias de antioxidantes totais ($\mu\text{M Trolox/ g}$) dos corantes atomizados de mangostão e jabuticaba durante 21 dias de armazenamento a 10 °C, ao abrigo da luz.

Antioxidantes totais ($\mu\text{M Trolox/ g}$)					
Mangostão			Jabuticaba		
MA-MD	MA-MDGA	MA-GA	JA-MD	JA-MDGA	JA-GA
388,77a	322,27a	348,80a	33,847a	54,373b	57,595b

Para cada fruto independentemente, resultados na mesma linha seguidos de mesma letra não são significativos ao nível de 5% no teste de Tukey.

MA-MD: Extrato atomizado de mangostão com 30% de maltodextrina.

MA-MDGA: Extrato atomizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-GA: Extrato atomizado de mangostão com 30% de goma arábica.

JA-MD: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de maltodextrina.

JA-MDGA: Extrato atomizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-GA: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de goma arábica.

5.4 Efeito do calor

Entre as amostras expostas a luz a 25 °C houve interações significativas ($p \leq 0,05$) entre os corantes (mangostão e jabuticaba), as formulações (extrato liofilizado com 15% de maltodextrina e 15% de goma arábica e extrato atomizado com 15% de maltodextrina e 15% de goma arábica) e o tempo de armazenamento (0, 7, 14 e 21 dias) para antioxidantes totais,

polifenóis totais e antocianinas totais, tendo sido realizadas uma análise de regressão para cada formulação separadamente.

Entre as amostras não expostas a luz a 10 °C houve diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os corantes, as formulações e o tempo de armazenamento para antocianinas totais e polifenóis totais. Para antioxidantes totais não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) entre corantes, formulações e tempo de armazenamento, estudando-se as diferenças entre as formulações pelo teste de médias (Tukey).

5.4.1 Antocianinas Totais

Foram observadas diferenças significativas no teor antociânico ($p \leq 0,05$) dos corantes de ambos os frutos durante o tempo de armazenamento tanto nos corantes armazenados sob incidência de luz, a 25 °C (Figura 14) quanto nos mesmos não armazenados expostos a luz, a 10 °C (Figura 15). Nenhuma das formulações expostas a luz a 25 °C ajustou-se aos modelos estudados. Nas formulações não expostas a luz a 10 °C, apenas JL-MDGA ajustou-se ao modelo linear, enquanto que as demais não se ajustaram a nenhum dos modelos estudados.

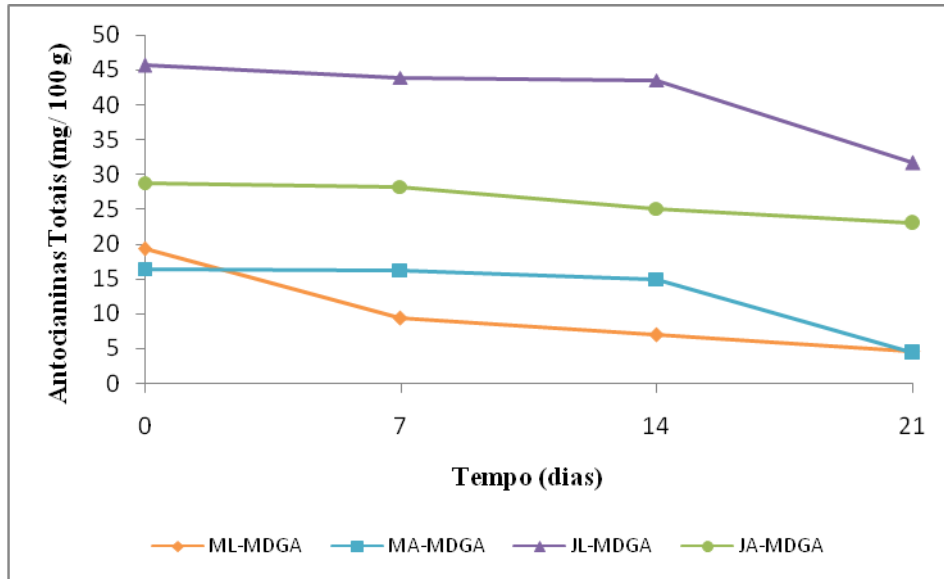


Figura 14 - Antocianinas totais (mg/ 100 g) dos corantes atomizados durante 21 dias de armazenamento sob incidência de luz, a 25 °C.

ML-MDGA: Extrato liofilizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.
 MA-MDGA: Extrato atomizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.
 JL-MDGA: Extrato liofilizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.
 JA-MDGA: Extrato atomizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

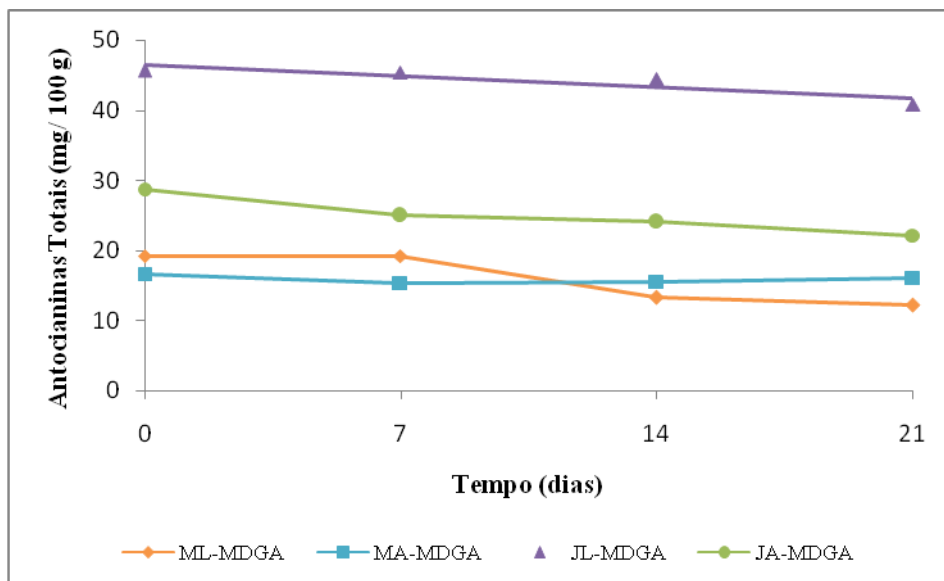


Figura 15 - Antocianinas totais (mg/ 100 g) dos corantes atomizados durante 21 dias de armazenamento ao abrigo da luz, a 10 °C.

ML-MDGA: Extrato liofilizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.
 MA-MDGA: Extrato atomizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.
 JL-MDGA: Extrato liofilizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.
 JA-MDGA: Extrato atomizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

As amostras liofilizadas de ambos os frutos (ML-MDGA e JL-MDGA) quando comparadas com as atomizadas apresentaram teores antociânicos superiores, sendo, portanto o método de secagem indicado na obtenção de corantes em pó de antocianinas. Conforme descrevem Malacrida e Mota (2006) e Constant (2003), as antocianinas são sensíveis ao aquecimento tanto na etapa de processamento como na estocagem de alimentos.

Os teores de antocianinas dos corantes liofilizados e atomizados de mangostão expostos a luz a 25 °C sofreram degradação de 76,18% e 73,27%, respectivamente, tendo a amostra atomizada sofrido uma degradação mais acentuada a partir do 14º dia de armazenamento, enquanto que o corante liofilizado decresceu mais acentuadamente nos primeiros 7 dias.

Nas amostras não expostas a luz a 10 °C, os corantes de mangostão degradaram 36,74% e 3,30% nos corantes liofilizados e atomizados, respectivamente. Em MA-MDGA, houve decréscimo em seus teores até o 7º dia de armazenamento, sofrendo um leve aumento a partir desse dia e até o final do período de armazenamento.

Entre os corantes de jabuticaba expostos a luz a 25 °C, JL-MDGA degradou 30,69% de antocianinas, enquanto JA-MDGA teve 20,01% de seu teor antociânico degradado. Quando armazenados ao abrigo da luz a 10 °C, os corantes de jabuticaba degradaram 22,75% e 10,55% de antocianinas nas amostras liofilizadas e atomizadas, respectivamente.

Os teores observados nos corantes dos frutos objetos dessa pesquisa mostraram-se inferiores ao observado por Bobbio et al. (2000) que, estudando o teor antociânico do extrato aquoso liofilizado de cascas de frutos de açazeiro, observaram um teor de antocianinas de 263 mg/ 100 g de casca, sendo o açaí considerado como uma fonte economicamente viável desse composto.

Dependendo da fonte antociânica, o calor pode ou não favorecer a formação de complexos mais estáveis (CONSTANT, 2003). Em ambas as condições de armazenagem, para ambos os frutos, as amostras atomizadas apresentaram menores taxas de perda de antocianina, ou seja, o produto formulado obtido pela secagem em atomizador mostrou-se mais estável que o produto obtido pela secagem em liofilizador. Tal resultado é interessante, pois mostra que, embora inicialmente a secagem por liofilização leve a uma maior retenção das antocianinas, o calor durante a atomização promove uma maior interação entre o pigmento e o agente estabilizante, conservando o pigmento e favorecendo sua conservação durante a armazenagem.

O uso da técnica de atomização com algum veículo estabilizante protege o material corante, possibilitando um aumento em sua vida de prateleira (PRENTICE-HERNÁNDEZ; RUSIG, 1999), através do fenômeno da copigmentação (WROLSTAD, 2000).

Esse resultado não foi observado por Constant (2003), que estudando antocianinas de açaí, verificou que calor ao qual o pigmento foi submetido durante a secagem por atomização nem o beneficiou, promovendo supostas ligações entre o pigmento e o carboidrato veículo, nem o desestabilizou.

5.4.2 Polifenóis extraíveis totais (PET)

Foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os corantes dos dois frutos e os tempos de armazenamento nas amostras sob a incidência a 25 °C, onde ML-MDGA, MA-MDGA e JL-MDGA não se ajustaram a nenhum dos modelos testados, enquanto JA-MDGA ajustou-se ao modelo linear (Figura 16).

Nas amostras armazenadas ao abrigo da luz a 10 °C foram observadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) em função do tempo, embora as formulações não tenham diferido significativamente ($p > 0,05$) ao longo desse período. Os corantes de mangostão apresentaram comportamento constante ao longo do período de armazenamento, com valores médios de 1254,33 mg de ácido gálico/ 100 g, o mesmo comportamento observado entre as amostras de jabuticaba, com valores médios de 148,27 mg de ácido gálico/ 100 g (Figura 17).

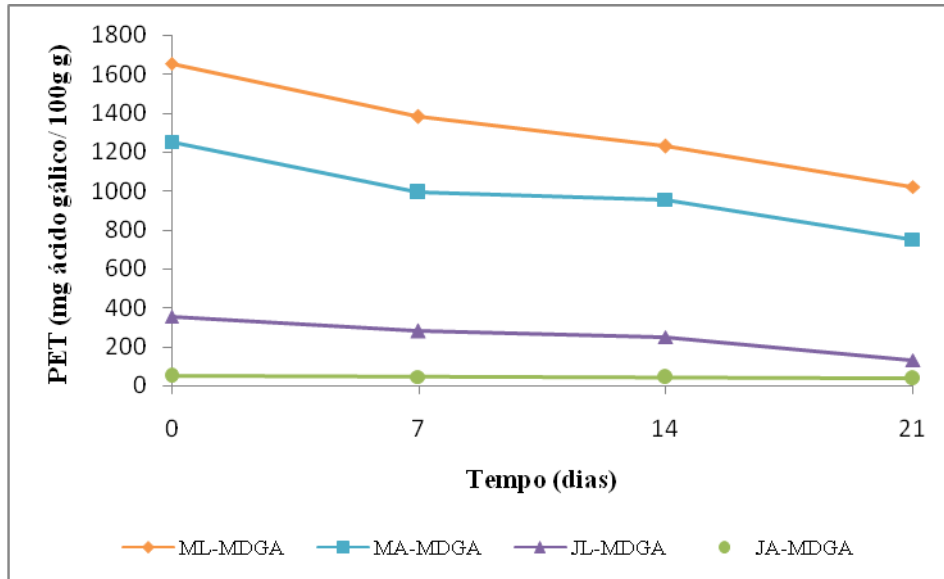


Figura 16 - Polifenóis totais (mg de ácido gálico/ 100 g) dos corantes atomizados durante 21 dias de armazenamento sob incidência de luz, a 25 °C.

ML-MDGA: Extrato liofilizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.
 MA-MDGA: Extrato atomizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.
 JL-MDGA: Extrato liofilizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.
 JA-MDGA: Extrato atomizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

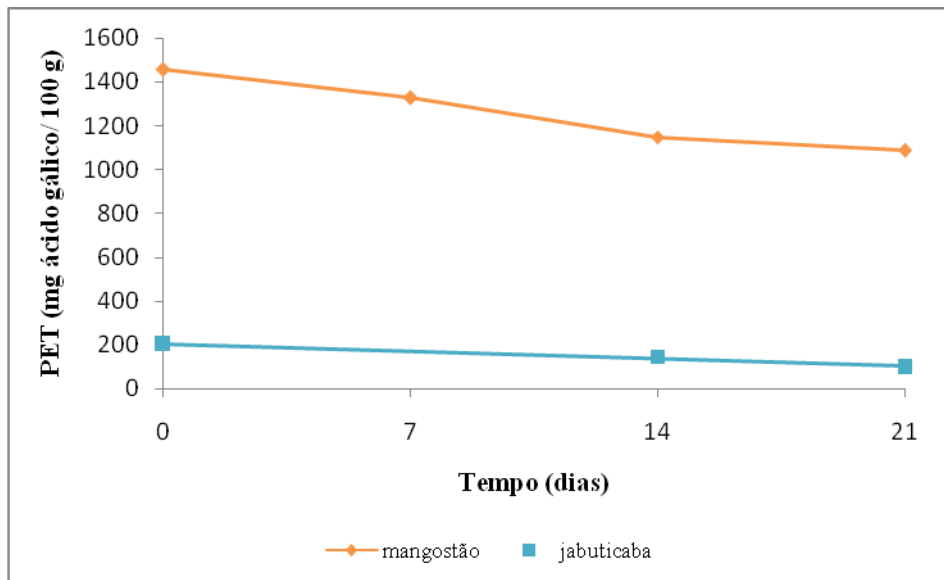


Figura 17 - Polifenóis totais (mg de ácido gálico/ 100 g) dos corantes atomizados durante 21 dias de armazenamento ao abrigo da luz, 10 °C.

ML-MDGA: Extrato liofilizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.
 MA-MDGA: Extrato atomizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.
 JL-MDGA: Extrato liofilizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.
 JA-MDGA: Extrato atomizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

Entre os corantes de mangostão expostos a luz, ML-MDGA variou seus teores de polifenóis de 1665,31 a 1021,53 mg ácido gálico/ 100 g, enquanto MA-MDGA teve seus teores variando de 1253,50 a 752,98 mg ácido gálico/ 100 g. Já nos corantes de jabuticaba submetidas ao mesmo armazenamento, o teor de polifenóis variou de 356,36 a 131,01 mg de ácido gálico/ 100 g para JL-MDGA e 49,49 a 37,56 mg de ácido gálico/ 100 g para JA-MDGA.

Os corantes de mangostão apresentaram elevados teores de polifenóis quando comparados com os corantes de jabuticaba. Esse resultado corrobora com alguns estudos efetuados que atestam que as cascas de mangostão são comprovadamente fontes de diversas xantonas, uma subclasse dos polifenóis (YU et al., 2007).

Apesar dos corantes de jabuticaba terem apresentado teores de polifenóis inferiores aos do mangostão, também podem ser consideradas boas fontes desses compostos, pois segundo Kähkönen et al. (1999), um fruto pode ser considerado como contendo um alto teor de polifenóis se tiver um valor maior que 40 mg de ácido gálico/ 100 g.

Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997) obtiveram teores de polifenóis de 433 mg/ 100 g em bagaço de uva liofilizada, reforçando a vantagem de reutilizar o bagaço de frutos a fim de adicionar valor agregado ao produto. Os corantes de mangostão liofilizados apresentaram teores superiores aos encontrados por esses autores, comprovando que o uso de cascas de mangostão na produção de corantes traz benefícios funcionais ao produto a que for adicionado.

A Tabela 5 mostra as médias dos teores de polifenóis totais das duas formulações (liofilizadas e atomizadas) das amostras de mangostão e jabuticaba armazenadas ao abrigo da luz a 10 °C.

Tabela 5 - Médias de polifenóis totais (mg ácido gálico/ 100 g) dos corantes atomizados e liofilizados de mangostão e jabuticaba durante 21 dias de armazenamento a 10 °C, ao abrigo da luz.

Polifenóis totais (mg ácido gálico/ 100 g)			
Mangostão		Jabuticaba	
ML-MDGA	MA-MDGA	JL-MDGA	JA-MDGA
1517,04a	991,61b	248,65a	47,90b

Para cada fruto independentemente, resultados na mesma linha seguidos de mesma letra não são significativos ao nível de 5% no teste de Tukey.

ML-MDGA: Extrato liofilizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-MDGA: Extrato atomizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JL-MDGA: Extrato liofilizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-MDGA: Extrato atomizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

5.4.3 Atividade antioxidante total (AAT)

Os teores de antioxidantes dos corantes armazenados expostos a incidência de luz a 25 °C e tratados estatisticamente apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) ao longo do período de armazenamento, embora não tenha havido diferenças entre os frutos. Nem as amostras liofilizadas nem as amostras atomizadas ajustaram-se a nenhum dos modelos estudado (Figura 18).

Nos corantes armazenados ao abrigo da luz a 10 °C não houve diferenças significativas em função do tempo de armazenamento, tendo os corantes de mangostão e ajustado-se ao modelo linear, enquanto que os corantes de jabuticaba mantiveram-se praticamente constantes durante 21 dias de observação, com valor médio de 337,46 μM de Trolox/ g (Figura 19).

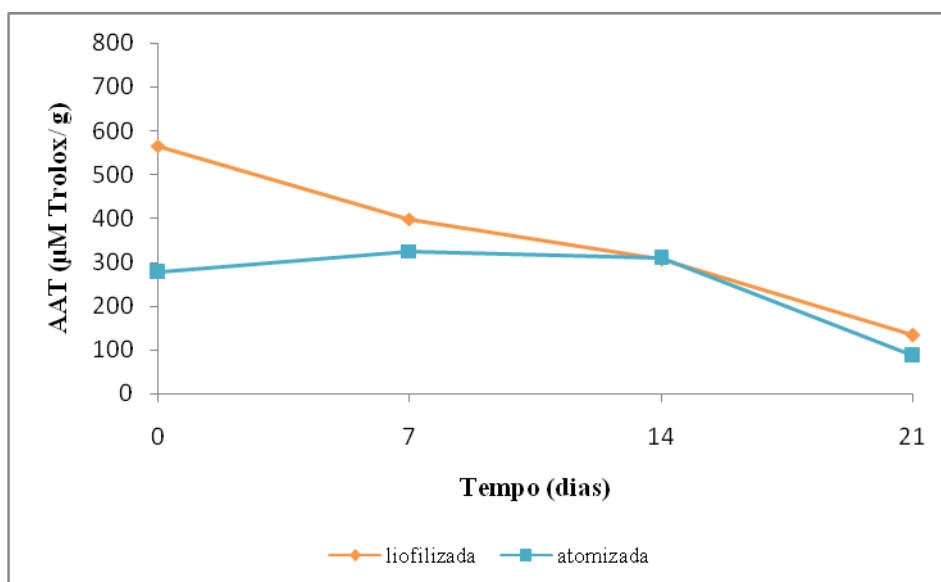


Figura 18 - Antioxidantes totais (μM Trolox/ g) dos corantes atomizados durante 21 dias de armazenamento sob incidência de luz, a 25 °C.

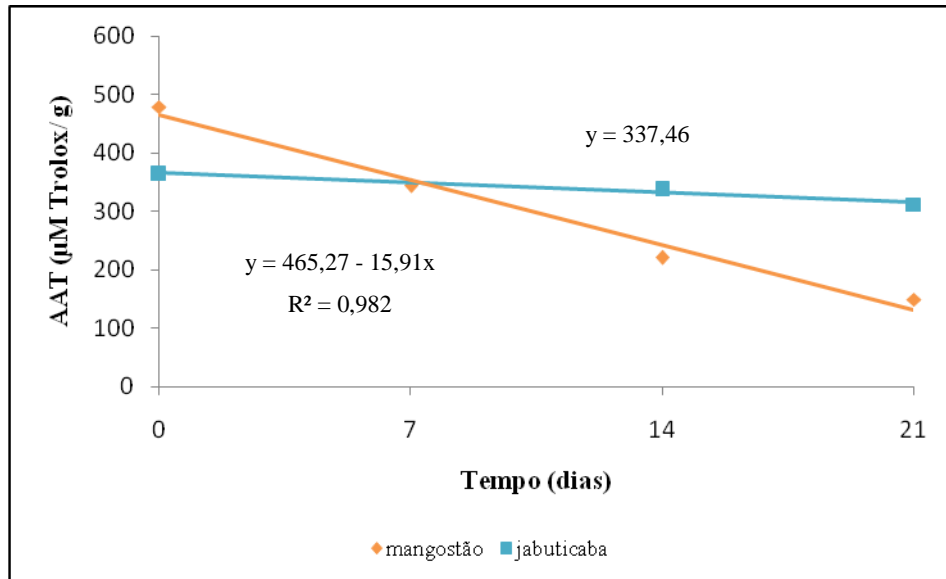


Figura 19 - Antioxidantes totais ($\mu\text{M Trolox/g}$) dos corantes atomizados durante 21 dias de armazenamento ao abrigo da luz, a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Os corantes liofilizados expostos a luz a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ variaram de 565,47 a $133,54\text{ }\mu\text{M}$ de Trolox/ g, degradando 76,38% de seus componentes antioxidantes. Os corantes atomizados sob a mesma forma de armazenamento reduziram seus teores de 277,41 a $86,03\text{ }\mu\text{M}$ de Trolox/ g, uma redução de 69,99%.

Falcão et al. (2007) estudaram a capacidade antioxidante de geléias de uvas obtidas a partir de extratos antociânicos hidroalcoólicos de duas variedades diferentes (*Isabel* e *Refosco*) e encontraram valores que variaram entre 3,9 e $9,8\text{ }\mu\text{M}$ de Trolox/ g, valores bem inferiores aos encontrados nessa pesquisa.

Os corantes de jabuticaba tiveram uma degradação muito mais acentuada em suas atividades antioxidantes quando foram armazenados sob incidência de luz, estando mais estáveis quando armazenadas no escuro. Kukoski et al. (2005) afirmam que a capacidade antioxidantes de frutos é atribuída principalmente ao conteúdo de compostos fenólicos, dentre os quais as antocianinas. A jabuticaba contém maiores quantidades de pigmentos antociânicos quando comparados com o mangostão e, segundo Delgado-Vargas, Jiménez e Paredes-López (2000), esses compostos são extremamente sensíveis à luz e ao calor, o que pode explicar a relativa estabilidade desse atributo nas amostras armazenadas ao abrigo da luz a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

A degradação das atividades antioxidantes nas amostras de mangostão expostas e não expostas a luz tiveram comportamentos semelhantes, não tendo a luz exercido efeito deletério muito acentuado nessas amostras. Há na casca do mangostão um alto teor de compostos identificados como poderosos agentes antioxidantes que são mais estáveis ao

efeito da luz, tais como xantonas e epicatequinas (YU et al., 2007). Soma-se a isso a presença de alguns fatores de estabilização dos pigmentos naturais também possivelmente presentes na casca do mangostão, tais como açúcares ácidos, ácidos orgânicos e minerais (FAVARO, 2008).

A Tabela 6 mostra as médias dos teores de atividade antioxidante das duas formulações (liofilizadas e atomizadas) das amostras de mangostão e jabuticaba armazenadas ao abrigo da luz.

Tabela 6 - Médias de antioxidantes totais ($\mu\text{M Trolox/ g}$) dos corantes atomizados e liofilizados de mangostão e jabuticaba durante 21 dias de armazenamento a $10\text{ }^\circ\text{C}$, ao abrigo da luz.

Antioxidantes totais ($\mu\text{M Trolox/ g}$)			
Mangostão		Jabuticaba	
ML-MDGA	MA-MDGA	JL-MDGA	JA-MDGA
274,21a	322,27a	620,54a	54,37b

Para cada fruto independentemente, resultados na mesma linha seguidos de mesma letra não são significativos ao nível de 5% no teste de Tukey.

ML-MDGA: Extrato liofilizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-MDGA: Extrato atomizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JL-MDGA: Extrato liofilizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-MDGA: Extrato atomizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

5.5 Cinética de degradação

As Figuras 20, 21, 22, 23 representam o teor de polifenóis extraíveis totais (PET) dos corantes de mangostão e jabuticaba sob incidência de luz, a $25 \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ (Figuras 20 e 22, respectivamente) e na ausência de luz, a $10 \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ (Figuras 21 e 23, respectivamente). Através dos coeficientes angulares das curvas foram determinados a velocidade de degradação (k) e seus respectivos tempos de meia vida ($t_{1/2}$), que estão mostrados na Tabela 7.

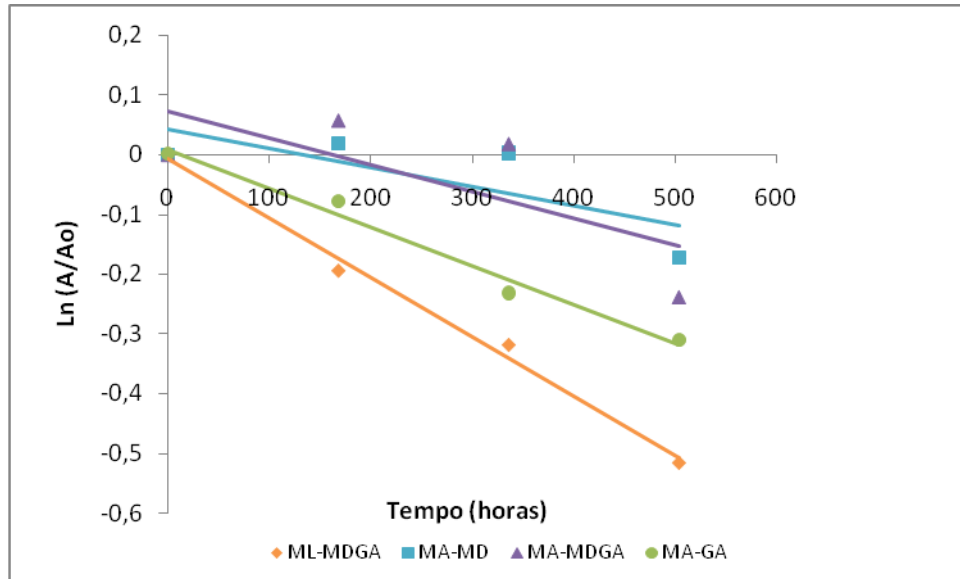


Figura 20 - Curvas de degradação de polifenóis dos corantes de mangostão, sob incidência de luz, a 25 °C, durante 21 dias.

ML-MDGA: Extrato liofilizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-MD: Extrato atomizado de mangostão com 30% de maltodextrina.

MA-MDGA: Extrato atomizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-GA: Extrato atomizado de mangostão com 30% de goma arábica.

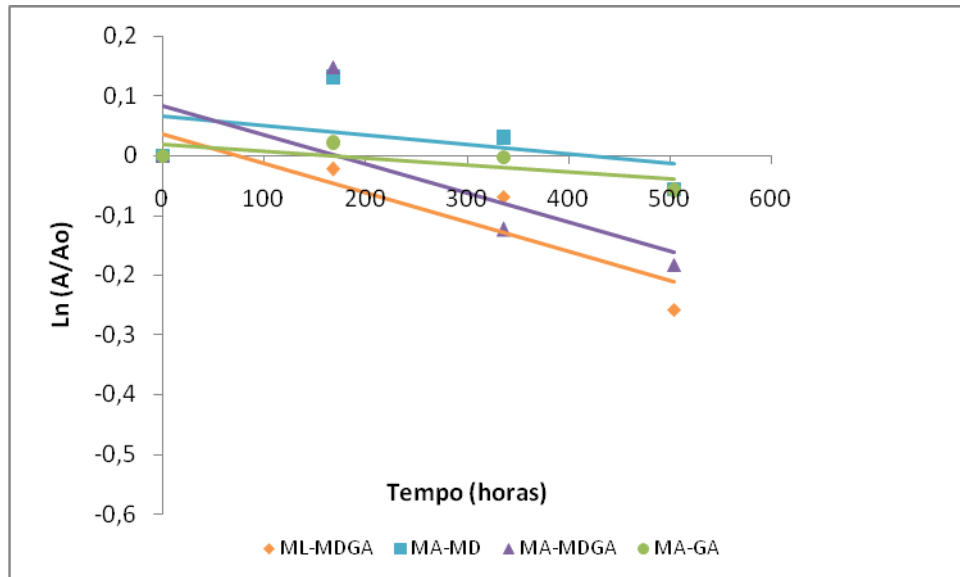


Figura 21 - Curvas de degradação de polifenóis dos corantes de mangostão em ausência de luz, a 10 °C, durante 21 dias.

ML-MDGA: Extrato liofilizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-MD: Extrato atomizado de mangostão com 30% de maltodextrina.

MA-MDGA: Extrato atomizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-GA: Extrato atomizado de mangostão com 30% de goma arábica.

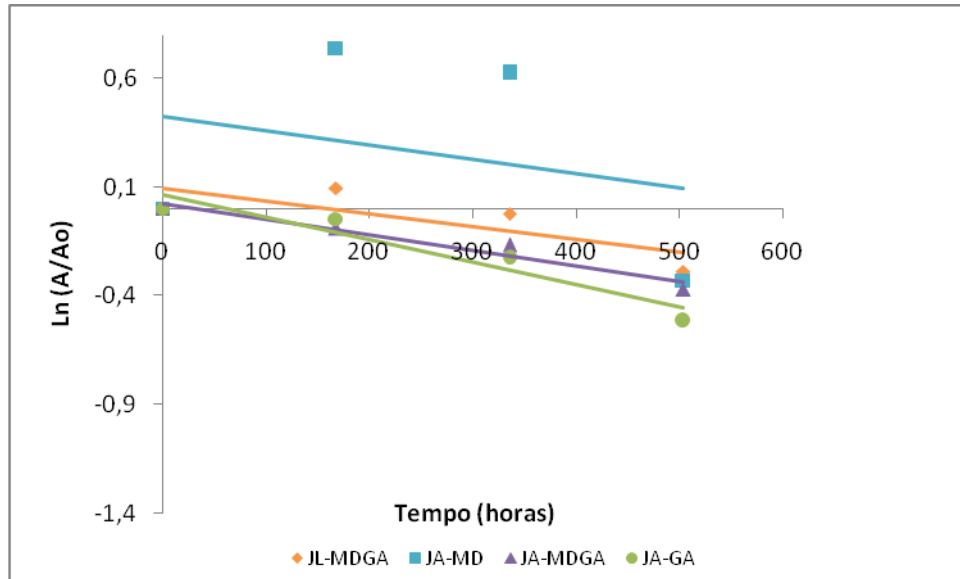


Figura 22 - Curvas de degradação de polifenóis dos corantes de jabuticaba, sob incidência de luz, a 25 °C, durante 21 dias.

JL-MDGA: Extrato liofilizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-MD: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de maltodextrina.

JA-MDGA: Extrato atomizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-GA: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de goma arábica.

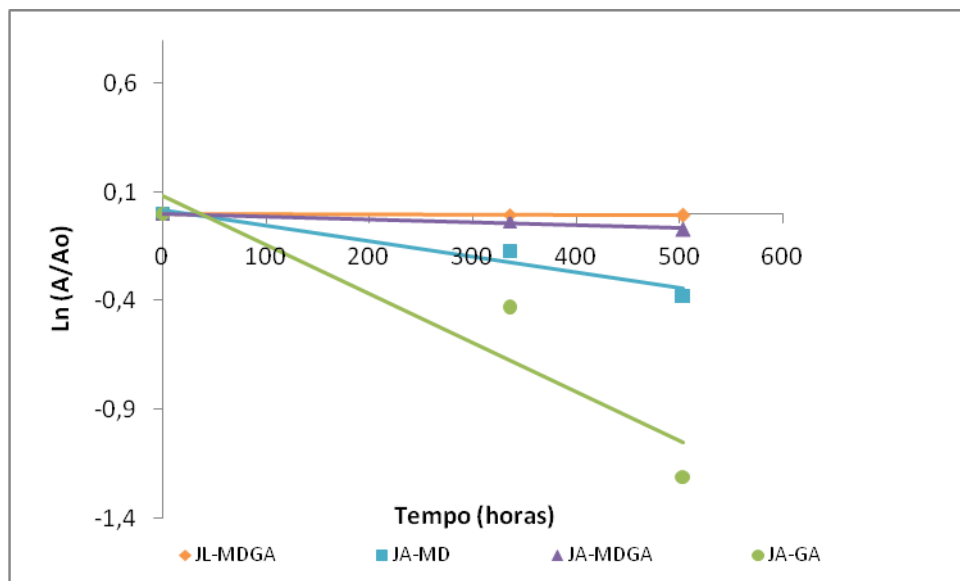


Figura 23 - Curvas de degradação de polifenóis dos corantes de jabuticaba, em ausência de luz a 10 °C, durante 21 dias.

JL-MDGA: Extrato liofilizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-MD: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de maltodextrina.

JA-MDGA: Extrato atomizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-GA: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de goma arábica.

Tabela 7 - Constante de degradação k (h^{-1}) e tempo de meia vida $t_{1/2}$ (h) do teor de polifenóis nos corantes de mangostão e jabuticaba, na presença de luz, a 25 ± 2 °C e na ausência de luz, a 10 ± 2 °C, durante 21 dias.

Carboidratos	Mangostão (M)				Jabuticaba (J)			
	Luz, a 25 ± 2 °C		Escuro, a 10 ± 2 °C		Luz, a 25 ± 2 °C		Escuro, a 10 ± 2 °C	
	k (h^{-1})	$t_{1/2}$ (h)	k (h^{-1})	$t_{1/2}$ (h)	k (h^{-1})	$t_{1/2}$ (h)	k (h^{-1})	$t_{1/2}$ (h)
L-MDGA¹	$1,0 \times 10^{-3}$	693,15	$5,0 \times 10^{-4}$	1386,29	$6,0 \times 10^{-4}$	1155,25	$1,49 \times 10^{-4}$	4657,93
A-MD²	$3,0 \times 10^{-4}$	2310,49	$2,0 \times 10^{-4}$	3465,74	$7,0 \times 10^{-4}$	990,21	$7,0 \times 10^{-4}$	990,21
A-MDGA³	$5,0 \times 10^{-4}$	1386,29	$4,0 \times 10^{-4}$	1732,87	$7,0 \times 10^{-4}$	990,21	$1,0 \times 10^{-4}$	6931,47
A-GA⁴	$6,0 \times 10^{-4}$	1155,25	$1,0 \times 10^{-4}$	6931,47	$2,2 \times 10^{-3}$	315,07	$1,0 \times 10^{-3}$	693,15

¹L-MDGA: Extrato liofilizado com 15% maltodextrina + 15% goma arábica.

²A-MD: Extrato atomizado com 30% maltodextrina.

³A-MDGA: Extrato atomizado com 15% maltodextrina + 15% goma arábica.

⁴A-GA: Extrato atomizado com 30% goma arábica.

Observa-se que a velocidade de degradação k varia na ordem inversa ao tempo de meia vida $t_{1/2}$ em cada uma das formulações.

Avaliando-se a estabilidade dos corantes de mangostão observa-se que amostras armazenadas ao abrigo da luz apresentaram tempos de meia vida $t_{1/2}$ de polifenóis superiores quando comparadas com as amostras com mesma formulação expostas a luz, comportamento também observado nos corantes de jabuticaba (Tabela 7), indicando a sensibilidade desses compostos quando na presença de luz.

Entre as amostras de mangostão, a formulação atomizada que utilizou como veículo estabilizante somente a maltodextrina (MA-MD) foi a que apresentou o maior $t_{1/2}$ entre as amostras expostas a luz, enquanto que, entre aquelas protegidas da luz, a que se apresentou mais estável foi a que utilizou como carboidrato somente a goma arábica (MA-GA), destacando-se das demais (Tabela 7).

Com relação às amostras de jabuticaba, a que se mostrou mais estável sob incidência de luz foi JL-MDGA, enquanto que no escuro, JA-MDGA foi a que apresentou maior $t_{1/2}$ (Tabela 7). Esses resultados mostram que o uso concomitante dos dois carboidratos conferem uma maior estabilidade aos polifenóis presentes nas cascas da jabuticaba.

As Figuras 24, 25, 26 e 27 mostram a representação gráfica do comportamento dos pigmentos antocianicos presentes nos corantes de mangostão e jabuticaba sob incidência de luz, a 25 ± 2 °C (Figuras 24 e 26, respectivamente) e na ausência de luz a 10 ± 2 °C (Figuras 25 e 27, respectivamente). Através dos coeficientes angulares das curvas foram

determinados a velocidade de degradação (k) e seus respectivos tempos de meia vida ($t_{1/2}$) para esses pigmentos, que são mostrados na Tabela 8.

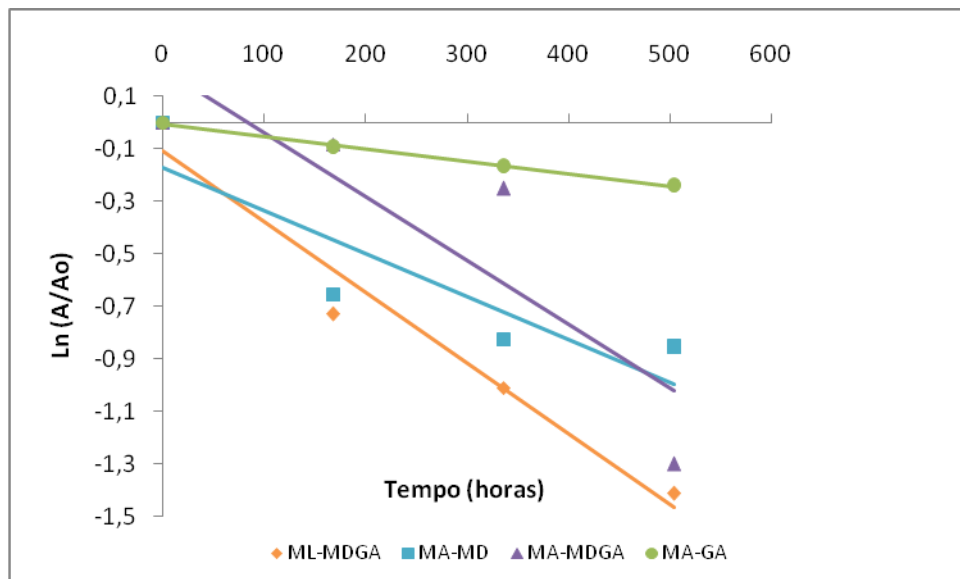


Figura 24 - Curvas de degradação dos pigmentos antociânicos dos corantes de mangostão, sob incidência de luz, a 25 °C, durante 21 dias.

ML-MDGA: Extrato liofilizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-MD: Extrato atomizado de mangostão com 30% de maltodextrina.

MA-MDGA: Extrato atomizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-GA: Extrato atomizado de mangostão com 30% de goma arábica.

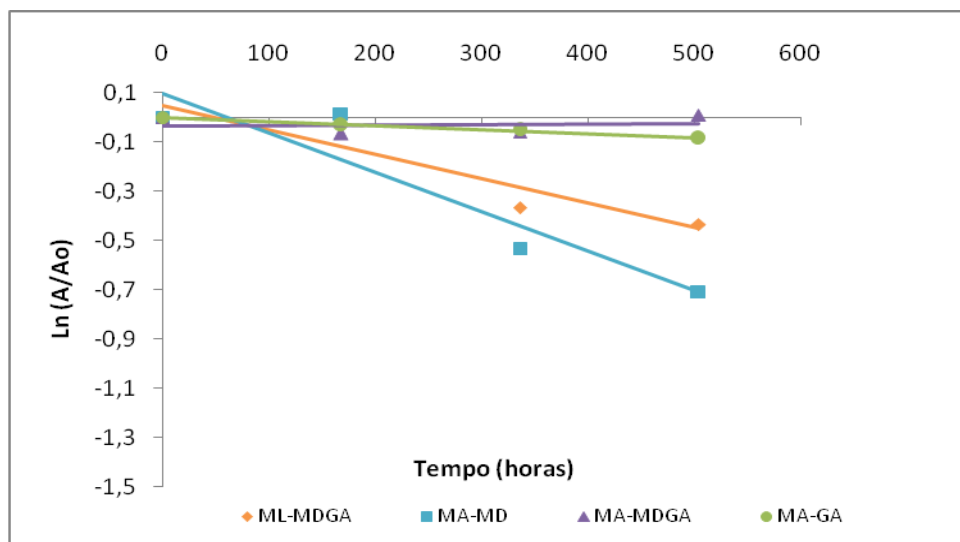


Figura 25 - Curvas de degradação dos pigmentos antociânicos dos corantes de mangostão em ausência de luz a 10 °C, durante 21 dias.

ML-MDGA: Extrato liofilizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-MD: Extrato atomizado de mangostão com 30% de maltodextrina.

MA-MDGA: Extrato atomizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-GA: Extrato atomizado de mangostão com 30% de goma arábica.

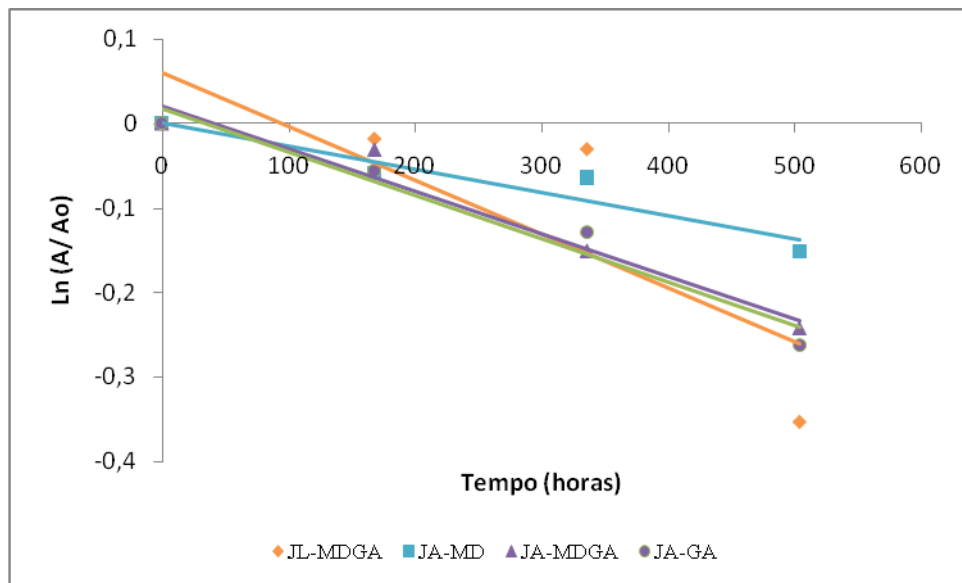


Figura 26 - Curvas de degradação dos pigmentos antocianínicos dos corantes de jabuticaba, sob incidência de luz, a 25 °C, durante 21 dias.

JL-MDGA: Extrato liofilizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-MD: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de maltodextrina.

JA-MDGA: Extrato atomizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-GA: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de goma arábica.

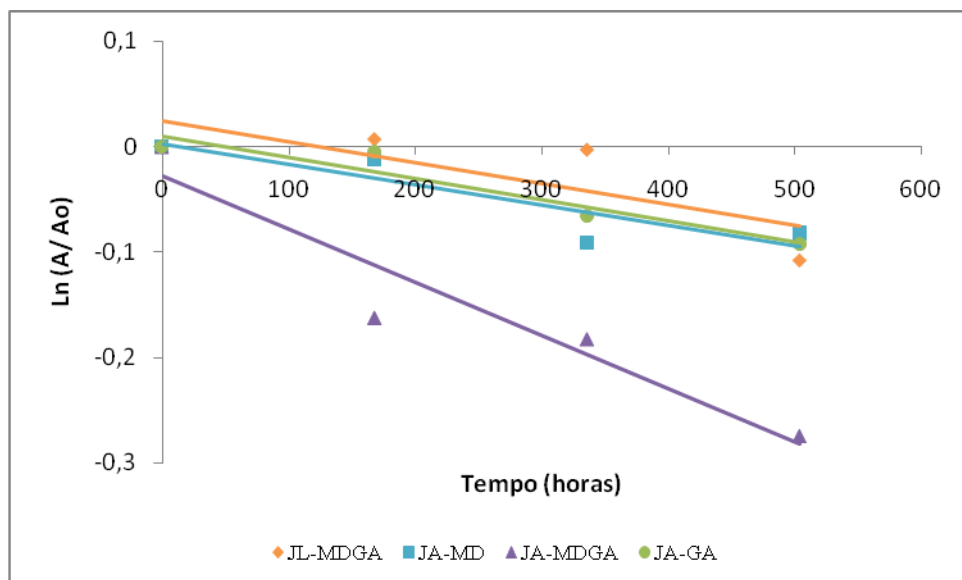


Figura 27 - Curvas de degradação dos pigmentos antocianínicos dos corantes de jabuticaba, em ausência de luz a 10 °C, durante 21 dias.

JL-MDGA: Extrato liofilizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-MD: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de maltodextrina.

JA-MDGA: Extrato atomizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-GA: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de goma arábica.

Tabela 8 - Constantes de degradação k (h^{-1}) e do tempo de meia vida $t_{1/2}$ (h) para os teores antocianínicos dos corantes formulados de mangostão e jabuticaba.

Mangostão (M)							
ML-MDGA		MA-MD		MA-MDGA		MA-GA	
k (h^{-1}) luz	$t_{1/2}$ (h) luz	k (h^{-1}) luz	$t_{1/2}$ (h) luz	k (h^{-1}) luz	$t_{1/2}$ (h) luz	k (h^{-1}) luz	$t_{1/2}$ (h) luz
$2,7 \times 10^{-3}$	256,72	$1,6 \times 10^{-3}$	433,22	$2,4 \times 10^{-3}$	288,81	$5,0 \times 10^{-4}$	1386,29
k (h^{-1}) escuro	$t_{1/2}$ (h) escuro	k (h^{-1}) escuro	$t_{1/2}$ (h) escuro	k (h^{-1}) escuro	$t_{1/2}$ (h) escuro	k (h^{-1}) escuro	$t_{1/2}$ (h) escuro
$1,0 \times 10^{-3}$	693,15	$1,6 \times 10^{-3}$	433,22	$2,0 \times 10^{-4}$	3448,49	$2,0 \times 10^{-4}$	3465,74
Jabuticaba							
JL-MDGA		JA-MD		JA-MDGA		JA-GA	
k (h^{-1}) luz	$t_{1/2}$ (h) luz	k (h^{-1}) luz	$t_{1/2}$ (h) luz	k (h^{-1}) luz	$t_{1/2}$ (h) luz	k (h^{-1}) luz	$t_{1/2}$ (h) luz
$6,0 \times 10^{-4}$	1155,25	$3,0 \times 10^{-4}$	2310,49	$5,0 \times 10^{-4}$	1386,29	$5,0 \times 10^{-4}$	1386,29
k (h^{-1}) escuro	$t_{1/2}$ (h) escuro	k (h^{-1}) escuro	$t_{1/2}$ (h) escuro	k (h^{-1}) escuro	$t_{1/2}$ (h) escuro	k (h^{-1}) escuro	$t_{1/2}$ (h) escuro
$2,0 \times 10^{-4}$	3465,74	$2,0 \times 10^{-4}$	3465,74	$5,0 \times 10^{-4}$	1386,29	$2,0 \times 10^{-4}$	3465,74

ML-MDGA: Extrato liofilizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-MD: Extrato atomizado de mangostão com 30% de maltodextrina.

MA-MDGA: Extrato atomizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-GA: Extrato atomizado de mangostão com 30% de goma arábica.

JL-MDGA: Extrato liofilizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-MD: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de maltodextrina.

JA-MDGA: Extrato atomizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-GA: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de goma arábica.

De acordo com a Tabela 8, o tempo de meia vida foi maior no escuro para a maior parte das formulações, conforme esperado, uma vez que a luz tem efeito deletério para antocianinas. As exceções se devem provavelmente ao fato do armazenamento ter sido efetuado em ausência de água, o que por si só estabiliza o pigmento.

A amostra de mangostão atomizada com maltodextrina (MA-MD) apresentou $t_{1/2}$ de antocianinas igual quando se compara o corante exposto e não exposto à luz, possivelmente devido à presença de alguma forma de complexação entre o carboidrato e algum componente do extrato de mangostão. O teor antocianínico inicial dessa formulação apresentou valores iniciais muito baixos quando comparados com os demais, indicando que a extração de antocianinas pelo solvente pôde não ter sido realizada de maneira satisfatória. Isso possivelmente indica algum fator de complexação entre os componentes em questão. O maior tempo de meia vida foi observado em MA-GA, mostrando ser a goma arábica a que melhor retém os pigmentos desse fruto (Tabela 8).

Nos corantes de jabuticaba, JA-MDGA apresentou mesmo $t_{1/2}$ na luz e no escuro, confirmando a vantagem do uso concomitante dos dois carboidratos e do calor na capacidade de estabilizar o pigmento desse fruto. O efeito da luz não foi determinante na estabilização

dessa formulação, tal como observado com MA-MD. Segundo Magalhães Netto (1997), o uso combinado de maltodextrina e goma arábica como veículos possuem a capacidade de estabilizar o sistema durante a secagem em atomizador, aumentando a temperatura na qual podem ocorrer mudanças nas propriedades físicas, retardando a cinética de algumas reações.

Em ambas as condições de armazenamento, MA-GA apresentou maior tempo de meia vida quando são comparadas as amostras de mangostão, enquanto que nas amostras de jaboticaba, JA-MD foi a formulação com o maior tempo de meia vida, nas duas formas de armazenamento. Isso mostra os diferentes efeitos que cada veículo estabilizante pode causar nas antocianinas provenientes de frutos diferentes.

Segundo Constant (2003), a velocidade de degradação e o tempo de meia vida são parâmetros muito relativos e dependentes de alguns fatores, tais como a forma como o pigmento foi obtido, manipulado e armazenado, bem como a fonte antociânica.

5.6 Avaliação Colorimétrica

Alguns parâmetros colorimétricos foram estudados nas amostras submetidas ao efeito da luz, de forma a mostrar mais claramente a degradação dos pigmentos, por levarem em consideração o espectro visível. A avaliação colorimétrica através dos valores triestímulus apresenta uma excelente correlação com as respostas visuais humanas (FRANCIS, 1982).

Em um processo degradativo durante um determinado período de armazenamento, as antocianinas podem sofrer duas mudanças básicas quanto a sua coloração: pode tornar-se gradativamente menos intensa pela perda de saturação e/ou mudar de tonalidade pela formação de compostos de degradação, resultando em cores diferentes do original. Assim, é importante considerar tanto as variações de c^* (saturação) quanto de h^* (tonalidade) (CONSTANT, 2003).

As Figuras 28, 29, 30 e 31 apresentam os gráficos do comportamento das coordenadas c^* e h^* , obtidos a partir das coordenadas a^* e b^* (escala Cielab), para as amostras de mangostão (Figuras 28 e 30) e jaboticaba (Figuras 29 e 31) armazenadas sob a incidência de luz, a 25 ± 2 °C.

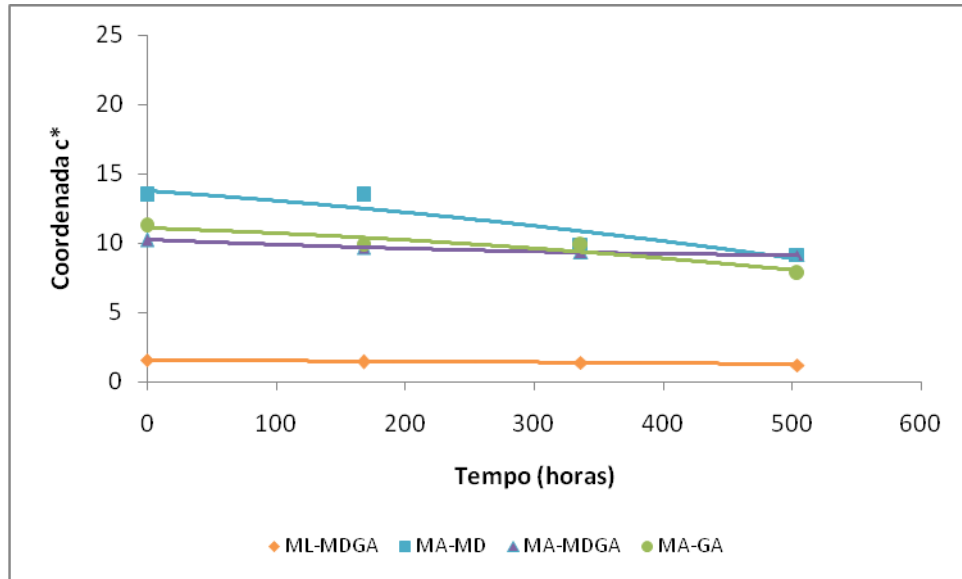


Figura 28 - Comportamento de c^* (saturação) dos corantes de mangostão sob incidência de luz, a 25 °C.

ML-MDGA: Extrato liofilizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-MD: Extrato atomizado de mangostão com 30% de maltodextrina.

MA-MDGA: Extrato atomizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-GA: Extrato atomizado de mangostão com 30% de goma arábica.

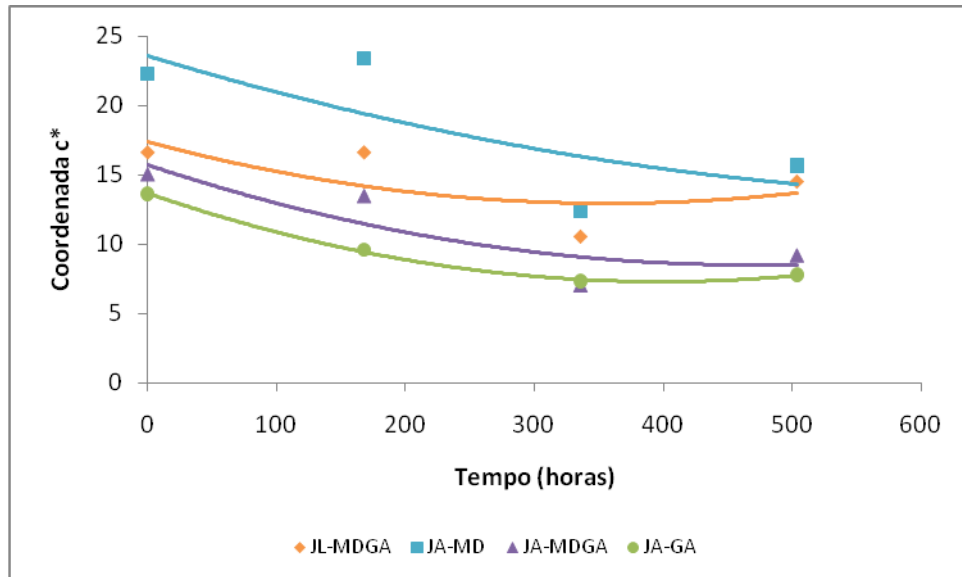


Figura 29 - Comportamento de c^* (saturação) dos corantes de jabuticaba sob incidência de luz, a 25 °C.

JL-MDGA: Extrato liofilizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-MD: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de maltodextrina.

JA-MDGA: Extrato atomizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-GA: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de goma arábica.

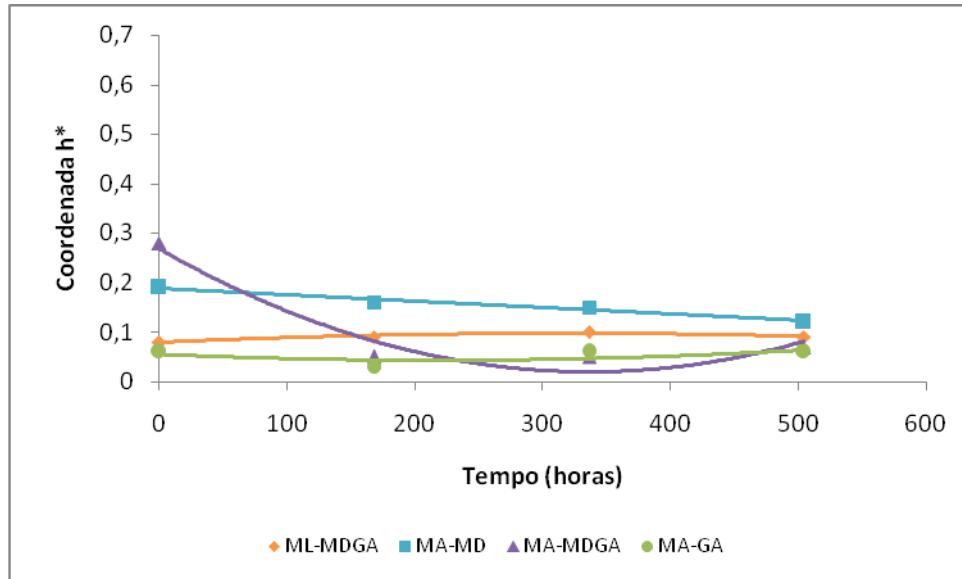


Figura 30 - Comportamento de h^* (tonalidade) dos corantes de mangostão sob incidência de luz, a 25 °C.

ML-MDGA: Extrato liofilizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-MD: Extrato atomizado de mangostão com 30% de maltodextrina.

MA-MDGA: Extrato atomizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-GA: Extrato atomizado de mangostão com 30% de goma arábica.

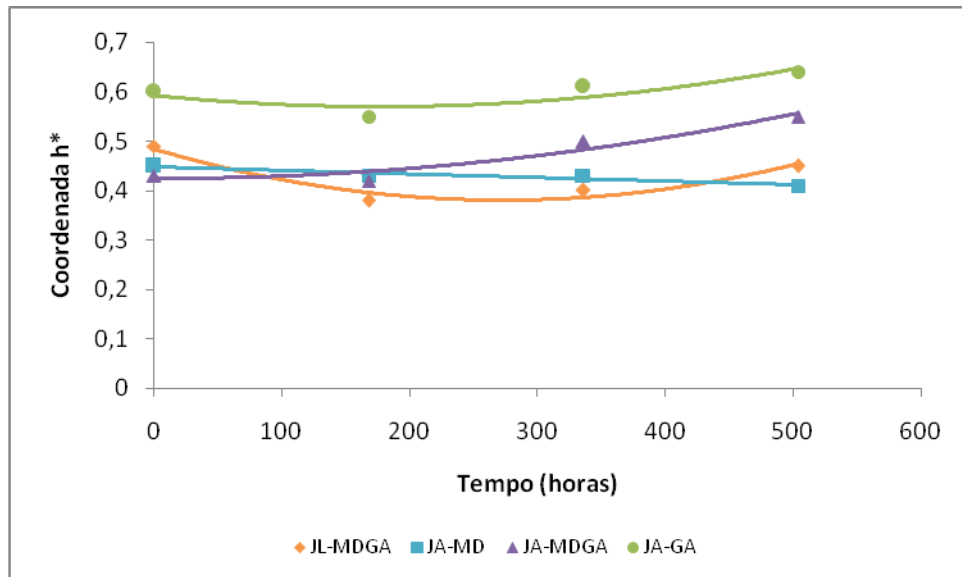


Figura 31 - Comportamento de h^* (tonalidade) dos corantes de jabuticaba sob incidência de luz, a 25 °C.

JL-MDGA: Extrato liofilizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-MD: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de maltodextrina.

JA-MDGA: Extrato atomizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-GA: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de goma arábica.

Para ambas as coordenadas colorimétricas, a tendência de variação observada em todas as formulações dos dois frutos ao longo do tempo, sob o efeito da luz foi pequena, não tendo nenhuma amostra se destacado quanto a uma maior estabilidade. Tais resultados mostram que o calor ao qual o pigmento foi submetido durante a atomização nem o beneficiou, promovendo supostas ligações entre o pigmento e o carboidrato, nem o desestabilizou. Esse resultado pode ter sido observado devido ao fato de que as antocianinas, principal pigmento presente nas cascas dos dois frutos, seja mais susceptível a degradação em meio aquoso, tendo sua estabilidade aumentada quando os corantes são manipulados na forma de pó.

Observa-se, pela coordenada h^* , que as amostras de jabuticaba apresentaram tonalidade mais próxima do vermelho em todas as amostras, quando comparadas com as amostras de mangostão (Figuras 30 e 31). Esse resultado pode ter sido observado porque os teores antociânicos das cascas de jabuticaba são superiores aos encontrados nas cascas do mangostão, sendo esse componente um dos responsáveis pela coloração vermelho-púrpura encontrado nesses frutos.

Entre as amostras de mangostão, somente MA-MDGA apresentou mudanças acentuadas em sua tonalidade, com formação de produtos de degradação com cores diferentes da inicial. Nas demais amostras de mangostão e nas amostras de jabuticaba não houve variações acentuadas nessa coordenada colorimétrica (Figuras 30 e 31). Uma alta variação na tonalidade das amostras é um indicativo de degradação dos pigmentos antociânicos (CONSTANT, 2003).

A Tabela 9 mostra alguns parâmetros calculados a partir das coordenadas colorimétricas que expressam melhor as variações sofridas por amostras quanto a sua cor ao longo de 21 dias de armazenamento.

Tabela 9 - Parâmetros colorimétricos de degradação para os corantes formulados de mangostão e jabuticaba na presença de luz, a 25 ± 2 °C.

Parâmetros colorimétricos	Mangostão				Jabuticaba			
	ML-MDGA	MA-MD	MA-MDGA	MA-GA	JL-MDGA	JA-MD	JA-MDGA	JA-GA
Δa^*	-0,15	-6,78	-3,25	-9,02	-2,93	-6,79	-11,49	-18,05
Δb^*	-0,24	-3,82	-1,27	-2,89	-2,11	-6,39	-5,28	-5,80
ΔL^*	-0,26	-2,04	-0,19	-1,82	-0,1	-1,75	-3,35	-0,25
ΔE^*	0,38	8,04	3,49	9,64	3,61	9,48	13,07	18,96

ML-MDGA: Extrato liofilizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.
MA-MD: Extrato atomizado de mangostão com 30% de maltodextrina.
MA-MDGA: Extrato atomizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.
MA-GA: Extrato atomizado de mangostão com 30% de goma arábica.
JL-MDGA: Extrato liofilizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.
JA-MD: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de maltodextrina.
JA-MDGA: Extrato atomizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.
JA-GA: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de goma arábica.

Todos os corantes de ambos os frutos apresentaram Δa^* negativo, indicando perda da cor vermelha. O mesmo pode ser observado com Δb^* , cujos valores negativos indicam ganho da cor azul, o que indica degradação de antocianinas. ΔL^* também se mostrou negativo em todas as amostras, evidenciando a perda de luminosidade delas ao longo do período de armazenamento (Tabela 9).

Quanto a mudança geral de cor sofrida pelas amostras é interessante observar ΔE^* . A maior variação de cor foi observada nas amostras atomizadas que utilizaram somente a goma arábica como veículo estabilizante (MA-GA e JA-GA).

Entre os corantes de mangostão, a amostra MA-GA apresentou maior variação de cor apesar do tempo de meia vida $t_{1/2}$ dos pigmentos antocianínicos da mesma ter sido a maior entre as formulações desse fruto. Isso pode evidenciar a presença de outros pigmentos naturais além de antocianinas no extrato obtido a partir da casca do mangostão, não analisados nessa pesquisa. Isso também ocorre entre as amostras de jabuticaba, nas quais a que apresentou maior variação de cor (JA-GA) não foi a que teve uma maior degradação de seus pigmentos antocianínicos (Tabela 9). Segundo Constant (2003), a formação de complexos mais estáveis confere maior estabilidade às antocianinas, mantendo o nível de pigmentos por períodos maiores, apesar de diminuir a intensidade da cor, pois o complexo se dá entre a forma não colorida e o carboidrato.

5.7 Aplicação dos corantes liofilizados de mangostão e jabuticaba em iogurtes

O iogurte usado para aplicação dos corantes possuía pH inicial de 4,2, praticamente não havendo oscilações nesse valor ao longo do tempo de armazenamento.

As coordenadas colorimétricas iniciais observadas logo após a adição dos corantes liofilizados de mangostão e jabuticaba com o uso concomitante de maltodextrina e goma

arábica (I-ML-MDGA e I-JL-MDGA, respectivamente), bem como seu teor antociânico, estão especificados na Tabela 10.

Tabela 10 - Parâmetros colorimétricos e teor antociânico iniciais dos iogurtes naturais adicionados de corantes liofilizados de mangostão e jabuticaba.

Iogurte	Parâmetros colorimétricos					Antocianinas (mg/ 100 g)
	L*	a*	b*	c*	h*	
I-ML-MDGA	49,69	2,02	6,54	6,84	1,27	2,05
I-JL-MDGA	47,46	3,48	2,49	4,27	0,62	4,05

I-ML-MDGA – Iogurte natural adicionado de corante liofilizado de mangostão.

I-JL-MDGA – Iogurte natural adicionado de corante liofilizado de jabuticaba.

Pela Tabela 10, observamos que a luminosidade (L*), intensidade de cor amarela (b*), saturação (c*) e tonalidade (h*) foram mais intensas em I-ML-MDGA, embora a intensidade da cor vermelha (a*) e o teor antociânico foram superiores em I-JL-MDGA, resultados já esperados pelo que foi observado anteriormente nessa pesquisa.

Visualmente, sem o uso de qualquer instrumento analítico, I-ML-MDGA assemelhou-se a iogurte comercial sabor ameixa, enquanto que I-JL-MDGA assemelhou-se a iogurte comercial sabor frutas vermelhas.

A Tabela 11 mostra alguns parâmetros calculados a partir das coordenadas colorimétricas, a fim de melhor expressar as variações de cor observadas nos iogurtes adicionados de corantes de mangostão e jabuticaba, após 45 dias de armazenamento, o tempo de prateleira de iogurtes comerciais.

Tabela 11 - Parâmetros colorimétricos para os iogurtes com corantes liofilizados de mangostão e jabuticaba, ao longo de 45 dias de armazenamento, sob refrigeração.

Iogurte	Parâmetros colorimétricos					
	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	Δc^*	Δh^*	ΔE^*
I-ML-MDGA	-4,38	-0,17	-1,24	-1,23	-0,03	4,55
I-JL-MDGA	-7,46	-2,54	-1,92	-3,18	-0,08	8,11

I-ML-MDGA – Iogurte natural adicionado de corante liofilizado de mangostão.

I-JL-MDGA – Iogurte natural adicionado de corante liofilizado de jabuticaba.

Os dois iogurtes tiveram Δa^* negativos, indicando a perda da cor vermelha inicial e Δb^* também negativos, indicando ganho da cor azul. Esses dois fatores evidenciam a degradação dos pigmentos antociânicos durante esse período. Nos valores de pH observados

em ambos os iogurtes durante o período de armazenamento (em torno de 4,2), a degradação de antocianinas ocorre devido à perda de um próton e o ganho de uma molécula de água do cátion *flavilium*, predominando a forma carbinol, que possui coloração incolor (LAPIDOT et al., 1999).

Houve uma redução da luminosidade em ambas as amostras, o que pode ser observada pelos valores negativos de ΔL^* , especialmente no iogurte de jabuticaba, que apresentou maior variação dessa coordenada.

A maior variação de ΔE^* foi observada em I-JL-MDGA (8,11), indicando uma maior variação de cor nessa amostra, quando comparada com I-ML-MDGA (4,55). Esses valores foram inferiores a 10 que, segundo Gonnet (1998), é o valor mínimo necessário para que a degradação de antocianinas seja facilmente percebida pelo olho humano. No entanto, de acordo com Obón et al. (2009), valores de ΔE^* entre 0 e 1,5 podem ser considerados pequenos, sendo considerados quase idênticos visualmente, valores de ΔE^* entre 1,5 a 5,0 a diferença de cor pode ser distinguível, enquanto que ΔE^* maior que 5,0 pode ser facilmente perceptível. Assim, o iogurte adicionado de corante de jabuticaba, que possui ΔE^* superior a 5,0, a diferença de cor foi facilmente perceptível, enquanto que, para o iogurte adicionado de corante de mangostão, cujo ΔE^* é inferior a 5,0, a diferença de coloração foi percebida com alguma dificuldade.

As Figuras 33 e 34 representam graficamente as variações de saturação e tonalidade dessas amostras de iogurtes, através da observação das coordenadas c^* e h^* , respectivamente. Houve decréscimo quando se considera a saturação das amostras, representada pela coordenada c^* , evidenciando a degradação dos pigmentos antociânicos (Figura 33). Podemos observar que o ângulo de tonalidade h^* das amostras permaneceu praticamente constante ao longo do período de armazenamento (Figura 34).

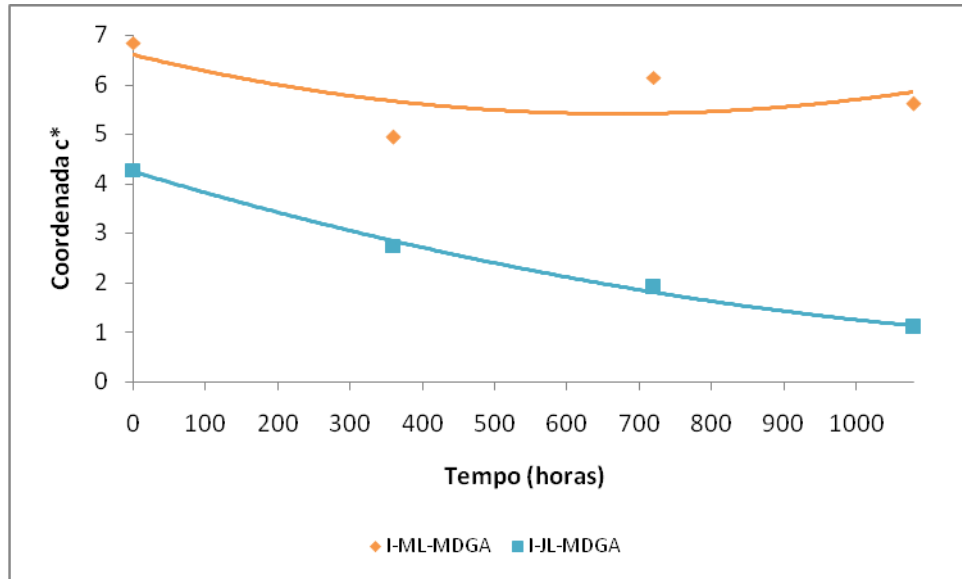


Figura 32 - Coordenada c^* (saturação) dos iogurtes adicionados dos corantes liofilizados de mangostão e jabuticaba, durante 45 dias de armazenamento.

I-ML-MDGA – Iogurte natural adicionado de corante liofilizado de mangostão.

I-JL-MDGA – Iogurte natural adicionado de corante liofilizado de jabuticaba.

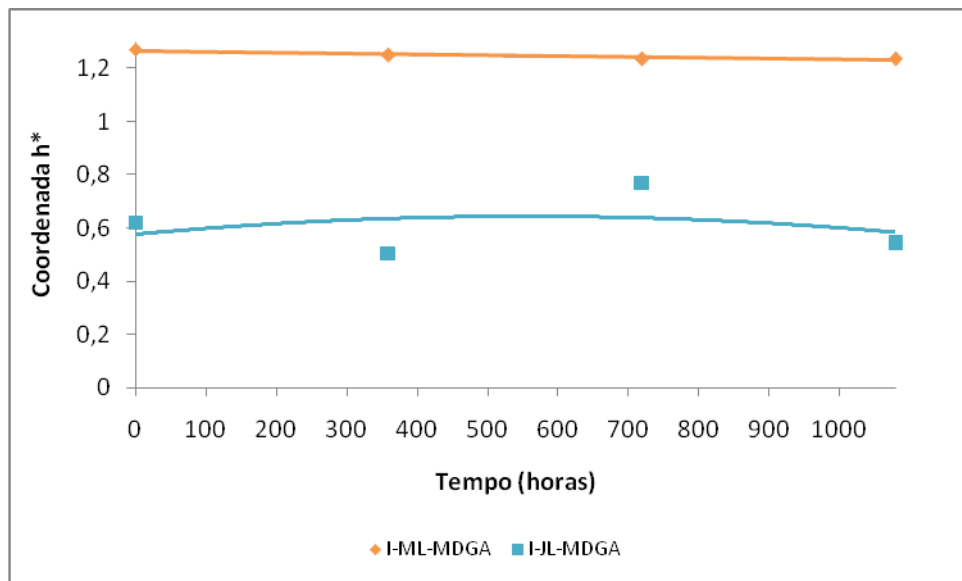


Figura 33 - Coordenada h^* (tonalidade) dos iogurtes adicionados de corantes liofilizados de mangostão e jabuticaba, durante 45 dias de armazenamento.

I-ML-MDGA – Iogurte natural adicionado de corante liofilizado de mangostão.

I-JL-MDGA – Iogurte natural adicionado de corante liofilizado de jabuticaba.

A Figura 35 mostra a representação gráfica da degradação dos pigmentos antocianínicos nas amostras ICL-M e ICL-J, durante 45 dias de armazenamento. Através dos coeficientes angulares das curvas foram determinados a velocidade de degradação (k) e seus respectivos tempos de meia vida ($t_{1/2}$), que são mostrados na Tabela 12.

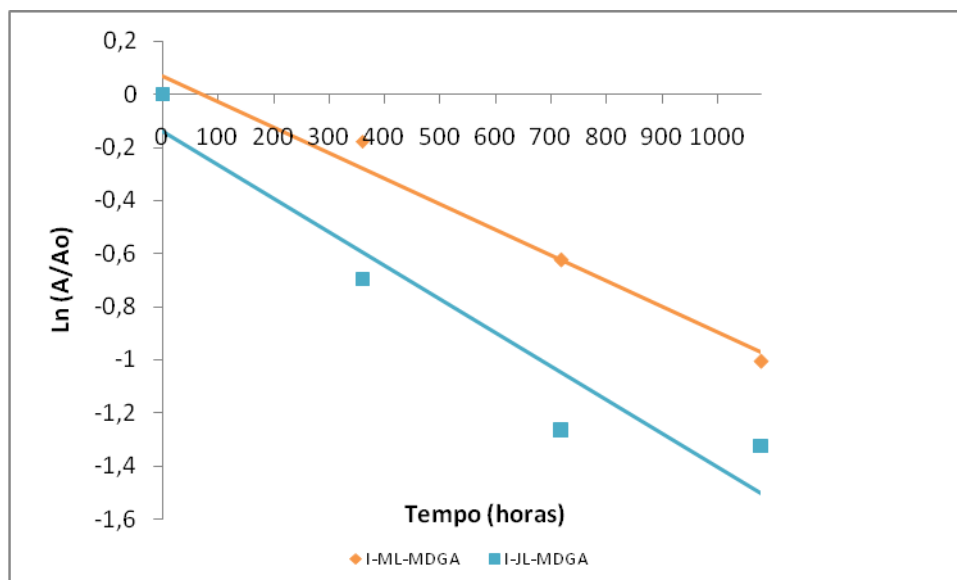


Figura 34 - Curvas de degradação dos pigmentos antociânicos das amostras I-ML-MDGA e I-JL-MDGA, durante 45 dias de armazenamento.

I-ML-MDGA – Iogurte natural adicionado de corante liofilizado de mangostão.

I-JL-MDGA – Iogurte natural adicionado de corante liofilizado de jabuticaba.

Tabela 12 - Constantes de degradação k (h^{-1}) e tempo de meia vida $t_{1/2}$ (h) para os iogurtes adicionados de corantes liofilizados de mangostão e jabuticaba após 45 dias de armazenamento.

ICL-M	k (h^{-1})	$t_{1/2}$ (h)	ICL-J	k (h^{-1})	$t_{1/2}$ (h)
	$1,0 \times 10^{-3}$	693,14		$1,3 \times 10^{-3}$	533,19

I-ML-MDGA – Iogurte natural adicionado de corante liofilizado de mangostão.

I-JL-MDGA – Iogurte natural adicionado de corante liofilizado de jabuticaba.

O tempo de meia vida das antocianinas no iogurte adicionado com o corante de mangostão foi superior ao tempo de meia vida das antocianinas no iogurte adicionado de corante de jabuticaba.

O uso desses corantes mostrou-se adequado a esse alimento quando são consideradas as características colorimétricas ao longo do período de armazenamento (Tabela 11), pois não houve mudanças acentuadas em suas tonalidades, apenas uma redução em sua saturação, o que pode ser evidenciado por um clareamento na tonalidade dos iogurtes ao final do armazenamento.

6 CONCLUSÕES

- As cascas de mangostão e jabuticaba mostraram-se boas fontes de pigmentos antociânicos por apresentarem altos teores desse composto bioativo, apresentando-se como alternativas viáveis na obtenção de corantes.
- O carboidrato maltodextrina na proporção de 30% mostrou-se mais adequado na estabilização das antocianinas provenientes das cascas de jabuticaba, enquanto que a goma arábica na proporção de 30% melhor estabilizou as antocianinas provenientes das cascas de mangostão.
- A liofilização foi o método de secagem que menos degradou os pigmentos antociânicos, quando comparado com a atomização, devido a sensibilidade desses compostos quando expostos ao calor. No entanto, a atomização levou a uma estabilização das formulações durante a armazenagem, sendo considerada a forma de secagem indicada na obtenção de corantes naturais de mangostão e jabuticaba em pó.
- Não houve mudanças na tonalidade dos corantes liofilizados de mangostão e jabuticaba quando os mesmos foram aplicados em iogurtes, conservando suas características colorimétricas até o final do período de armazenamento.

REFERÊNCIAS

- ABDILLE, M. H.; SINGH R. P.; JAYAPRAKASHA, G. K.; JENA, B. S. Antioxidant activity of the extracts from *Dillenia indica* fruits. **Food Chem.**, Londres, v. 90, n. 4, p. 891-896, 2005.
- ADHIKARI, B.; HOWES, T.; BHANDARI, B. R.; TROUNG, V. Effect of addition of maltodextrin on drying kinetics and stickiness of sugar and acid-rich foods during convective drying: experiments and modelling. **J. Food Eng.**, Essex, v. 62, n. 1, p. 53-68, 2004.
- AMES, B. N.; GOLD, L. S.; WILLETT, W. C. The causes and prevention of cancer. **Proc. Natl. Acad. Sci.**, Washington, v. 92, n. 12, p. 5258-5265, 1995.
- ANGELIS, R.C. **Importância de alimentos vegetais na proteção da saúde: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidades degenerativas.** São Paulo: Atheneu, 2001. 295p.
- ÂNGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos - Uma breve revisão. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.
- ANTUNES, L. E. C.; GONÇALVES, E. D.; TREVISAN, R. Alterações de compostos fenólicos e pectina em pós-colheita de frutos de amora-preta. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 1, p. 57-61, 2006.
- AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry.** 15. ed. Washington: AOAC, v. 2, 1995.
- APINTANAPON, M., A. NOOMHORM. The use of spray drying to microencapsulate 2-acetyl-1-pyrroline, a major flavour component of aromatic rice. **Int. J. Food Sci. Technol.**, Oxford, v. 38, n. 2, p. 95-102, 2003.
- ASQUIERI, E. R.; CANDIDO, M. A.; DAMIANI, C.; ASSIS, E. M. Fabricación de vino blanco y tinto de jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* Berg) utilizando la pulpa y la cáscara, respectivamente. **Alimentaria**, Madri, n. 355, p. 97-109, 2004.
- BARBOSA, M. I. M. J.; BORSARELLI, C. D.; MERCADANTE, A. Z. Light stability of spray-dried bixin encapsulated with different edible polysaccharide preparations. **Food Res. Int.**, Barking, v. 38, n. 8-9, p. 989-994, 2005.

BARROS, R. S.; FINGER, F. L.; MAGALHÃES, M. M. Changes in non-structural carbohydrates in developing fruit of *Myrciaria jaboticaba*. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 66, n. 3-4, p. 209-215, 1996.

BARROS, F. A. R.; STRINGHETA, P. C. **Microencapsulamento de antocianinas**. *Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*, ano IX, n. 36, 2006. Disponível em <<http://www.biotecnologia.com.br/edicoes/ed36.php>>. Acesso em 02 de fevereiro de 2010.

BASTOS, C. N.; BEZERRA, J. L.; SANTOS, A. O. Ocorrência de *Pestalotiopsis cruenta* em mangostão. **Fitopatol. Bras.**, Brasília, v. 26, n. 4, p. 779, 2001.

BOBBIO, F.; DRUZIAN, J. I.; ABRÃO, P. A.; BOBBIO, P. A.; FADELLI, S. Identificação e quantificação das antocianinas do fruto do açaizeiro (*Euterpe oleracea*) Mart. **Cienc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 20, n. 3, p. 388-390, 2000 .

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2001. 143 p.

BRASIL. Resolução n° 4, de 24 de novembro de 1988. Aprova revisão das Tabelas I, III, IV e V referente a Aditivos Intencionais, bem como os Anexos I, II, III e VII, todas do Decreto n.º 55.871, de 26 de março de 1965. D.O.U. - Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 19 de dezembro de 1988.

CAO, G.; SOFIC, E.; PRIOR, R. L. Antioxidant capacity of tea and common vegetables. **J. Agric. Food Chem.**, Easton, v. 44, n. 11, p. 3426-3431, 1996.

CAVALCANTE, I. M. L.; JESUS, N.; MARTINS, A. B. G. Physical and chemical characterization of yellow mangosteen fruits. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 325-327, 2006.

CEVALLOS-CASALS, B. A.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Stability of anthocyanin-based aqueous extracts of Andean purple corn and red-fleshed sweet potato compared to synthetic and natural colorants. **Food Chem.**, Amsterdam, v. 86, n. 1, p. 69-77, 2004.

CONSTANT, P. B. L. **Microencapsulamento de bixina: agentes encapsulantes, avaliação da qualidade, aplicações**. 1999. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

CONSTANT, P. B. L.; STRINGHETA, P. C.; SANDI, D. Corantes alimentícios. **Bol. Cent. Pesqui. Process. Aliment.**, Curitiba, v. 20, n. 2, p. 203-220, 2002.

CONSTANT, P. B. L. **Extração, caracterização e aplicação e antocianinas e açaí**. 2003. 199 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

CORRÊA, M. O. G.; PINTO, D. D.; ONO, E. O. Análise da atividade respiratória em frutos de jaboticabeira. **Rev. Bras. Biociênc.**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 831-833, 2007.

COSTA, E. C. **Secagem industrial**. São Paulo: Blucher, 2007. 178 p.

COULTATE, T. P. **Alimentos: a química de seus componentes**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 368 p.

DANNER, M. A.; CITADIN, I.; FERNANDES JÚNIOR, A. A.; ASSMANN, A. P.; MAZARO, S. M.; SASSO, S. A. Z. Formação de mudas de jaboticabeira (*Plinia* sp.) em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 179-182, 2007.

DEGUSHI, T.; SHOHARA, S.; OHBA, R.; UEDA, S. Effects of pH and light on the storage stability of the purple pigment, hordeumin, from uncooked barley bran fermented broth. **Biosci. Biotechnol. Biochem.**, Tóquio, v. 64, n. 10, p. 2236-2239, 2000.

DELGADO-VARGAS, F.; JIMÉNEZ, A. R.; PAREDES-LÓPEZ, O. Natural pigments: Carotenoids, Anthocyanins, and Betalains-Characteristics, biosynthesis, processing and stability. **Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, Boca Raton, v. 3, n. 40, p. 173-289, 2000.

DONADIO, L. C. **Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 55p.

DYRBY, M.; WESTERGAARD, N.; STAPELFELDT, H. Light and heat sensitivity of red cabbage extract in soft drink model systems. **Food Chem.**, Londres, v. 72, n. 4, p. 431-437, 2001.

EFRAIN, P.; TUCCI, M. L.; PEZOA-GARCIA, N. H.; HADDADD, R.; EBERLIN, N. M. Teores de Compostos Fenólicos de Sementes de Cacaueiro de Diferentes Genótipos. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 9, n. 4, p. 229-236, 2006.

ERSUS, S.; YURDAGEL, U. Microencapsulation of anthocyanin pigments of black carrot (*Daucus carota L.*) by spray drier. **J. Food Eng.**, Essex, v. 80, n. 3, p. 805–812, 2007.

FACINO, R. M.; CARINI, M.; ALDINI, G.; BERTI, F.; ROSSONI, G.; BOMBARDELLI, E.; MORAZZONI, P. Diet enriched with procyanidins enhances antioxidant activity and reduces myocardial post-ischaemic damage in rats. **Life Sci.**, New York, v. 64, n. 8, p. 627-642, 1999.

FALCÃO, L. D.; BARROS, D. M.; GAUCHE, C.; LUIZ, M. T. B. Copigmentação intra e intermolecular de antocianinas: uma revisão. **Bol. Cent. Pesqui. Process. Aliment.**, Curitiba, v. 21, n. 2, p. 351-366, 2003.

FALCÃO, A. P.; CHAVES, E. S.; KUSKOSKI, E. M.; FETT, R.; FALCÃO, L. D.; BORDIGNON-LUIZ, T. Índice de polifenóis, antocianinas totais e atividade antioxidante de um sistema modelo de geléia de uvas. **Cienc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 637-642, 2007.

FAVARO, M. M. A. **Extração, estabilidade e qualificação de antocianinas de frutas típicas brasileiras para aplicação como corantes**. 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado em Química Analítica). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

FELLOWS, P. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre, RS: ArtMed, 2006. 602 p

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2.ed. Zaragoza: Acribia, 2000.

FRANCIA-ARICHA, E. M.; GUERRA, M. T.; RIVAS-GONZALO, J. C.; SANTOS-BUELGA, C. New anthocyanin pigments formed after condensation with flavanols. **J. Agric. Food Chem.**, Easton, v. 45, n. 6, p. 2262-2266, 1997.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins in foods. In: MARKAKIS, P., Anthocyanins as food colors. New York: Academic Press, p. 181 - 207, 1982.

FRANCIS, F. J. Food colorants: anthocyanins. **Crit. rev. food sci. nutr.**, Boca Raton, v. 28, n. 4, p. 273-314, 1989.

FRANCIS, F. J. Anthocyanins and betalains: composition and applications. **Cereal Foods World**, Mineápolis, v. 45, n. 5, p. 208-213, 2000.

FRANKEL, E. N.; MEYER, A. S. The problems of using one dimensional methods to evaluate multifunctional food and biological antioxidants. **J. Sci. Food Agric**, Londres, v. 80, n. 13, p. 1925-1941, 2000.

FU, C.; LOO, A. E. K.; CHIA, F. P. P.; HUANG, D. Oligomeric proanthocyanidins from mangosteen pericarps. **J. Agric. Food Chem.**, Easton, v. 55, n. 19, p. 7689-7694, 2007.

FULEKI, T., FRANCIS, F. J. Quantitative methods for anthocyanins. 1 Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. **J. Food Sci.**, Chicago, v. 33, p. 72-77, 1969.

GAVA, A. J. **Princípios de Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Nobel, 2003. 502 p.

GONNET, J. F. Colour effects of co-pigmentation of anthocyanins revisited-1. A colorimetric definition using the CIELAB scale. **Food Chem.**, Londres, v. 63, n. 3, p. 409-415, 1998.

GOPALAKRISHNAN, G.; BANUMATHI, B.; SURESH, G. Evaluation of the antifungal activity of natural xanthenes from *Garcinia mangostana* and their synthetic derivatives. **J. Nat. Prod.**, Ohio, v. 60, n. 5, p. 519-524, 1997.

GRIS, E. F.; FALCÃO, L. D.; FERREIRA, E. A.; LUIZ, M. T. B. Avaliação do tempo de meia-vida de antocianinas de uvas *Cabernet sauvignon* em "Sorbet". **Bol. Cent. Pesqui. Process. Aliment.**, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 375-386, 2004.

HASSIMOTO, N. M. A.; GENOVESE, M. I. G.; LAJOLO, F. M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. **J. Agric. Food Chem.**, Easton, v. 53, n. 8, p. 2928-2935, 2005.

HEIM, K. E.; TAGLIAFERRO, A. R.; BOBOLYA, D. J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. **J. Nutrit. Biochem.**, v. 53, n. 10, p. 1984-1989, 2002.

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

HOLLMAN, P. C. H.; KATAN, M. B. Dietary Flavonoids: Intake, Health Effects and Bioavailability. **Food Chem. Toxicol.**, Oxford, v. 37, n. 9-10, p. 937-942, 1999.

HRAS, A. R.; HADOLIN, M.; KNEZ, Z.; BAUMAN, D. Comparison of antioxidative and synergistic effects of rosemary extract with α -tocopherol, ascorbyl palmitate and citric acid in sunflower oil. **Food Chem.**, Londres, v. 71, n. 2, p. 229-233, 2000.

IACOBUCCI, G. A.; SWEENEY, J. G. The chemistry of anthocyanins, anthocyanidins, and related flavilium salts. **Tetrahedron Letters**, New York, v. 39, n. 19, p. 3005-3012, 1983.

ISHIGE, K.; SCHUBERT, D.; SAGARA, Y. Flavonoids protect neuronal cells from oxidative stress by three distinct mechanisms. **Free Radic. Biol. Med.**, New York, v. 30, n. 4, p. 433-446, 2001.

JI, X.; AVULA, B.; KHAN, I. Quantitative and qualitative determination of six xanthenes in *Garcinia mangostana L.* by LC-PDA and LC-ESI-MS. **J. Pharm. Biomed. Anal.**, Amsterdam, v. 43, n. 4, p. 1270-1276, 2007.

KÄHKÖNEN, M. P.; HOPIA, A. I.; VUORELA, H. J.; RAUHA, J. P.; PIHLAJA, K.; KUJALA, T. S.; HEINONEN, M. Antioxidant activity of plant extracts containing phenolic compounds. **J. Agric. Food Chem.**, Easton, v.47, n. 10, p. 3954 –3962, 1999.

KATSUBE, N.; IWASHITA, K.; TSUSHIDA, T.; YAMAKI, K.; KOBORI, M. Induction of apoptosis in cancer cells by bilberry (*Vaccinium myrtillus*) and the anthocyanins. **J. Agric. Food Chem.**, Easton, v. 51, n. 1, p. 68-75, 2003.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante em pulpa de frutos. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 25, n. 4, p.726-732, 2005.

LAMY, S.; GINGRAS, D.; BÉLIVEAU, R. Green tea catechins inhibit vascular endothelial growth factor receptor phosphorylation. **Cancer Res.**, Baltimore, v. 62, n. 2, p. 381-385, 2002.

LANDIM, E. M. C. **Obtenção, caracterização e avaliação da estabilidade de pigmentos naturais microencapsulados**. 2008. 90 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

LAPIDOT, T.; HAREL, S.; AKIRI, B.; GRANIT, R.; KANNER, J. pH-dependent forms of red wine anthocyanins as antioxidants. **J. Agric. Food Chem.**, Easton, v. 47, n. 1, p. 67-70, 1999.

LARRAURI, J.A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **J. Agric. Food Chem.**, Easton, v. 45, n. 4, p.1390-1393, 1997.

LEE, J.; DURST, R. W.; WROLSTAD, R. E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. **J. AOAC Int.**, Arlington, v. 88, n. 5, p. 1269-1278, 2005.

LEIKERT, J. F.; RATHIEL, T. R.; WOHLFART, P.; CHEYNIER, V.; VOLLMAR, A. M.; DIRSCH, V. D. Red wine polyphenols enhance endothelial nitric oxide synthase expression and subsequent nitric oxide release from endothelial cells. **Circulation**, Baltimore, v. 106, n. 13, p. 1614-1617, 2002.

LEWIS, C. E.; WALKER, J.R.L.; LANCASTER, J. E. Effect of polysaccharides on the colour of anthocyanins. **Food Chem.**, Londres, v. 54, n. 3, p. 315-320, 1995.

LIMA, A. J. B.; CORRÊA, A. D.; ALVES, A. P. C.; ABREU, C. M. P.; DANTAS-BARROS, A. M. Caracterização química do fruto jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações. **Arch. Latinoam. Nutr.**, Caracas, v. 58, n. 4, p. 416-421, 2008.

MACHEIX, J.J.; FLEURIT, A.; BILLOT, J. Fruit Phenolics. Boca Raton: CRC Press, 1990. 378p.

MAGALHÃES NETTO, F. Influência da atividade de água na temperatura vítrea. In: JARDIM, D. C. P.; GERMER, S. P. M. **Atividade de água em alimentos**. Campinas: ITAL, 1997. p. 4-14.

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. Antocianinas em suco de uva: composição e estabilidade. **Bol. Cent. Pesqui. Process. Aliment.**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 59-82, 2006.

MARKAKIS, P. **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, Inc., 1982. 263 p.

MATA, M. E. R. M.; DUARTE, M. E. M.; ALSEMO, G. C. S.; RODRIGUES, E.; GUEDES, M. A.; CAVALCANTI, A. S. R. R. M.; OLIVEIRA, C. C. A. Obtenção de graviola em pó pelo processo de liofilização. **Rev. Bras. Prod. Agroind.**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 165-172, 2005.

MELETTI, L. M. M. **Propagação de frutíferas tropicais**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2000, p. 145-153.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. S.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Cienc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 639-644, 2006.

MERKEN, H. M.; BEECHER, G. R. Measurement of food flavonoids by high-performance liquid chromatography: A review. **J. Agric. Food Chem.**, Easton, v. 48, n. 3, p. 577-599, 2000.

MILIAUSKAS, G.; VENSKUTONIS, P. R.; BEEK, T. A. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. **Food Chem.**, Londres, v. 85, n. 2, p. 231-237, 2004.

MILLER, N. J.; RICE-EVANS, C. A. Factors influencing the antioxidant activity determined by the ABTS^{•+} radical cation assay. **Free Radic. Res.**, Londres, v. 26, n. 3, p. 195-199, 1997.

MORAES, L. A. C.; GARCIA, T. B.; MOREIRA, A. Limitações nutricionais de mudas de mangostanzeiros. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 41, n. 7, p. 1205-1208, 2006.

MOREIRA, A. V. B.; MANCINI FILHO, J. Influência dos compostos fenólicos de especiarias sobre a lipoperoxidação e o perfil lipídico de tecidos de ratos. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 17, n. 4, p. 411-424, 2004.

NACZK, M.; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of Chromatography A**, Amsterdam, v. 1054, n. 1-2, p. 95-111, 2004.

NASCIMENTO, W. M. O.; TOMÉ, A. T.; CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER, C. H. Comportamento fisiológico de sementes de mangostão (*Garcinia mangostana L.*) submetidas a diferentes períodos de fermentação da polpa. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 735-737, 2001.

NYMAN, G. N. IT8 Color Target. Disponível em <
<http://www.photography.nyman.at/IT8FujiProvia.htm>>. Acesso em 03 de abril de 2010.

OBANDA, M.; OWOR, P. O. Flavonol composition and caffeine content of Green leaf as quality potential indicators of Kenyan Black Teas. **J. Sci. Food Agric.**, Londres, v. 74, n. 2, p. 209-215, 1997.

OBÓN, J. M.; CASTELLAR, M. R.; ALACID, M.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. A. Production of a red–purple food colorant from *Opuntia stricta* fruits by spray drying and its application in food model systems. **J. Food Eng.**, Essex, v. 90, n. 4, p. 471-479, 2009.

OKONOGLI, S.; DUANGRAT, C.; ANUCHPREEDA, S.; TACHAKITTIRUNGROD, S. CHOWWANAPHOONPHON, S. Comparison of antioxidant capacities and cytotoxicities of certain fruit peels. **Food Chem.**, Londres, v. 103, n. 33, p. 839-846, 2007.

ORDÓÑEZ, J. A. P. **Tecnologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

OZELA, E. F. **Caracterização de flavonóides e estabilidade de pigmentos de frutos de bertalha (*Basella rubra*, L.)**. 2004. 88 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

PALAPOL, Y.; KETSA, S.; STEVENSON, D.; COONEY, J.M.; ALLAN, A. C.; FERGUSON, I. B. Colour development and quality of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) fruit during ripening and after harvest. **Postharvest Biol. Technol.**, Amsterdam, v. 51. n. 3, p. 349-353, 2009.

PAZMIÑO-DURÁN, E. A.; GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E.; GLÓRIA, M. B. Anthocyanins from *Oxalis triangularis* as potential food colorants. **Food Chem.**, Londres, v. 75, n. 2, p. 211-216, 2001.

PEREIRA, M. C.; GULARTE, J. P. A.; VIZZOTTO, M. Otimização do processo de extração de compostos fenólicos antioxidantes de amora-preta (*Rubus sp.*). IN: Congresso de Iniciação Científica, n. 16, 2007, Pelotas. Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. CD-room.

PERIN, J. D. Efeito de diferentes copigmentos sobre a estabilidade de antocianinas extraídas da berinjela (*Solanum melongena* L.). 1998. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

PRENTICE-HERNÁNDEZ, V.; RUSIG, O. Efeito da luz na estabilidade de um extrato microencapsulado obtido a partir de urucum (*Bixa orellana*, L.). **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 2, p. 185-189, 1999.

PIMENTEL, C. V. M. B.; FRANCKI, V. M.; GOLLÜCKE, A. P. B. **Alimentos funcionais: Introdução às principais substâncias bioativas em alimentos**. São Paulo: Varela, 2005.

RAMIREZ-TORTOSA, C. Anthocyanin-rich extract decreases indices of lipid peroxidation and DNA damage in vitamin E-depleted rats. **Free Rad. Biol. Med.**, New York, v. 31, n. 9, p. 1033-1037, 2001.

RE, R., PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Rad. Biol. Medic.**, New York, v. 26, n. 9-10, p. 1231–1237, 1999.

REINECCIUS, G. A. Flavor encapsulation. **Food Rev. Int.**, New York, v. 5, n. 2, p. 147-176, 1989.

REYNERTSON, K. A.; WALLACE, A. M.; ADACHI, S.; GIL, R. R.; YANG, H.; BASILE, M. J.; D'ARMIENTO, J.; WEINSTEIN, I. B.; KENELLY, E. J. Bioactive depsides and anthocyanins from jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*). **J. Nat. Prod.**, Ohio, v. 69, n. 8, p. 1228-1230, 2006.

RICE-EVANS, C. A.; MILLER, N. J.; PAGANGA, G. Structure antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. **Free Rad. Biol. Med.** New York, v. 20, n. 7, p. 933-956, 1996.

RIGHETTO, A. M. **Caracterização físico-química e estabilidade de suco de acerola verde microencapsulado por atomização e liofilização**. 2003. 200 f. Tese (Doutorado em Ciência da Nutrição). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

ROSENBERG, M.; KOPELMAN, I.J.; TALMON, Y. Factors affecting retention in spray-drying microencapsulation of volatile materials. **J. Agric. Food Chem.**, Easton, v. 38, n. 5, p. 1288-1294, 1990.

RUFINO, M. S. M. **Propriedades funcionais de frutas tropicais brasileiras não tradicionais**. 2008. 237 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2008.

SACRAMENTO, C. K.; COELHO JÚNIOR, E. Cultivo do mangostão na Bahia. **Bahia Agric.**, Salvador, v. 7, n. 1, p. 15-18, 2005.

SACRAMENTO, C. K.; COELHO JÚNIOR, E.; CARVALHO, J. E. U.; MÜLLER, C. H.; NASCIMENTO, W. M. O. Cultivo do mangostão no Brasil. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 195-203, 2007.

SAKAGAMI, Y.; INUMA, M.; PIYASENA, K. G. N. P.; DHARMARATNE, H. R. W. Antibacterial activity of α -mangostin against vancomycin resistant Enterococci (VRE) and synergism with antibiotics. **Phytomedicine**, Jena, v. 2, n. 3, p. 203-208, 2005.

SÁNCHEZ-MORENO, C. Compuestos polifenólicos: efectos fisiológicos. Actividad antioxidante. **Alimentaria**, Madri, n. 329, p. 29-40, 2002.

SARNI-MANCHADO, P. S.; FULCRAND, H.; SOUQUET, J.M.; CHEYNIER, V.; MOUTOUNET, M. Stability and color of unreported wine anthocyanin-derived pigments. **J. Food Sci.**, Chicago, v. 61, n. 5, p. 938-941, 1996.

SAS. Sas Institute Inc., Cary, NC, versão 8.1, 2006.

SEERAM, N. P.; NAIR, M. G. Inhibition of lipid peroxidation and structure-activity-related studies of the dietary constituents anthocyanins, anthocyanidins and catechins. **J. Agric. Food Chem.**, Washington, v. 50, n. 19, p. 5308-5312, 2002.

SELLAPPAN, S.; AKOH, C. C.; KREWER, G. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-Grown blueberries and blackberries. **J. Agric. Food Chem.**, Washington, v. 50, n. 8, p. 2432-2438, 2002.

SHAHIDI, F.; JANITHA, P. K.; WANASUNDARA, P. D. Phenolic antioxidants: CRC critical. **Rev. Food Sci. Nutr.**, Boca Raton, v. 32, n. 1, p. 67-103, 1992.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Phenolics in Food and Nutraceuticals**. New York: CRC Press, 2004. 365p.

SILVA, A. G.; STRINGHETA, P. C. Extração de licopeno em produtos de tomates: avaliação da eficiência de solventes orgânicos e rendimento. In: XVII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2000. **Anais...** Fortaleza. p. 135, 2000.

SILVA, A. G.; CONSTANT, P. B. L. SABAA-SRUR, A. U. O.; MARTINS, E.; MAIA, M. C. A. Quantificação das antocianinas do mangostão (*Garcinia mangostana*) em safras distintas. In: XV ENAAL-Congresso Latino Americano de Analistas de Alimentos, 2007, Fortaleza. **Anais...** XV ENAAL, 2007.

SILVA, W. S. **Qualidade e atividade antioxidante em frutos de variedade de aceroleira**. 2008. 137 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará, 2008.

STOCLET, J. C.; CHATAIGNEAU, T.; NDIAYE, M.; OAK, M. H.; BEDOUI, J. E.; CHATAIGNEAU, M.; SCHINI-KERTH, V. B. Vascular protection by dietary polyphenols. **Eur. J. Pharmacol.**, Amsterdam, v. 500, n. 1-3, p. 299- 313, 2004.

STRINGHETA, P. C.; BOBBIO, P. A. Copigmentação de antocianinas. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, v. 14, 2000. Disponível em <<http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio14/copigment.pdf>>. Acesso em 03 de fevereiro de 2010.

TERCI, D. B. L. **Aspectos analíticos e didáticos de antocianinas extraídas de frutas**. 2004. 213 f. Tese (Doutorado em Química Analítica). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

TODA FRUTA. **Jabuticaba**. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=1870>. Acesso em 13 de março de 2010.

VALDUGA, E.; LIMA, L.; PRADO, R.; PADILHA, F. F.; TREICHEL, H. Extração, secagem por atomização e microencapsulamento de antocianinas do bagaço da uva Isabel (*Vitis labrusca*). **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1568-1574, 2008.

VEDANA, M. I. S.; ZIEMER, C.; MIGUEL, O. G.; PORTELLA, O. C.; CANDIDO, L. M. B. Efeito do processamento na atividade antioxidante de uva. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 19, n. 2, p. 159-165, 2008.

VIGUERA, C. G.; BRIDLE, P. Influence of structure on colour stability of anthocyanins and flavylum salts with ascorbic acid. **Food Chem.**, Londres, v. 64, n.1, p. 21-26, 1999.

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, M. C. Caracterização das propriedades funcionais do jambolão. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento - Embrapa Clima Temperado*, Pelotas, n. 79, Versão on line, 2008. 26p.

VON ELBE, J. H. E.; SCHWARTZ, S. J. Colorants. In: FENNEMA, O. R. **Food chemistry**. 3. ed. New York: Marcel Dekker, p. 651-722, 1996.

WANG, J.; MAZZA, G. Effects of anthocyanins and other phenolic compounds on the production of tumor necrosis factor alpha in LPS/IFN-gamma-activated RAW 264.7 macrophages. **J. Agric. Food Chem.**, Easton, v. 50, n. 15, p. 4183-4189, 2002.

WETTASINGHE, M.; SHAHIDI, F. Evening primrose meal: a source of natural antioxidants and scavenger of hydrogen peroxide and oxygen-derived free radicals. **J. Agric. Food Chem.**, Easton, v. 47, n. 5, p. 1801-1812, 1999.

WIKIPEDIA. *Mytaceae*. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Myrtaceae>>. Acesso em 13 de março de 2010.

WILLIAMS, P.; ONGSAKUL, M.; PROUDFOOT, J.; CROFT, K.; BEILIN, L. Mangostin inhibits the oxidative modification of human low density lipoprotein. **Free Radic. Res.**, Londres, v. 23, n. 2, p. 175-184, 1995.

WROLSTAD, R. E. Anthocyanin pigments-bioactivity and coloring properties. **J. Food Sci.**, Chicago, v. 69, n. 5, p. 419-421, 2004.

YANG, L.; GUERRERO, J.; HONG, H.; DEFRANCO, D. B.; STALLCUP, M. R. Interaction of the tau- transcriptional activation domain of glucocorticoid receptor with a novel steroid receptor coactivator, Hic-5, which localizes to both focal adhesions and the nuclear matrix. **Mol. Biol. Cell.**, Maryland, v. 11, n. 6, p. 2007–2018, 2000.

YU, L.; ZHAO, M.; YANG, B.; ZHAO, Q.; JIANG, Y. Phenolics from hull of *Garcinia mangostana* fruit and their antioxidant activities. **Food Chem.**, Chicago, v. 104, n. 1, p. 176-181, 2007.

ZADERNOWSKI, R.; CZAPLICKI, S.; NACZK, M. Phenolic acid profiles of mangosteen fruits (*Garcinia mangostana*). **Food Chem.**, Chicago, v. 112, n. 3, p. 685-689, 2009.

ZHANG, Y.; VAREED, S. K.; NAIR, M. G. Human tumor cell growth inhibition by nontoxic anthocyanidins, the pigments in fruits and vegetables. **Life Sci.**, New York, v. 76, n. 13, p. 1465-1472, 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Análise de variância das amostras atomizadas armazenadas ao abrigo da luz, a 10 ± 2 °C e sob incidência de luz, a 25 ± 2 °C – Antioxidantes totais, polifenóis totais e antocianinas totais.

Escuro, a 10 ± 2 °C					
Fonte de variação	GL	Quadrados médios		GL	Quadrados médios Antocianinas totais
		Antioxidantes totais	Polifenóis totais		
Total	41	39480,0690	424398,92	47	85,150204
Fruto	1	792521,3227*	13330725,94*	1	1441,240008*
Erro (a)	2	501,9750	2462,43	2	0,154604
Formulação	2	1070,5200 ^{ns}	248263,31*	2	1190,697869*
Fruto x formulação	2	12889,3857*	234146,58*	2	52,182390*
Erro (b)	4	364,6053	798,96	4	0,118717
Tempo	3	95151,6830*	154129,04*	3	14,417178*
Fruto x tempo	2	129682,3588*	198299,75*	3	1,841475*
Formulação x tempo	6	6150,4264*	5908,38*	6	1,476322*
Fruto x formulação x tempo	4	4616,1162 ^{ns}	423,62 ^{ns}	6	2,550115*
Erro (c)	15	2757,1208	603,77	18	0,074468
Luz, a 25 ± 2 °C					
Fonte de variação	GL	Quadrados médios		GL	Quadrados médios Antocianinas totais
		Antioxidantes totais	Polifenóis totais		
Total	47	63286,199	383250,58		91,645885
Fruto	1	1867133,020*	15838884,77*		1760,673002*
Erro (a)	2	3482,571	849,460		0,001002
Formulação	2	53464,092*	203012,43*		1082,151690*
Fruto x formulação	2	69937,456*	176433,28*		27,882240*
Erro (b)	4	2823,394	745,17		0,064252
Tempo	3	130700,370*	232403,18*		64,687341*
Fruto x tempo	3	89781,399*	206756,92*		1,388585*
Formulação x tempo	6	14037,639*	7052,18*		13,451220*
Fruto x formulação x tempo	6	11912,804*	6484,33*		7,673231*
Erro (c)	18	1394,921	645,67		0,076791

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

APÊNDICE B - Análise de regressão das amostras atomizadas armazenadas ao abrigo da luz, a 10 ± 2 °C – Polifenóis totais, antocianinas totais.

Fonte de Variação	Mangostão			Jaboticaba				
	GL	Quadrados Médios			GL	Quadrados Médios		
		Antioxidantes Totais	Polifenóis Totais	Antocianinas Totais		Antioxidantes Totais	Polifenóis Totais	Antocianinas Totais
Formulação 1	3		105191,3308*	1,86018333*	3		105191,3308*	0,28743333 ^{ns}
Linear	1		300935,7562*	4,83025*	1		300935,7562*	0,734410 ^{ns}
Falta de ajuste	2		14638,2362 ^{ns}	0,375150*	2		14638,2362 ^{ns}	0,0639450 ^{ns}
Quadrática	1		13510,3922 ^{ns}	0,048050 ^{ns}	1		13510,3922 ^{ns}	0,00020000 ^{ns}
Falta de ajuste	1		1127,8440 ^{ns}	0,702250*	1		1127,8440 ^{ns}	0,12769000 ^{ns}
Formulação 2	3		92595,1022*	0,56735*	3		92595,1022*	15,09881250*
Linear	1		262872,7182*	0,21609 ^{ns}	1		262872,7182*	41,96352250*
Falta de ajuste	2		7456,2942*	0,74298*	2		7456,2942*	1,66645750*
Quadrática	1		8071,4865*	8071,4865*	1		8071,4865*	1,77661250*
Falta de ajuste	1		6841,1018*	6841,1018*	1		6841,1018*	1,55630250*
Formulação 3	3			1,98074583*	3			4,51700000*
Linear	1			5,93670250*	1			12,3210000*
Falta de ajuste	2			0,00276750 ^{ns}	2			0,61500000*
Quadrática	1			0,00001250 ^{ns}	1			0,00500000 ^{ns}
Falta de ajuste	1			0,00552250 ^{ns}	1			1,22500000*

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

APÊNDICE C - Análise de regressão das amostras atomizadas armazenadas ao abrigo da luz, a 10 ± 2 °C – Antioxidantes totais e polifenóis totais.

Fonte de variação	Mangostão				Jaboticaba	
	GL	Quadrados médios		GL	Quadrados médios	
		Antioxidantes Totais	Polifenóis Totais		Antioxidantes Totais	Polifenóis Totais
Fruto	3	181521,7958*	285869,771*	2	127,190117 ^{ns}	688,653072*
Linear	1	506051,4441*	789712,9355*	1	245,265603 ^{ns}	1328,070715*
Falta de ajuste	2	19256,9712 ^{ns}	33948,1889 ^{ns}	1	9,1146298 ^{ns}	49,235430*
Quadrática	1	38497,6620*	65881,4731 ^{ns}	1	9,1146298 ^{ns}	49,235430*
Falta de ajuste	1	16,2803 ^{ns}	2014,9047 ^{ns}	0		

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns – não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

APÊNDICE D - Análise de regressão das amostras atomizadas armazenadas sob incidência de luz, a 25 ± 2 °C – Antioxidantes totais, polifenóis totais, antocianinas totais.

Fonte de Variação	Mangostão				Jaboticaba			
	GL	Quadrados Médios			GL	Quadrados Médios		
		Antioxidantes Totais	Polifenóis Totais	Antocianinas Totais		Antioxidantes Totais	Polifenóis Totais	Antocianinas Totais
Formulação 1	3	73914,1889*	154975,5858*	1,9262*	3	333,795146*	181,2628833*	0,73314583 ^{ns}
Linear	1	214593,2010*	404587,0759*	4,19904*	1	979,6050625*	514,66276*	1,8792225*
Falta de ajuste	2	3574,6824 ^{ns}	30169,8408*	0,78978*	2	10,890187 ^{ns}	14,5629450 ^{ns}	0,1601075 ^{ns}
Quadrática	1	6802,4448 ^{ns}	24027,6081*	1,445*	1	18,1503125 ^{ns}	2,62205 ^{ns}	0,18911250 ^{ns}
Falta de ajuste	1	346,9210 ^{ns}	36312,0734*	0,13456*	1	3,6300625 ^{ns}	26,50384 ^{ns}	0,1311025 ^{ns}
Formulação 2	3	82793,79*	84486,3077*	67,060167*	3	741,856833	49,4717458*	14,77071667*
Linear	1	110834,5728*	236210,7717*	140,77504*	1	1623,84049*	142,9218025*	41,65681*
Falta de ajuste	2	68733,3985*	8624,0757*	30,208505*	2	300,865005*	2,7467175 ^{ns}	1,32767*
Quadrática	1	131025,9240*	1688,6766 ^{ns}	53,8722*	1	501,494450*	2,0301125 ^{ns}	1,26405*
Falta de ajuste	1	6520,8730 ^{ns}	15559,4747*	6,54481*	1	10,235560 ^{ns}	3,4633225 ^{ns}	1,39129*
Formulação 3	3	113409,3*	226253,3119*	4,98485*	3	1189,72395*	287,1673*	18,8459*
Linear	1	295778,0832*	567306,6512*	14,76225*	1	3514,125160*	809,28016*	55,225*
Falta de ajuste	2	22224,9084*	55726,6422*	0,09615 ^{ns}	2	27,523345 ^{ns}	26,11087*	0,65635*
Quadrática	1	2035,8581 ^{ns}	103535,2512*	0,12005 ^{ns}	1	45,8882 ^{ns}	50,90405*	0,80645*
Falta de ajuste	1	42413,9588*	7918,0332 ^{ns}	0,07225 ^{ns}	1	9,15849 ^{ns}	1,31769 ^{ns}	0,50625 ^{ns}

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

APÊNDICE E - Análise de variância do efeito do calor das amostras armazenadas ao abrigo da luz, a 10 ± 2 °C e sob incidência de luz, a 25 ± 2 °C– Antioxidantes totais, polifenóis totais, antocianinas totais.

Escuro, a 10 ± 2 °C					
Fonte de variação	GL	Quadrados médios		GL	Quadrados médios
		Antioxidantes totais	Polifenóis totais		Antocianinas totais
Total	27	46766,995	371762,12	31	141,647219
Fruto	1	17752,3522*	7024614,503*	1	2763,961250*
Erro (a)	2	732,9106	592,217	2	0,960013
Formulação	1	394439,2259*	920508,267*	1	734,019612*
Fruto x formulação	1	525077,5420*	168986,349*	1	724,472113*
Erro (b)	2	959,4951	423,493	2	0,685625
Tempo	3	56272,0317*	91066,555*	3	34,868633*
Fruto x tempo	2	44546,5405*	43143,022*	3	2,627817*
Formulação x tempo	3	2372,3026 ^{ns}	2018,381 ^{ns}	3	7,804679*
Fruto x formulação x tempo	2	1952,4048 ^{ns}	22267,224*	3	8,939546*
Erro (c)	10	897,9148	1154,499	12	0,216460
Luz, a 25 ± 2 °C					
Fonte de variação	GL	Quadrados médios		GL	Quadrados médios
		Antioxidantes totais	Polifenóis totais		Antocianinas totais
Total	31	50033,185	304732,394		181,078489
Fruto	1	174253,6095*	8091238,668*		3939,390703*
Erro (a)	2	1795,3568	98,104		0,104253
Formulação	1	81818,2152*	591371,626*		284,113203*
Fruto x formulação	1	552326,7753*	29776,541*		640,909503*
Erro (b)	2	2745,1086	61,365		0,016128
Tempo	3	146189,9589*	160974,762*		193,312711*
Fruto x tempo	3	2134,0990 ^{ns}	70257,159*		7,396311*
Formulação x tempo	3	33071,1583*	11764,764*		13,825678*
Fruto x formulação x tempo	3	60367,9779*	1278,146*		33,210061*
Erro (c)	12	688,3023	97,828		0,462057

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

APÊNDICE F - Análise de regressão do efeito do calor das amostras armazenadas ao abrigo da luz, a 10 ± 2 °C e sob incidência de luz, a 25 ± 2 °C – Antioxidantes totais, polifenóis totais, antocianinas totais.

Escuro, a 10 ± 2 °C								
Fonte de Variação	Mangostão				Jaboticaba			
	GL	Quadrados Médios			GL	Quadrados Médios		
		Antioxidantes Totais	Polifenóis Totais	Antocianinas Totais		Antioxidantes Totais	Polifenóis Totais	Antocianinas Totais
Formulação 1	3	84166,3653*	112209,244 ^{ns}	28,5712*	2	2705,0401 ^{ns}	11428,9884 ^{ns}	10,00331250*
Linear	1	248014,3104*	326736,0408 ^{ns}	73,76656*	1	5216,751601 ^{ns}	22348,14001 ^{ns}	23,79306250*
Falta de ajuste	2	2242,3927 ^{ns}	4945,8453 ^{ns}	5,973520*	1	193,328616 ^{ns}	509,83680 ^{ns}	3,10843750 ^{ns}
Quadrática	1	4166,7025 ^{ns}	4420,9201 ^{ns}	0,540800*	1	193,328616 ^{ns}	509,83680 ^{ns}	5,86531250 ^{ns}
Falta de ajuste	1	318,0829 ^{ns}	5470,7704 ^{ns}	11,40624*	0	-	-	0,35156250 ^{ns}
Formulação 2				0,567350*				15,0988125*
Linear				0,21609 ^{ns}				41,9635225*
Falta de ajuste				0,74298*				1,66645750*
Quadrática				1,37780*				1,77661250*
Falta de ajuste				0,108160 ^{ns}				1,55630250*

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns - não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

APÊNDICE G - Médias \pm desvio padrão dos corantes de mangostão e jabuticaba em função do tempo de armazenamento - Antioxidantes totais.

Antioxidantes Totais (μM Trolox/ g)								
Luz, a 25 ± 2 °C								
Tempo	Mangostão				Jabuticaba			
	ML-MDGA	MA-MD	MA-MDGA	MA-GA	JL-MDGA	JA-MD	JA-MDGA	JA-GA
0	461,29 \pm 37,49	731,60 \pm 177,54	497,55 \pm 60,80	536,40 \pm 27,10	669,65 \pm 63,14	36,11 \pm 3,93	57,27 \pm 3,85	66,24 \pm 15,10
7	275,26 \pm 3,57	631,65 \pm 9,40	597,15 \pm 12,60	462,76 \pm 52,66	521,10 \pm 59,30	24,40 \pm 3,09	54,03 \pm 6,42	50,37 \pm 7,97
14	239,47 \pm 24,39	502,83 \pm 53,33	568,48 \pm 18,27	95,40 \pm 8,65	377,55 \pm 55,45	12,70 \pm 2,25	50,79 \pm 8,98	34,49 \pm 0,84
21	196,84 \pm 1,67	286,24 \pm 17,35	156,17 \pm 18,83	85,58 \pm 5,25	70,24 \pm 8,08	7,02 \pm 0,08	15,88 \pm 0,35	9,04 \pm 0,19
Escuro, a 10 ± 2 °C								
Tempo	Mangostão				Jabuticaba			
	ML-MDGA	MA-MD	MA-MDGA	MA-GA	JL-MDGA	JA-MD	JA-MDGA	JA-GA
0	461,29 \pm 37,49	731,60 \pm 177,54	497,55 \pm 60,80	536,40 \pm 27,10	669,65 \pm 63,14	36,11 \pm 3,93	57,28 \pm 3,85	66,24 \pm 15,10
7	285,88 \pm 5,63	346,13 \pm 8,46	401,65 \pm 33,78	383,42 \pm 14,54	-	-	-	-
14	202,77 \pm 17,37	250,16 \pm 62,17	238,11 \pm 0,67	259,92 \pm 9,55	620,54 \pm 31,57	33,85 \pm 1,97	54,37 \pm 0,89	57,0 \pm 10,34
21	146,90 \pm 24,08	227,22 \pm 41,29	151,76 \pm 14,03	215,46 \pm 13,10	571,43 \pm 0,00	31,58 \pm 0,00	51,47 \pm 2,08	48,95 \pm 5,59

ML-MDGA: Extrato liofilizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-MD: Extrato atomizado de mangostão com 30% de maltodextrina.

MA-MDGA: Extrato atomizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-GA: Extrato atomizado de mangostão com 30% de goma arábica.

JL-MDGA: Extrato liofilizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-MD: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de maltodextrina.

JA-MDGA: Extrato atomizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-GA: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de goma arábica.

APÊNDICE H - Médias \pm desvio padrão dos corantes de mangostão e jabuticaba em função do tempo de armazenamento - Polifenóis totais.

Polifenóis totais (mg de ácido gálico/ 100 g)								
Luz, a 25 ± 2 °C								
Tempo	Mangostão				Jabuticaba			
	ML-MDGA	MA-MD	MA-MDGA	MA-GA	JL-MDGA	JA-MD	JA-MDGA	JA-GA
0	1655,31 \pm 15,85	1810,31 \pm 97,23	1253,50 \pm 21,26	1689,52 \pm 66,83	356,36 \pm 1,89	70,39 \pm 3,21	49,49 \pm 1,20	77,53 \pm 0,93
7	1379,92 \pm 15,93	1379,04 \pm 15,92	991,86 \pm 2,30	1167,53 \pm 11,31	281,12 \pm 5,46	61,10 \pm 1,75	45,5 \pm 0,73	74,30 \pm 0,13
14	1229,65 \pm 2,28	1358,67 \pm 4,55	956,50 \pm 20,51	1013,77 \pm 6,81	251,13 \pm 0,99	58,82 \pm 1,60	43,53 \pm 0,74	64,22 \pm 0,39
21	1021,53 \pm 6,84	1146,62 \pm 31,77	752,98 \pm 4,55	946,83 \pm 2,28	131,01 \pm 0,53	47,24 \pm 0,00	37,56 \pm 0,28	50,91 \pm 0,15
Escuro, a 10 ± 2 °C								
Tempo	Mangostão				Jabuticaba			
	ML-MDGA	MA-MD	MA-MDGA	MA-GA	JL-MDGA	JA-MD	JA-MDGA	JA-GA
0	1655,31 \pm 15,85	1810,31 \pm 97,23	1253,50 \pm 21,26	1689,52 \pm 66,83	356,36 \pm 1,89	70,39 \pm 3,21	70,39 \pm 3,21	77,53 \pm 0,93
7	1572,70 \pm 31,95	1533,40 \pm 2,28	1080,15 \pm 4,56	1289,50 \pm 2,28	-	-	-	-
14	1458,43 \pm 38,72	1391,79 \pm 29,56	839,55 \pm 22,80	1258,74 \pm 13,61	243,68 \pm 0,68	60,48 \pm 2,14	60,48 \pm 2,14	65,21 \pm 0,74
21	1381,74 \pm 98,84	1279,26 \pm 22,65	793,25 \pm 4,55	1196,01 \pm 25,02	145,91 \pm 3,87	50,58 \pm 1,07	50,58 \pm 1,07	52,88 \pm 0,55

ML-MDGA: Extrato liofilizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-MD: Extrato atomizado de mangostão com 30% de maltodextrina.

MA-MDGA: Extrato atomizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-GA: Extrato atomizado de mangostão com 30% de goma arábica.

JL-MDGA: Extrato liofilizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-MD: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de maltodextrina.

JA-MDGA: Extrato atomizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-GA: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de goma arábica.

APÊNDICE I - Médias \pm desvio padrão dos corantes de mangostão e jabuticaba em função do tempo de armazenamento - Antocianinas totais.

Antocianinas totais (mg/ 100 g)								
Luz, a 25 ± 2 °C								
Tempo	Mangostão				Jabuticaba			
	ML-MDGA	MA-MD	MA-MDGA	MA-GA	JL-MDGA	JA-MD	JA-MDGA	JA-GA
0	19,27 \pm 0,14	3,63 \pm 0,07	16,46 \pm 0,35	16,90 \pm 0,14	45,65 \pm 0,43	11,83 \pm 0,63	28,74 \pm 0,28	32,32 \pm 0,21
7	9,33 \pm 0,29	1,90 \pm 0,14	16,28 \pm 0,18	15,61 \pm 0,35	43,87 \pm 1,68	11,47 \pm 0,21	28,24 \pm 0,14	30,16 \pm 0,42
14	6,94 \pm 0,07	1,60 \pm 0,14	14,96 \pm 0,25	14,14 \pm 0,21	43,54 \pm 0,07	11,38 \pm 0,28	25,08 \pm 0,14	28,48 \pm 0,35
21	4,59 \pm 0,21	1,57 \pm 0,07	4,40 \pm 0,06	13,34 \pm 0,21	31,64 \pm 1,48	10,41 \pm 0,21	22,99 \pm 0,28	25,05 \pm 0,15
Escuro, a 10 ± 2 °C								
Tempo	Mangostão				Jabuticaba			
	ML-MDGA	MA-MD	MA-MDGA	MA-GA	JL-MDGA	JA-MD	JA-MDGA	JA-GA
0	19,27 \pm 0,14	3,63 \pm 0,07	16,62 \pm 0,13	16,90 \pm 0,14	45,65 \pm 0,43	11,83 \pm 0,63	28,74 \pm 0,28	32,32 \pm 0,21
7	19,21 \pm 0,14	3,62 \pm 0,00	15,43 \pm 0,28	16,08 \pm 0,35	45,44 \pm 0,00	11,79 \pm 0,42	24,96 \pm 0,42	31,96 \pm 0,14
14	13,29 \pm 0,07	2,13 \pm 0,14	15,60 \pm 0,29	15,38 \pm 0,35	44,46 \pm 1,68	11,18 \pm 0,28	24,10 \pm 0,42	29,80 \pm 0,28
21	12,19 \pm 0,35	1,81 \pm 0,14	16,07 \pm 0,20	14,57 \pm 0,29	40,83 \pm 1,43	11,13 \pm 0,29	22,20 \pm 0,07	29,34 \pm 0,42

ML-MDGA: Extrato liofilizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-MD: Extrato atomizado de mangostão com 30% de maltodextrina.

MA-MDGA: Extrato atomizado de mangostão com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

MA-GA: Extrato atomizado de mangostão com 30% de goma arábica.

JL-MDGA: Extrato liofilizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-MD: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de maltodextrina.

JA-MDGA: Extrato atomizado de jabuticaba com 15% de maltodextrina + 15% de goma arábica.

JA-GA: Extrato atomizado de jabuticaba com 30% de goma arábica.

APÊNDICE J - Equações das retas e R² das amostras atomizadas submetidas à análise de estabilidade.

Luz, a 25 ± 2 °C						
	Mangostão					
	MA-MD		MA-MDGA		MA-GA	
	Equação da reta	R ²	Equação da reta	R ²	Equação da reta	R ²
Antocianinas totais	não ajustável	-	não ajustável	-	$y = 16,82 - 0,17357x$	0,987
Polifenóis totais	não ajustável	-	não ajustável	-	$y = 1675,4455 - 82,78136x + 2,32168x^2$	0,836
Antioxidantes totais	$y = 757,815 - 20,92714x$	0,968	não ajustável	-	não ajustável	
	Jaboticaba					
	JA-MD		JA-MDGA		JA-GA	
	Equação da reta	R ²	Equação da reta	R ²	Equação da reta	R ²
Antocianinas totais	$y = 11,9215 - 0,06193x$	0,854	não ajustável	-	$y = 32,2075 - 0,19964x - 0,0648x^2$	0,977
Polifenóis totais	$y = 70,1485 - 1,02486x$	0,978	$y = 49,6995 - 0,54007$	0,963	$y = 77,7115 - 0,20407x - 0,05148x^2$	0,939
Antioxidantes totais	$y = 34,905 - 1,41393x$	0,978	$y = 55,692 + 1,57279x - 0,16158x^2$	0,720	$y = 68,1565 - 2,678x$	0,984
Escuro, a 10 ± 2 °C						
	Mangostão					
	MA-MD		MA-MDGA		MA-GA	
	Equação da reta	R ²	Equação da reta	R ²	Equação da reta	R ²
Antocianinas totais	não ajustável	-	não ajustável	-	$y = 16,887 - 0,11007x$	0,999
Polifenóis totais						
Antioxidantes totais	$y = 630,1425 - 22,9875x$	0,786	$y = 502,3985 - 17,15557x$	0,985	$y = 0,5537x^2 - 27,14675x + 538,87775$	0,950
	Jaboticaba					
	JA-MD		JA-MDGA		JA-GA	
	Equação da reta	R ²	Equação da reta	R ²	Equação da reta	R ²
Antocianinas totais	Média = 11,48	-	não ajustável	-	não ajustável	-
Polifenóis totais						
Antioxidantes totais	Média = 33,85	-	Média = 54,37	-	Média = 57,59	-

APÊNDICE K - Equações das retas e R² das amostras liofilizadas e atomizadas com 15% de maltodextrina e 15% de goma arábica.

Luz, a 25 ± 1 °C				
Mangostão				
ML-MDGA			MA-MDGA	
	Equação da reta	R²	Equação da reta	R²
Antocianinas totais	não ajustável	-	não ajustável	-
Polifenóis totais	não ajustável	-	não ajustável	-
Antioxidantes totais	$y=453,43575-27,20989x+0,73166x^2$	0,843	não ajustável	-
Jaboticaba				
JL-MDGA			JA-MDGA	
	Equação da reta	R²	Equação da reta	R²
Antocianinas totais	não ajustável	-	não ajustável	-
Polifenóis totais	não ajustável	-	$y=49,6995-0,54007x$	0,963
Antioxidantes totais	$y=700,399-27,81121x$	0,964	não ajustável	-
Escuro, a 10 ± 2 °C				
Mangostão				
ML-MDGA			MA-MDGA	
	Equação da reta	R²	Equação da reta	R²
Antocianinas totais	não ajustável	-	não ajustável	-
Polifenóis totais	não ajustável	-	não ajustável	-
Antioxidantes totais	$y = 465,274 - 15,90836x$	0,982	não ajustável	-
Jaboticaba				
JL-MDGA			JA-MDGA	
	Equação da reta	R²	Equação da reta	R²
Antocianinas totais	$y = 46,4075 - 0,22036x$	0,793	não ajustável	-
Polifenóis totais	Média = 1321,6	-	Média = 146,46	-
Antioxidantes totais	não ajustável	-	não ajustável	-