



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS

MAÍRA FELINTO LOPES

**COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE EM
BLENDS EM PÓ DE FRUTAS E HORTALIÇAS OBTIDOS POR
ATOMIZAÇÃO**

CAMPINA GRANDE - PB
NOVEMBRO, 2015

MAÍRA FELINTO LOPES

**COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE EM
BLENDS EM PÓ DE FRUTAS E HORTALIÇAS OBTIDOS POR
ATOMIZAÇÃO**

Tese apresentada à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Processos, da Universidade Federal de Campina Grande, em cumprimento aos requisitos da estrutura curricular do Programa.

Orientador: Prof. Dr. Osvaldo Soares da Silva

CAMPINA GRANDE – PB
NOVEMBRO, 2015

**COMPOSTOS BIOATIVOS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE EM
BLENDS EM PÓ DE FRUTAS E HORTALIÇAS OBTIDOS POR
ATOMIZAÇÃO**

AUTOR: MAÍRA FELINTO LOPES

ORIENTADOR: Prof. Dr. OSVALDO SOARES DA SILVA

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Osvaldo Soares da Silva
Orientador - CCTA/ UATA/UFCG

Prof.^a Dr.^a Ângela Maria Santiago
Examinadora Externa - CT/DQI/UEPB

Prof. Dr. Franciscleudo Bezerra da Costa
Examinador Externo - CCTA/ UATA/UFCG

Prof.^a Dr.^a Fernanda Vanessa Gomes da Silva
Examinadora Externa - CTRN/DTA/UFPB

Prof. Dr.^a Adriana Ferreira dos Santos
Examinadora Externa - CCTA/UATA/ UFCG

Prof. Dr. Marcello Maia de Almeida
Examinador Externo - CT/DESA/UEPB

CAMPINA GRANDE-PB
NOVEMBRO, 2015

DEDICATÓRIA

*Ao meu filho Bernardo por me mostrar com
um simples sorriso o real sentido da vida.*

AGRADECIMENTOS

A Deus e aos irmãos de Luz por guiar e iluminar o meu caminho.

À minha família meu porto seguro - pai (Reudesman), mãe (Edinilza), irmãos (Maitê e Marcel), filho (Bernardo) por estarem sempre ao meu lado.

Ao meu marido Emanuel por toda colaboração nos experimentos ao ficar madrugadas acordado comigo no laboratório de secagem, pela participação efetiva nas análises, enfim por sempre estar presente nas horas fáceis e difíceis, e nessas sempre tentando me acalmar.

A minha avó Nazareth Lopes (in memorian) pelo incentivo nos meus estudos desde a infância até a graduação.

Aos familiares do meu esposo, em especial minha sogra (D. Eliete) e minha cunhada (Késia) por cuidarem tão bem do meu pequeno enquanto estava nas atividades do doutorado.

À Universidade Federal de Campina Grande e ao Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Processos, pela oportunidade de realizar o doutorado.

Ao Prof. Osvaldo Soares, pela orientação, amizade e por sempre estar disponível a ajudar e colaborar com esse trabalho.

A Profa. Ângela Santiago, pela dedicação e grande entusiasmo neste trabalho, um exemplo de profissionalismo e amizade, sempre me incentivando.

As Professoras Adriana Ferreira e Fernanda Vanessa pela amizade, incentivo e valiosas contribuições desde o início desse estudo.

Ao Prof. Franciscleudo, pela solicitude e ensinamentos durante a realização desta pesquisa.

Ao Prof. Marcello Maia pela disponibilidade e contribuição científica neste trabalho.

À Profa. Ana Paula Trindade, por disponibilizar a estrutura do Laboratório de Armazenamento e Processamento de Alimentos e o equipamento para a realização da secagem.

As técnicas de laboratório do bloco EA da UFCG/Campina Grande, Rebeca e em, especial Renata pelo carinho e por está sempre disposta a ajudar e facilitar o andamento dos experimentos, foi um anjo nessa pesquisa.

Aos técnicos e terceirizados do CCTA pela amizade e colaboração direta ou indiretamente em algumas análises, irmã Fabíola, Maria Climene, Wélida, Jeanne, Luiz Fernando, Evertinho, Robertinha, Joyce, Dona Lucy e Dona Lucielma.

Às colegas de doutorado, Claudinha, Val, Mônica e especialmente Gilmara pela amizade, por não medir esforços para colaborar, por sempre fazer minha matrícula (mesmo quando eu esquecia) e pela boa companhia.

Aos professores Luiz Gualberto e Mônica Correia pela colaboração no meu afastamento, pela disponibilidade de lecionar minhas disciplinas na UATA.

A Júlia e Marlene pela colaboração em algumas análises.

Aos julgadores da análise sensorial pela colaboração.

A todos os professores, funcionários e colegas do Centro de Ciência e Tecnologia de Alimentos pelo apoio.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho. Muito obrigada!

“Tenha a sua nutrição diária não como tratamento alternativo, mas sim como alternativa de tratamento”

Denise Carreiro

RESUMO

LOPES, M. F. Compostos bioativos e capacidade antioxidante em *blends* em pó de frutas e hortaliças obtidos por atomização. Tese de Doutorado, UFCG/CCT, Programa de Pós – Graduação em Engenharia de Processos. Campina Grande/PB, Brasil.

O suco em pó de frutas e hortaliças possui alto potencial biológico por se tratar de alimento natural, que atende às tendências atuais, pela facilidade de consumo e principalmente pelos seus efeitos antioxidantes. Por isso o objetivo deste trabalho foi determinar os compostos bioativos e a capacidade antioxidante em *blends* em pó de frutas e hortaliças em obtidos por atomização. As análises físico-químicas foram realizadas em duas formulações dos *blends in natura* (A e B): *blend* A (couve, brócolis, abacaxi, acerola verde e hortelã) e *blend* B (couve, maçã verde, limão e gengibre). O *blend em pó* foi obtido através da secagem por atomização, e as condições de operação do secador foram: temperatura do ar de 80°C, vazão de suspensão de 5mL.min⁻¹ e concentração de maltodextrina de 5%. Os pós obtidos (amostras AI e BI) foram analisados quanto as características físicas, físico-químicas, compostos bioativos e capacidade antioxidante (DPPH e ABTS). Para efeito de comparação utilizou-se um suco em pó comercial, amostra C. Os pós formulados foram ainda analisados a cada 30 dias durante um período de 180 dias quanto ao teor de água, coloração, resíduo mineral fixo, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares totais, ácido ascórbico, clorofila total, carotenoides totais, flavonoides, antocianinas, compostos fenólicos e capacidade antioxidante. As análises microbiológicas de coliformes a 45 °C, bolores e leveduras, *Salmonella* e contagem de *Staphylococcus*, foram realizadas no tempo inicial e final do armazenamento. Foram realizados testes de aceitação sensorial, atitude de consumo e ordenação de preferência. Os resultados dos compostos bioativos nos *blends in natura* aponta o *blend A* como superior em todos os componentes, especialmente nos teores de ácido ascórbico que para o *blend A* foi de 360 mg.100g⁻¹ e para o B 60 mg.100g⁻¹, e nos compostos fenólicos sendo de 184,52 mg GAE.100g⁻¹ e 97,91 mg GAE.100g⁻¹, para os *blends A* e B respectivamente. A capacidade antioxidante também foi superior para o *blend A* de 192,73g polpa.DPPH⁻¹. Foram encontrados na amostra AI maiores teores de ácido ascórbico e compostos fenólicos, sendo respectivamente de 2670mg.100g⁻¹ e 2063,94 mg GAE.100g⁻¹, enquanto a amostra BI obteve para os parâmetros mencionados, respectivamente, 570 mg.100g⁻¹ e 1082 mg GAE.100g⁻¹. Quando comparados com a amostra C quanto aos compostos bioativos, os *blends* formulados foram nitidamente superiores, sendo o teor de ácido ascórbico do *blend em pó* AI 1900% maior e o de compostos fenólicos aproximadamente 1000% superior aos obtidos para a amostra C. O potencial antioxidante das amostras AI e BI é expressivamente maior do que da amostra C, sendo este 6500% menor do que o da amostra A. A maior parte dos constituintes analisados sofreu variação durante o período de 180 dias de armazenamento, porém as amostras AI e BI ainda mantiveram bons resultados dos compostos bioativos e bom potencial antioxidante ao final do armazenamento. Portanto, é indicado como a melhor amostra fonte de bioativos e antioxidantes a amostra AI, que apresenta em sua constituição couve, brócolis, abacaxi, acerola verde e hortelã.

Palavras-chaves: suco misto, secagem por aspersão, fitoquímicos.

ABSTRACT

LOPES, M. F. Bioactive compounds and antioxidant capacity in powder blends of fruits and vegetables obtained by atomization. Tese de Doutorado, UFCG/CCT, Programa de Pós – Graduação em Engenharia de Processos. Campina Grande/PB, Brasil.

The juice powders of fruits and vegetables have high biological potential because they are a natural food that meets the current trends, ease of use and mainly for their antioxidant effects. Therefore the aim of this research was to develop a powder of juices from fruits and *blends* of vegetables, obtained by spray drying, as well as evaluated in the prepared samples the presence of bioactive compounds and the antioxidant capacity during the storage time. The physico-chemical analyses were performed in two formulations of *blends in natura* (A and B): A *blend* (cabbage, broccoli, pineapple, mint green and acerola) and *blend* B (cabbage, green apple, lemon and ginger). The blend powder was obtained by drying the spray forming, the dryer operating conditions are: air temperature 80°C, 5mL.min⁻¹ suspension flow rate and the concentration of maltodextrin 5%. In powder samples (AI and BI) were analyzed the parameters: physical, physico-chemical, bioactive compounds and antioxidant capacity (DPPH and ABTS). For comparison with the formulated powder samples in this study was purchased commercially from Great Meadow product labeled as powdered green juice, which was named sample C and were performed the same analysis. The formulated powders were analyzed in 30 days to 180 days of storage time, and in each samples were analyzed the water content, color, fixed mineral residue, pH, titratable acidity, soluble solids, total sugars, ascorbic acid, chlorophyll, carotenoids, flavonoids, anthocyanins, phenolic compounds and antioxidant capacity. Microbiological analyzes were performed for coliforms at 45 ° C, molds and yeasts, Salmonella and Staphylococcus counts were realized at baseline and end of storage time. The sensory analysis of the powders samples were performed using the sensory acceptance testing, consumer attitude and ordering preferably with one hundred of untrained panelists. According to the results of bioactive compounds *in natural* powder *blend* of Sample A was higher in all components, especially in ascorbic acid content for which the *blend* A was 360.00 mg.100g⁻¹ and B 60 mg.100g⁻¹, and phenolic compounds being 184.52 mg GAE.100g⁻¹ 97.91 mg GAE.100g⁻¹ and for *blends* A and B respectively. The antioxidant capacity was also higher for the *blend* A of 192.73 g polpa.DPPH⁻¹. The powder samples had the same behavior, higher contents of ascorbic acid and phenolic compounds for the sample AI, and respectively 2670.00 mg.100g⁻¹ and 2063.94 mg GAE.100g⁻¹, while the sample BI obtained for the mentioned parameters respectively 570.00 mg.100g⁻¹ and 1082.00 mg GAE.100g⁻¹. When compared to the commercial sample C as the bioactive compounds formulated *blends* were sharply higher, with the ascorbic acid content of the Sample AI nineteen times higher and the phenolics about ten times higher than those obtained for sample C. The antioxidant potential of samples AI and BI were significantly higher than sample C, which is sixty five times lower than the sample A. The majority of the analyzed constituent underwent variation during the 180 days of storage time, but the samples still exhibit good results and good bioactive compounds of antioxidant potential at the end of storage time. The sensory analysis of *blends* formulated powder and in the commercial sample C resulted in a greater acceptance by the judges for the sample C, probably due adding of sucralose, flavoring and essences. Therefore, the results of analysis indicated that the best sample source of bioactive antioxidants was the Sample AI.

Keywords: mixed juice, spray drying, phytochemicals parameters.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Reação química entre o BHT e o radical DPPH	24
Figura 2. Estabilização do radical ABTS ⁺ por um antioxidante e sua formação pela reação com persulfato de potássio	25
Figura 3. Frutas (maçã e limão, abacaxi, acerola,) e hortaliças (couve, brócolis,) utilizados na preparação dos <i>blends</i>	34
Figura 4. Etapas de elaboração do <i>blend in natura</i>	35
Figura 5. Secador por atomização da Marca LabMaq do Brasil	41
Figura 6. <i>Blends</i> de frutas e hortaliças em pó, obtido por atomização, AI e AII, respectivamente	43
Figura 7. Diagrama de Pareto dos efeitos das variáveis independentes sobre a variável reposta Rendimento	59
Figura 8. Diagrama de Pareto dos efeitos das variáveis independentes sobre a variável reposta teor de água	60
Figura 9. Diagrama de Pareto dos efeitos das variáveis independentes sobre a variável reposta teor de compostos fenólicos	60
Figura 10. Superfície de resposta do teor de fenólicos total em função de T e M _{alt}	62
Figura 11. Superfície de resposta do teor de fenólicos total em função de W _s e M _{alt}	62
Figura 12. Teor de água de <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento	77
Figura 13. Percentagem de sólidos solúveis de <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento	78
Figura 14. Percentagem de Resíduo mineral fixo de <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento	79
Figura 15. Potencial hidrogeniônico de <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento	80
Figura 16. Percentagem de acidez de <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento	81
Figura 17. Percentagem de açúcares totais de <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento	82
Figura 18. <i>Blends</i> de frutas e hortaliças em pó nos tempos 0, 90 e 180 dias de armazenamento	84

Figura 19. Luminosidade de <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.....	84
Figura 20. Coordenada a* de <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.....	85
Figura 21. Coordenada b* de <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.....	87
Figura 22. Cromo (C) de <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.....	88
Figura 23. Hue de <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.....	89
Figura 24. Ácido ascórbico em <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.....	91
Figura 25. Clorofila em <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.....	92
Figura 26. Carotenoides totais em <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.....	93
Figura 27. Teor de Flavonoides em <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.....	94
Figura 28. Teor de antocianinas em <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.....	95
Figura 29. Compostos fenólicos em <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.....	96
Figura 30. Capacidade antioxidante obtida pelo método DPPH em <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.....	97
Figura 31. Capacidade antioxidante obtido pelo método ABTS em <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.....	98
Figura 32. Histograma de frequência de ordenação de preferência de amostras de <i>blends</i> em pó reconstituído após explicação dos possíveis benefícios das mesma.....	103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Níveis do planejamento experimento 2^3 com três repetições no ponto central....	42
Tabela 2. Valores médios das características físico-químicas de <i>blends</i> de frutas e hortaliças <i>in natura</i>	51
Tabela 3. Coloração (L, a, b, C e H) de <i>blends</i> de frutas e hortaliças <i>in natura</i>	53
Tabela 4. Compostos bioativos e capacidade antioxidante de <i>blends</i> de frutas e hortaliças <i>in natura</i>	55
Tabela 5. Matriz das variáveis independentes e as variáveis resposta para os ensaios de secagem por atomização de <i>blends</i> de frutas e hortaliças.....	59
Tabela 6. Análise de variância para as variáveis resposta teor de água, rendimento e fenólicos totais.....	61
Tabela 7. Média dos valores das características físicas dos <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó.....	63
Tabela 8. Média dos valores das características físico-químicas dos <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó.....	67
Tabela 9. Média dos valores referentes a coloração (L, a, b, C e H) de <i>blends</i> em pó de frutas e hortaliças.....	70
Tabela 10. Compostos bioativos e capacidade antioxidante em <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó.....	72
Tabela 11. Análise microbiológica de <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó armazenados a temperatura ambiente.....	99
Tabela 12. Valores médios dos atributos aparência, cor, aroma, sabor, atitude de consumo e atitude após esclarecimentos de <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó reidratados.....	101

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	3
2.1 Geral	3
2.2 Específicos	3
3 REVISÃO DA LITERATURA	4
3.1 Aspectos gerais das frutas e hortaliças	4
3.1.1 <i>Couve</i>	4
3.1.2 <i>Brócolis</i>	6
3.1.3 <i>Abacaxi</i>	7
3.1.4 <i>Acerola</i>	8
3.1.5 <i>Maçã</i>	9
3.1.6 <i>Limão</i>	11
3.1.7 <i>Hortelã</i>	11
3.1.8 <i>Gengibre</i>	13
3.2 Compostos bioativos e capacidade antioxidante	14
3.2.1 <i>Clorofila</i>	14
3.2.2 <i>Carotenoides</i>	16
3.2.3 <i>Ácido Ascórbico</i>	17
3.2.4 <i>Compostos Fenólicos</i>	18
3.2.4.1 <i>Flavonoides</i>	19
3.2.5 <i>Antioxidantes</i>	20
3.2.5.1 <i>Classificação dos antioxidantes</i>	21
3.2.5.2 <i>Métodos de determinação dos antioxidantes</i>	23
3.3 Secagem por atomização	25
3.3.1 <i>Agente Carreador - Maltodextrina</i>	29
3.4 Qualidade de suco de fruta em pó	30
4 MATERIAL E MÉTODOS	34
4.1 Obtenção da matéria prima	34
4.2 Elaboração do <i>blend in natura</i>	34
4.3 Caracterização física e físico-química dos <i>blends in natura</i>	35
4.4 Determinação dos compostos bioativos dos <i>blends in natura</i>	38
4.5 Determinação da capacidade antioxidante dos <i>blends in natura</i>	39

4.6 Estudo da secagem por atomização dos <i>blends</i>	40
4.7 Obtenção do <i>blend</i> em pó	42
4.8 Caracterização física dos <i>blends</i> em pó	43
4.9 Caracterização físico-química dos <i>blends</i> em pó	45
4.10 Determinação dos compostos bioativos e da capacidade antioxidante dos <i>blends</i> em pó	46
4.11 Estudo da estabilidade dos <i>blends</i> em pó durante 180 dias de armazenamento. 46	
4.11.1 Determinação das características físicas e físico-químicas durante o armazenamento.....	47
4.11.2 Determinação dos compostos bioativos e da capacidade antioxidante durante o armazenamento.....	47
4.12 Análises microbiológicas dos <i>blends</i> em pó	47
4.12.1 Obtenção das diluições.....	48
4.12.2 Coliformes a 45°C	48
4.12.3 Bolores e Leveduras	48
4.12.4 Contagem de <i>Staphylococcus</i>	48
4.13 Análise Sensorial dos <i>blends</i> em pó	49
4.15 Análise estatística	49
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
5.1 Caracterização dos <i>blends in natura</i>	51
5.2 Compostos bioativos e capacidade antioxidante dos <i>blends in natura</i>	54
5.3 Avaliação estatística do processo de secagem por atomização	58
5.3.1 Estudo da secagem por atomização dos <i>blends</i>	58
5.3.2 Análise de Variância.....	61
5.4 Caracterização dos <i>blends</i> em pó	63
5.5 Compostos bioativos e capacidade antioxidante dos <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó	71
5.6 Características físicas e físico-químicas durante 180 dias de armazenamento	76
5.7 Compostos bioativos e capacidade antioxidante durante o armazenamento dos <i>blends</i> de frutas e hortaliças em pó	89
5.8 Análise microbiológica durante o armazenamento	99
5.9 Análise sensorial dos <i>blends</i> em pó	100
6 CONCLUSÕES	104
REFERÊNCIAS	105

ANEXO.....	130
APÊNDICE	131

1 INTRODUÇÃO

Além dos nutrientes essenciais, a maioria dos vegetais possuem consideráveis quantidades de micronutrientes, tais como minerais, vitaminas e compostos fitoquímicos secundários. Nos últimos anos, maior atenção tem sido dada a estes compostos, uma vez que evidências apontam a importância desses micronutrientes para a saúde humana (ZHANG et al., 2013). Há uma crescente demanda por alimentos nutritivos e saudáveis e, este fato, tem levado a indústria de alimentos a centrar a sua investigação em produtos desta natureza, alimentos processados contendo compostos funcionais, como por exemplo os *blends* de frutas e hortaliças.

Blends ou bebidas mistas são misturas de sucos elaborados com a finalidade de melhorar às características sensoriais e nutricionais dos componentes isolados. A elaboração de *blends* de frutas e hortaliças apresenta uma série de vantagens, tais como enriquecer nutricionalmente determinados sucos pela suplementação de nutrientes fornecidos por diferentes frutas e/ou hortaliças, cores específicas, bem como desenvolver novos sabores e aromas, atendendo às expectativas dos consumidores.

Uma das técnicas de conservar os *blends* por um tempo longo é utilizar o processo de secagem, dentre eles, por atomização, a qual surge como uma técnica adequada para a obtenção de sucos em pó de alta qualidade, uma vez que seu tratamento térmico é rápido, minimizando a degradação de compostos de sabor e dos antioxidantes, contribuindo assim, para a obtenção de sucos reconstituídos similares aos das correspondentes frutas/hortaliças *in natura* (YOUSEFI; EMAM-DJOMECH; MOUSAVI, 2011).

As propriedades físico-químicas do pó seco por atomização dependem de algumas variáveis do processo como as características da suspensão de alimentação (viscosidade, tamanho de partícula de sólidos em suspensão e vazão de suspensão) e do ar de secagem (temperatura e pressão de atomização) bem como o tipo de atomizador. Portanto, essas variáveis são importantes para otimizar o processo de secagem para obtenção de produtos com boas características nutricionais, sensoriais e um bom rendimento do produto (TONON, 2009).

Quando misturadas, frutas e hortaliças, em especial couve, brócolis, limão, maçã, gengibre e hortelã são conhecidos como sucos verdes ou sucos *detox*, que tem o poder de desintoxicar o organismo, ricos em compostos bioativos e antioxidantes. Os antioxidantes são compostos químicos que podem prevenir ou diminuir os danos oxidativos de lipídios, proteínas e ácidos nucleicos causados por espécies de oxigênio reativo. Essas espécies

geradas no organismo são os responsáveis por danos celulares, conduzindo a várias anormalidades fisiológicas e patológicas, tais como inflamação, doenças cardiovasculares, câncer e envelhecimento (FREIRE et al., 2013).

Recentes estudos indicam que o consumo de frutas e hortaliças está associado com a redução da mortalidade e morbidade, causadas por doenças crônicas. Esse efeito se deve aos compostos antioxidantes presentes em várias partes das frutas e hortaliças denominadas antioxidantes exógenos. Entre eles, estão o ácido ascórbico, carotenoides e os compostos fenólicos, que são encontrados em diferentes concentrações nos frutos.

Tendo em vista a escassez de trabalhos científicos em relação ao suco verde ou *detox*, como é conhecido popularmente e suas propriedades funcionais, em especial o preparado sólido, objeto deste estudo, é que se faz necessário à realização de pesquisas a qual contribuirá com informações relevantes tanto para a literatura da área em questão como para consumidores adeptos a este tipo de alimento. Além do que, não há no mercado nacional produtos com essa configuração, *blends* em pó, com a praticidade e estabilidade que garantam benefícios à saúde do consumidor.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Determinar os compostos bioativos e a capacidade antioxidante em *blends* em pó de frutas e hortaliças obtidos por atomização.

2.2 Específicos

–Elaborar *blends* de frutas (abacaxi, acerola, maçã e limão) e hortaliças (couve, brócolis, hortelã e gengibre) e caracterizá-los quanto aos parâmetros físicos e físico-químicos;

–Determinar os compostos bioativos e a capacidade antioxidante dos *blends in natura*;

–Avaliar a secagem por atomização por meio da matriz de planejamento fatorial 2^3 com três repetições no ponto central;

–Obter os *blends* em pó e caracterizá-los quanto as características físicas e físico-químicos;

– Estudar a estabilidade dos compostos bioativos e a capacidade antioxidante dos *blends* em pó, durante o período de 180 dias de armazenamento;

–Avaliar a estabilidade microbiológica desse pó durante o período de 180 dias de armazenamento;

–Avaliar a aceitação sensorial dos *blends* em pó rehidratados;

3 REVISÃO DE LITERATURA

Desde 2009 se evidencia o padrão de consumo da população brasileira, com gasto excessivo na aquisição de alimentos com altos conteúdos de açúcar, gorduras e sal, e o consumo insuficiente de frutas e hortaliças e alimentos ricos em fibras, em todas as classes de poder aquisitivo. Em média, a população brasileira consome menos da metade da quantidade de frutas e hortaliças preconizada pelo Guia Alimentar para a População Brasileira, refletindo desfavoravelmente nas estatísticas de morbidade e mortalidade (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009).

Hoje, apenas 24,1% dos brasileiros ingere a quantidade de frutas e hortaliças recomendada pela Organização Mundial da Saúde (OMS). A quantidade recomendada é de 400 gramas diários, em cinco ou mais dias da semana (ASBRAN, 2015).

Entretanto, frutas e hortaliças contêm diferentes compostos antioxidantes, tais como vitamina C, vitamina E, carotenóides e polifenóis. A investigação sobre os antioxidantes em frutas ultimamente tem atraído grande interesse devido ao seu potencial de proteção efeito na prevenção dos processos degenerativos de câncer e cardiovascular e doenças cerebrovasculares em humanos (ORREGO; SALGADO; BOTERO, 2013)

As indústrias de frutas têm sofrido pressões para se adaptar aos crescentes requerimentos do consumidor. As exigências do consumidor de produtos com frutas referem-se principalmente aos seguintes aspectos: conveniência, requerendo o mínimo tempo possível de preparo; segurança alimentar; manutenção de características sensoriais e nutricionais bastante similares às das correspondentes frutas frescas e propriedades funcionais, especialmente antioxidantes, já que o consumidor tem se mostrado bastante preocupado com a prevenção de doenças. Um dos reflexos dessas preocupações dos consumidores é o aumento do consumo de sucos de frutas (OLIVEIRA, 2008).

3.1 Aspectos gerais das frutas e hortaliças

3.1.1 Couve

Pertencente à família das *Brassicaceae*, a *Brassica oleracea* L. var. *acephala* D.C. é popularmente conhecida no Brasil como couve manteiga ou couve de folhas. Apresenta um cultivo típico de outono e inverno, mas com tolerância ao calor, por isso pode ser plantada

durante o ano todo em diferentes regiões do Brasil (CATÁLOGO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS, 2011).

De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011) a couve apresenta em 100 g: 90,9% de umidade, 2,9 g de proteína, 0,5 g de lipídeos, 4,3 g de carboidratos, 3,1 g de fibra alimentar, 131 mg de cálcio e 35 mg de magnésio. É extensamente utilizada na medicina tradicional brasileira, principalmente exercendo funções de alívio aos sintomas de úlcera gástrica (CATÁLOGO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS, 2011).

Por ser um vegetal folhoso verde escuro, apresenta-se como uma ótima fonte de carotenóides, e outros flavonoides na alimentação humana, comportando-se como uma fonte de antioxidantes (FAGUNDES, 2012).

Há vários relatos na literatura sobre o benefício de sucos verdes comerciais, contendo este vegetal assim como outros folhosos verdes escuros em associação. Kang et al. (2004) mostraram resultados referentes à uma ação protetora do suco verde comercial de vegetais contra o câncer. Os autores observaram uma diminuição de dano oxidativo ao DNA humano após avaliar vinte indivíduos fumantes tratados com suco verde durante oito semanas. Brandi et al. (2005) demonstraram uma ação quimiopreventiva do suco verde de couve em linhagens celulares de câncer de mama humano, observando uma supressão da proliferação celular.

As folhas de couve, tanto frescas como cozidas, são boas fontes de aminoácidos essenciais, que correspondem a 47% dos aminoácidos totais (KORUS, 2014). Segundo Fadigas et al. (2010) a couve é constituída por boas quantidades dos minerais cálcio, magnésio, ferro, zinco e manganês. Além de compostos Bioativos capazes de reduzir o surgimento de doenças degenerativas (KORUS, 2013; KAULMANN et al., 2014).

Melo et al. (2006) observaram que o extrato metanólico da couve folha, apesar de apresentar teor de fenólicos totais inferior ao do extrato do espinafre, couve-flor, cebola branca, cebola roxa e alface crespa, exibiu a maior capacidade de seqüestrar o radical DPPH (2,2-difenil-1-picril hidrazina). A ação antioxidante do extrato metanólico das hortaliças também foi avaliado no sistema modelo β -caroteno/ácido linoléico, cujos resultados variaram de 10,91 a 81,86% de inibição. Evidencia-se, portanto, que a presença do extrato das hortaliças, contendo fitoquímicos antioxidantes, reduziu, em graus diferentes, o descoramento do β -caroteno. Em função do percentual de inibição exibido, o espinafre e a couve folha foram classificados como os vegetais com elevada ação antioxidante ($\geq 70\%$), não diferindo do BHT. O extrato da couve folha possui composto(s)

bioativo(s) que apresenta(m) uma potente ação antioxidante, pois exibiu a maior atividade antioxidante e a mais elevada capacidade de sequestrar o radical DPPH.

3.1.2 Brócolis

A família Brassicaceae é composta por várias espécies vegetais de destaque dentro da olericultura brasileira, como brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica* L.), couve-chinesa (*Brassica pekinensis* L.), couve-flor (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.), couve manteiga (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* D.C.) e repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) (FILGUEIRA, 2000).

Hortalças do gênero *Brassica* pertencem à família das crucíferas, a qual inclui uma variedade de grupos olerícolas economicamente significativos, como brócolis, couve-flor, repolho, espinafre, mostarda e nabo (PODSEDEK, 2007). As hortalças dessa família apresentam elevada atividade antioxidante. Dentre esses, brócolis têm sido o material alvo da maioria das pesquisas, devido suas propriedades antioxidantes (LIN; CHANG, 2005; PIAO et al., 2005; NILSSON et al., 2006).

De acordo com a Tabela brasileira de composição de alimentos (TACO, 2011), o brócolis cru apresenta em 100 g: 91, 2% de umidade, 3,6 g de proteína, 0,3 g de lipídeos, 4,0 g de carboidratos, 2,9 g de fibra alimentar, 86 mg de cálcio e 30 mg de magnésio.

Para Nielsen (1997), a couve-brócolis possui elevado valor nutricional e é eficiente na absorção de Boro, elemento essencial para o homem por atuar no metabolismo de nutrientes e de substratos energéticos, no funcionamento do cérebro e no desempenho psicomotor e cognitivo. Em adicional aos seus benefícios nutricionais, a couve-brócolis também fornece substâncias nutricionais antioxidantes tais como: as vitaminas C e E, betacaroteno, outros elementos minerais (Ca e Mg), aminoácidos e consideráveis quantidades de flavonoides, que são metabólitos considerados, pelo conhecimento científico atual, indispensáveis para uma boa saúde (GALAN et al., 2004).

Um estudo conduzido por Shapiro; Fahey; Wade (2001) nos Estados Unidos revelou que homens que consumiam duas ou mais xícaras de brócolis por semana, apresentavam uma diminuição de 44 % na incidência de câncer de bexiga, quando comparados com aqueles que comiam menos de uma porção por semana. A principal substância presente nesta hortalça responsável por este efeito benéfico é o glucosinolato. Os glucosinolatos contêm enxofre e estão presentes em alimentos como brócolis, couve-flor, repolho, rabanete, palmito e alcaparra, sendo ativadores das enzimas de detoxificação

do fígado. Outra pesquisa realizada por Takai; Suido; Tanaka (2003) em Tóquio, no Japão, evidenciou que as propriedades nutritivas do brócolis podem bloquear o crescimento de células de melanoma.

Kaur; Kapoor (2002) avaliando a capacidade antioxidante por meio do método do DPPH de brócolis encontraram para extratos etanólicos 78,4% e para extrato aquoso 72,5%. Segundo Tiveron (2010), o teor de compostos fenólicos encontrado foi de 7,9 mg , sendo a atividade antioxidante pelo sequestro do radical livre DPPH nos extratos etanólicos foi de 21,8%, já a atividade antioxidante equivalente ao Trolox nos extratos etanólicos das amostras pelo método do ABTS⁺ de 33,9 $\mu\text{M trolox.g}^{-1}$.

3.1.3 Abacaxi

O gênero Ananas é vastamente distribuído nas regiões tropicais por intermédio da espécie *Ananas comosus* (L.) Merrill. O abacaxi é um fruto de grande aceitação pelo seu aroma e sabor, consumido em todo o globo terrestre, sendo rico em açúcares, sais minerais e vitaminas (GONÇALVES, 2000).

Sua composição química varia muito de acordo com a época em que é produzido, destaca-se pelo seu valor energético, devido a sua alta composição de açúcares e pelo valor nutritivo relativo à presença de sais minerais (cálcio, fósforo, magnésio, potássio, sódio, cobre e iodo) e de vitaminas (C, A, B1, B2 e Niacina), porém apresenta teor proteico e de gordura inferiores a 0,50 % (GRANADA; ZAMAIAZI; MENDONCA, 2004).

De acordo com a Tabela brasileira de composição de alimentos (TACO, 2011), o abacaxi apresenta em 100 g: 86,3% de umidade, 0,9 g de proteína, 0,1 g de lipídeos, 12,3 g de carboidratos, 1,0 g de fibra alimentar, 22 mg de cálcio e 18 mg de magnésio.

O sabor e o aroma característicos do abacaxi são atribuídos à presença e aos diversos constituintes químicos, ressaltando entre eles os açúcares e os ácidos responsáveis pelo sabor, e compostos voláteis associados ao aroma. Os carotenoides são os responsáveis pela coloração amarela da polpa, e as vitaminas e os minerais estão relacionados com o valor nutritivo, sobressaindo o ácido ascórbico (vitamina C) e o potássio. Os principais ácidos responsáveis pela acidez são o cítrico e o málico, os quais contribuem respectivamente com 80 a 20 % da acidez total. A acidez titulável total geralmente varia de 0,6 a 1,6 % e é expressa como porcentagem de ácido cítrico, enquanto o pH da polpa se enquadra na faixa de 3,7 a 3,9 (CARVALHO; BOTREL, 1996).

Em trabalho conduzido por Kuskoski et al. (2005), os quais analisaram os teores de fenólicos totais em polpas de frutas úmidas, encontraram-se 21,7 mg.100g⁻¹ na polpa de abacaxi.

3.1.4 Acerola

A acerola (*Malpighia emarginata* D.C) é uma planta frutífera originada das Antilhas, norte da América do Sul e América Central (BRUNINI et al., 2007). De acordo com Carvalho; Manica (1994) e Araújo; Minami (1994) cada 100 g de polpa contém de 1000 a 2500 mg de vitamina C, teor comparável apenas ao camu-camu, uma fruta nativa da Amazônia, que apresenta cerca de 2950 mg de vitamina C, em cada 100 g de polpa integral (ANDRADE et al., 1991).

A acerola apresenta em 100 g: 90,5% de umidade, 0,9 g de proteína, 0,2 g de lipídeos, 8,0 g de carboidratos, 1,5 g de fibra alimentar, 13 mg de cálcio e 13 mg de magnésio (TACO, 2011).

Em polpa de acerola estudada por Kuskoski et al. (2006) foi identificado teor de polifenóis totais ao redor de 580,1 mg.100g⁻¹ e Lima et al. (2005) verificaram uma redução nos compostos fenólicos com o decorrer do desenvolvimento e em diferentes épocas do ano.

Diversos autores relatam que o conteúdo de ácido ascórbico decresce com a maturação da acerola. Itoo; Mitsuco; Ishihata (1990), constataram a redução do teor de vitamina C em acerolas produzidas em 3 regiões distintas do Japão. Nas frutas verdes o teor de ácido ascórbico observado foi de 2150, 2775 e 3200 mg em 100 g de frutas, reduzindo-se para 1455, 1755 e 1825 mg.100⁻¹ g nas frutas completamente maduras. Resultados semelhantes foram encontrados por Carvalho; Manica (1994), onde as frutas verdes apresentavam 3096 mg.100g⁻¹ e as maduras cerca de 1201 mg.100g⁻¹ de ácido ascórbico. Vendramini e Trugo (2000) observaram uma redução de 2164 mg.100g⁻¹ de vitamina C em frutas verdes para 1074 mg.100g⁻¹ em frutas maduras colhidas na região de Maricá, Rio de Janeiro. Os autores associam a redução a uma oxidação bioquímica, uma vez que encontraram na acerola madura o composto 3-hidroxi-2-pirona, resultado da quebra oxidativa do ácido ascórbico.

Menezes et al. (2009), verificaram que o pó liofilizado de acerola verde apresentou valores bem mais elevados do que o seco em estufa, visto que o processo de liofilização permite remoção do conteúdo de água conservando as demais qualidades físico-químicas

do produto. Para o pó liofilizado constatou-se uma redução de 33,47%, enquanto que o seco em estufa foi verificado 49,52%. Gomes; Figueiredo; Queiroz (2004) estudando o armazenamento do pó da acerola seco em secador tipo leito de jorro, verificaram que o teor de ácido ascórbico diminui com o aumento do tempo de armazenamento, atingindo um percentual de redução de 29,72% no final de 60 dias de armazenamento.

Segundo Righetto (2003), em estudos com suco de acerola verde concentrado microencapsulado por liofilização e atomização, utilizando diferentes proporções de goma arábica (G) e maltodextrina DE 20 (M) como agentes encapsulantes, verificaram que os encapsulados produzidos apresentaram entre 7,3 e 8,9 % de vitamina C, representando uma retenção de 65 a 80% da vitamina C inicialmente presente nas formulações. A formulação 37,5% M + 12,5% G atomizada, apresentou a maior retenção inicial da vitamina C, 80% e a formulação 25% M + 25% G apresentou a menor retenção, 65%. O processo de liofilização resultou em encapsulados com menor retenção de vitamina C que o processo de atomização.

3.1.5 Maçã

A macieira pertence à família Rosaceae, ordem Rosales e subfamília Pomoideae. Há muitas espécies de macieira em estado selvagem, das quais algumas são utilizadas comercialmente como produtoras de frutas, outras como porta enxertos, como ornamentais em paisagismo e na pesquisa científica, e outras como fonte de germoplasma para melhoramento genético (HOFFMAN et al., 2004).

O material sólido da polpa da maçã é constituído principalmente de açúcares que incluem a sacarose, glicose e frutose (CHEFFTEL; CHEFFTEL; BESANÇON, 1977; FARIAS, 1978). O teor em açúcares constitui fator determinante da qualidade, porque está associado ao sabor e aroma da fruta. A aparência, o odor, a textura, o sabor e a cor, estão diretamente relacionados com o grau de maturação. Frequentemente a cor é o critério de decisão quanto à maturação da fruta. A textura é outro fator de qualidade na maçã, sendo que esta diminui com o tempo de armazenamento, motivada, entre outras causas pela perda de água (HATFIELD; KNEE, 1988).

Granny Smith é um dos vários cultivares de macieira, para essa cultivar, mais conhecida no Brasil como maçã verde, as informações nutricionais avaliadas por Almeida; Pintado (2007) são: Água ($\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) 87,7; Fibra alimentar ($\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) 1,9; Açúcares totais

(g.100g⁻¹) 11,5; Proteína total (g.100g⁻¹) 0,47; Gordura total (g.100g⁻¹) 0,10; Cinza total (g.100g⁻¹) 0,20 e Energia (kcal) 45,2.

Em comparação com outros frutos populares, as maçãs estão entre as mais ricas fontes de antioxidantes (CANDRAWINATA et al., 2013). As maçãs contêm uma significativa quantidade de diferentes classes de compostos fenólicos (CINDRIĆ et al., 2012). Os compostos fenólicos determinam a qualidade da maçã, influenciando as características de sabor (amargo e adstringente) e cor (BALÁZS et al., 2012).

O perfil de polifenóis de todas as variedades de maçãs é muito idêntico, mas as concentrações podem variar de 0,1 a 5 g total de polifenóis/kg de peso fresco podendo chegar a 10 g/kg, em certas variedades de maçãs para sidra. A maioria dos fenóis na maçã pertence à classe dos flavonóides (PANZELLA et al., 2013).

Investigações epidemiológicas revelaram uma correlação inversa entre o consumo de maçãs e várias doenças crônicas em humanos, como o cancro de pulmão, asma e outras disfunções pulmonares, diabetes, obesidade, colesterol elevado, doenças cardiovasculares e menor neuro-degeneração relacionada com a idade. O consumo das maçãs também tem sido associado com o controle do peso nas dietas. Tem-se verificado que o consumo de maçãs reduz significativamente a concentração de malondialdeído do plasma, o qual constitui um importante marcador de stress oxidativo. Portanto, o consumo de maçãs e derivados pode proteger as células humanas dos danos oxidativos e tem sido por isso positivamente associado com a prevenção de tantas doenças (BOUAYED, et al., 2011; CANDRAWINATA et al., 2013; PANZELLA et al., 2013).

A pesquisa mostra que menos casos de acidente vascular cerebral trombótico ocorrem em pessoas que consomem maçãs numa base diária, em oposição àqueles com um consumo mínimo. O consumo de maçã demonstrou inibir a oxidação das lipoproteínas de baixa densidade entre 9 e 38%. A inclusão de uma quantidade moderada de maçã na dieta parece diminuir a absorção do colesterol. Além disso, os flavonóides da maçã estão associados à diminuição da mortalidade por doença cardíaca em grupos de idosos (CANDRAWINATA et al., 2013). Os resultados mostraram também que após a digestão gástrica a cv. Granny Smith é a variedade que apresenta mais compostos antioxidantes (ALMEIDA; PINTADO, 2007).

3.1.6 Limão

A lima ácida 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tanaka), popularmente conhecida no Brasil como limão é considerada fonte de vitamina C, e contém ácido fólico, niacina e piridoxina (CHARALAMBOUS, 1993). Sucos de frutas cítricas, principalmente de laranja, são processados em várias indústrias de concentrados congelados e têm sido produtos de exportação do Brasil, desde a década de 70. O limoeiro é uma frutífera rentável e os frutos têm ampla aceitação no mercado, pois podem ser usados em alimentos, fármacos, chás e refrigerantes.

O suco representa 35% do peso do fruto, com teores médios de sólidos solúveis (SS) de 10 °Brix e contém uma grande quantidade de ácido cítrico, que varia entre 5 e 7 % o que lhes confere um gosto ácido, que no suco, essa acidez apresenta um pH de 2 a 3, em média (CEAGESP, 2011). Por ser de baixo aporte energético, o limão Tahiti brasileiro é particularmente bem adaptado às exigências alimentares atuais, pelo alto teor de nutrientes úteis e baixo valor calórico (DAVID, 2014). A lima ácida 'Tahiti' é apreciada pelo consumidor na forma processada (sucos e caipirinha) por ser uma fruta rica em acidez, perfumada, de casca fina e sem sementes (CEAGESP, 2000).

Segundo Duzzioni et al., (2010) o limão apresenta teor de ácido ascórbico de 237,0 mg.100mL⁻¹, 96,27 mg Rutina.mL⁻¹ de flavonoides totais, 455,2 mg GAE.100mL⁻¹ de fenólicos totais e capacidade antioxidante em EC50 de aproximadamente 190g polpa.gDPPH⁻¹. Pelo método do radical ABTS, de acordo com Viana (2010), o suco de limão apresentou uma atividade antioxidante de 85,46 µM Trolox.g⁻¹.

3.1.7 Hortelã

A hortelã (*Mentha x vilosa* Hudson) é uma espécie vegetal largamente utilizada pela medicina tradicional com comprovadas atividades farmacológicas (BRITO et al., 2008). Sendo popularmente usada nas atonias digestivas, flatulências, dispepsias nervosas. Também sendo empregado nas palpitações e tremores nervosos, vômitos, cólicas uterinas e útil nos catarros brônquicos facilitando a expectoração (COURI, 2011).

Várias espécies de *Mentha* têm sido investigadas, tanto por suas atividades biológicas como também pelos óleos essenciais produzidos por suas folhas. A espécie *Mentha x villosa* é uma planta medicinal e aromática cultivada em todo o Brasil, sendo

largamente utilizada pelas indústrias químicas, farmacêuticas e de alimentos (PAULUS, 2005).

A hortelã é uma folha que contém vitaminas A, C e minerais como cálcio e ferro, além de exercer uma função tônica e estimulante no aparelho digestivo, portanto estaria acrescentando ao produto qualidades nutricionais e um sabor refrescante (FEIBER; CAETANO, 2012). O suco de abacaxi com hortelã apresenta um sabor muito agradável, refrescante e seu consumo já está bem difundido.

Estudos recentes demonstram que infusões desta erva possuem elevados teores de compostos fenólicos e presença de flavonóides de alta atividade antioxidante (CONFORT, 2011).

A presença de algumas vitaminas e minerais em folhas de hortelã pimenta, despertou o interesse na pesquisa desses nutrientes na planta. Almeida-Muradian; Rios; Sasaki (1998) encontraram valores de 940 a 1016 de equivalentes retinol por 100 g de β -caroteno, em folhas de hortelã pimenta, cultivadas no Brasil. Dambrauskiene; Viskelas; Karleliene (2008) analisaram a quantidade de carotenóides e ácido ascórbico em plantas de hortelã de origens diferentes, em geral, os valores de ácido ascórbico variaram entre 25,2 e 26,1 mg 100 g⁻¹, enquanto que os de carotenóides estavam entre 2,8 e 3,1%. Capecka; Mareczek; Leja (2005), encontraram valores estatisticamente distintos ($p < 0,05$) de carotenóides e ácido ascórbico, quando compararam a presença desses nutrientes na hortelã fresca e na desidratada. O conteúdo de ácido ascórbico foi de 52,6 mg.100g⁻¹ e 4,5 mg. 100g⁻¹, nas folhas frescas e desidratadas, respectivamente; enquanto a concentração de carotenóides variou de 58,1 mg 100g⁻¹ nas folhas frescas e 32,7 mg.100g⁻¹ na folha seca. Em estudo mais recente, foram avaliadas a presença e a quantidade de carotenóides (luteína e isômeros de β -caroteno) na erva seca e na infusão de hortelã pimenta. Foi observada a presença de luteína (93,4 $\mu\text{g.g}^{-1}$) e de isômeros do β -caroteno (aproximadamente 18 μg^{-1} em peso seco) na erva seca, porém somente a luteína foi detectada na infusão (aproximadamente 11 μg em 200 mL de infusão) (LORANTY et al., 2010).

A quantidade de compostos fenólicos em extrato acetônico (190,9 – 191,8 mg GAE.g⁻¹) foi maior do que em extrato aquoso (75,31 mg GAE.g⁻¹) e extrato etanólico (33,68 mg GAE.g⁻¹) (LV et al., 2012; OH et al., 2013).

3.1.8 Gengibre

O gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) é planta herbácea de origem asiática, possui caule articulado, rizoma horizontal, comprido lateralmente, com ramificações situadas no mesmo plano. É especiaria cujo rizoma é amplamente comercializado em função de seu emprego alimentar e industrial, especialmente como matéria-prima para fabricação de bebidas, perfumes e produtos de confeitaria como pães, bolos, biscoitos e geléias (ELPO, 2004; EMBRAPA, 2011).

O gengibre é uma especiaria amplamente usada há muitos séculos na medicina tradicional para aliviar inflamação, doenças reumáticas e desconfortos gastrintestinais. Os gingeróis, seus extratos e seus principais compostos pungentes, têm mostrado recentemente variada atividade biológica, incluindo efeito como agentes antineoplásicos, antiespasmódicos e antieméticos, inibidores de enzimas, anti-hemorragicos, antifúngicos, inibitórios da síntese de óxido nítrico, protetores de células neurais, antireumáticos, microbicidas, antiinflamatórios e antioxidantes (JUSTO; MORAES, 2008).

Segundo Magalhães et al. (1997), a composição química do rizoma de gengibre pode variar de 80 a 90% para umidade, 5 a 13% de proteínas, 3 a 8% de lipídios, 5 a 11% de fibra bruta e 4 a 8% de cinzas.

Beal (2006) ao avaliar a atividade antioxidante e os fenólicos totais em extratos etéreos, etanólicos e aquosos de gengibre cultivados no estado do Rio Grande do Sul, constatou que os três solventes utilizados foram capazes de extrair elevada quantidade de polifenóis se destacando o extrato etéreo onde foi quantificado valores acima de 500 mg.100g⁻¹ de fenólicos totais no gengibre seco. Esse mesmo extrato apresentou significativa atividade antioxidante pelo método ABTS, apresentando um valor TEACA (Atividade Antioxidante Equivalente ao Trolox) médio de 300 mM de trolox.g⁻¹ de gengibre seco.

O teor de compostos fenólicos totais no gengibre em amostra seca mostrou-se bem elevados, quantificou-se para o extrato aquoso 2 171,79 mg GAE.100g⁻¹, já para o extrato etanólico 249,96 mg GAE.100g⁻¹ e destacando-se com maior quantidade de fenólicos extrato acetônico com 2 345 mg GAE.100g⁻¹. A atividade pelo método ABTS no extrato acetônico foi de 242,1 mM de Trolox.g⁻¹, o extrato aquoso foi o que apresentou valores mais baixos em relação ao extrato acetônico com 96,5 mM de Trolox.g⁻¹ no tempo de 30 minutos. Em relação ao método do DDPH o extrato acetônico foi o que apresentou melhor

atividade com valores de EC50 de 7,8 $\mu\text{g}\cdot 100\text{mL}^{-1}$, já o extrato aquoso não apresentou boa atividade com 391,8 $\mu\text{g}\cdot 100\text{mL}^{-1}$ (SOUSA et al. 2013).

3.2 Compostos bioativos e capacidade antioxidante

Os compostos bioativos são também conhecidos por fitoquímicos e são compostos químicos presentes em frutas e hortaliças, que exercem uma potente atividade biológica, e podem desempenhar diversos papéis em benefício da saúde humana (CARRATU; SANZINI, 2005).

Muitos estudos têm demonstrado de forma conclusiva que a propriedade antioxidante exibida por muitos vegetais se deve, principalmente, aos compostos fenólicos (BRAVO, 1998; MARTINEZ-VALVERDE; PERIAGO; ROS, 2000; KAUR; KAPOOR, 2002). Estas substâncias, integrantes de um amplo e complexo grupo de fitoquímicos, são produtos secundários do metabolismo vegetal que apresentam em sua estrutura um anel aromático com uma ou mais hidroxilas. Em função de sua diversidade química estão reunidos em classes, segundo a sua estrutura, e dentro destas em subclasses de acordo com o número e posição de grupos hidroxilas e de outros grupos substituintes existentes na molécula, com destaque para os ácidos fenólicos e os flavonóides, classes dos polifenóis que se encontram largamente distribuídos na natureza (MELO et al., 2009).

As frutas e vegetais contêm muitos compostos com potencial atividade antioxidante, como vitamina C, carotenóides, clorofilas, e uma variedade de antioxidantes fitoquímicos como compostos fenólicos simples, glicosídeos e flavonóides (PELLEGRINI, 2007).

3.2.1 Clorofila

Os pigmentos vegetais possuem em suas moléculas diferentes grupos funcionais, sendo que estes pigmentos estão agrupados pelo tipo de estrutura básica em: betalaínas, carotenóides, clorofilas, flavonóides, entre outros. As clorofilas são os pigmentos verdes típicos dos vegetais e, suas moléculas estão localizadas nos cloroplastos das células vegetais, e apresentam uma estrutura básica cíclica formada por quatro anéis pirrólicos unidos por quatro grupos metino (BOBBIO; BOBBIO, 1992). Além de conferir cor, a clorofila também desempenha função vital nos vegetais, pois é o mais importante pigmento fotossintético de absorção de luz (KARP, 2005). A clorofila segundo Araújo et al. (2009) é

insolúvel em água mas, é solúvel em solventes orgânicos e pode ser encontrada tanto nas folhas quanto nos frutos antes do amadurecimento.

Ao contrário da maioria das substâncias fitoquímicas, que são encontradas nos vegetais comestíveis em concentrações insuficientes para resultar em algum efeito biológico mensurável, a clorofila é encontrada em quantidades elevadas. O espinafre, por exemplo, contém cerca de 150 mg por 100 g de folhas frescas (GROSS, 1991).

A instabilidade da clorofila frente a ácidos, calor e luz é bem documentada na literatura (GAUTHIER- JAQUES et al., 2001).

A desidratação de vegetais, usados com frequência como ingredientes em sopas instantâneas, condimentos e outros alimentos secos, costuma levar a uma dramática perda da clorofila e concomitante aumento na concentração de feofitinas. Esta mudança de coloração aumenta com a temperatura empregada, sendo acompanhada por um decréscimo do pH natural do vegetal pela liberação de ácidos orgânicos celulares, criando as condições favoráveis para a feofitinação. Contudo, o branqueamento prévio desses vegetais em meio neutro ou alcalino e o emprego de processamento a altas temperaturas por tempos muito curtos, têm sido úteis na retenção de maior quantidade de pigmento. Porém, a perda da cor observada posteriormente ao processamento, durante o armazenamento, independente do pH, tem sido atribuída a outras vias de degradação (MAHARAJ, SANKAT, 1996).

Dentre os possíveis efeitos biológicos comprovados por estudos científicos, as clorofilas têm mostrado efeitos benéficos à saúde por suas propriedades antimutagênicas e antigenotóxicas (LILA, 2004). Um estudo demonstrou que clorofilas, clorofilinas e compostos tetrapirrólicos relacionados (porfirinas) foram indutores significantes de genes citoprotetores de fase 2, que protegem as células contra danos oxidativos bem como a iniciação e progressão do câncer (FAHEY et al., 2005). Outro estudo utilizando extratos aquosos derivados de clorofilas demonstrou que estas são capazes de melhorar a habilidade de linfócitos humanos em resistir ao dano oxidativo induzido por H_2O_2 , desta forma apresentando efeitos antiinflamatórios e antioxidativos, prevenindo o processo da aterosclerose bem como das doenças crônicas não transmissíveis, em especial das doenças cardiovasculares aterotrombóticas (HSU et al., 2005). Ainda, em estudos recentes foi demonstrado que a clorofilina reduz a biodisponibilidade de químicos cancerígenos, inibe a aflatoxina B-DNA e protege contra a atividade mutagênica de outros carcinógenos em ensaios realizados com *Salmonella* (GOLDBERG, 1994).

Segundo Lanfer-Marquez (2003) em sua revisão sobre o assunto, encontrou relatos de atividade antioxidante tanto para a molécula de clorofila, como para derivados da clorofilina cúprica: a clorina e₄ e a clorina e₆; inibição da peroxidação lipídica em sistemas biológicos; potente atividade antimutagênica tanto da clorofila quanto de seu derivado sintético, a clorofilina cúprica; além de correlação positiva entre a concentração de clorofila em diversos extratos vegetais e a sua capacidade de inibir mutações pelo teste clássico de Ames.

3.2.2 Carotenoides

Os carotenoides são pigmentos lipossolúveis naturais com variação de cor entre o amarelo e o vermelho escuro, estão presentes em diversas frutas e vegetais. São compostos bioativos que contribuem fortemente para a capacidade antioxidante dos vegetais, por apresentarem atividade anti-inflamatória e de efeito vasodilatador; ação antialérgica; atividade contra o desenvolvimento de tumores; anti-hepatotóxica; antiulcerogênica; atuação antiplaquetária; bem como ações antimicrobianas e antivirais (ALMEIDA et al., 2011; LU et al., 2011). Os carotenóides presentes nos vegetais por sua vez também possuem funções antioxidantes, prevenindo deficiências de vitamina A quando consumido com lipídios, aumentando assim sua biodisponibilidade (ANDARWULAN et al., 2012).

Pesquisa da Esalq mostra que a média de consumo nacional de carotenoides, essenciais para a manutenção da vida, está em 4.117 microgramas por dia, quando os níveis prudentes de ingestão seriam de 9 a 18 mil microgramas. Cita-se como alimentos ricos na substância tomate e seus derivados, manga, cenoura, acerola, cajá, goiaba, mamão, abóbora, alface, agrião, couve e milho (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTÍCOLAS, 2013).

A luteína, carotenoide macular de pigmentação amarela, é abundantemente encontrada em hortaliças de folhas verdes, principalmente nas de folhas escuras, como espinafre, couve, agrião e brócolis, portanto o consumo dessas hortaliças contribui significativamente para auxiliar na proteção do organismo contra doenças degenerativas, uma vez que a luteína é comprovadamente um potente antioxidante (STRINGHETA et al., 2006).

3.2.3 Ácido ascórbico

A vitamina C é uma das vitaminas mais importantes para a nutrição humana e destacase pela sua eficiente acção antioxidante e participação em inúmeras reacções metabólicas como cofactor enzimático. A vitamina C inclui vários compostos que têm actividade biológica semelhante ao ácido L-ascórbico (L-AA), incluindo o produto da sua oxidação, ácido desidroascórbico (DHAA), e as formas sintéticas. Os seres humanos não são capazes de sintetizar a vitamina C, sendo necessário obter este nutriente através da alimentação. As frutas e vegetais são alimentos ricos em vitamina C, ao contrário das carnes e cereais (SPÍNOLA, et al 2011).

A principal forma de degradação do ácido ascórbico é a presença do ar, ocasionando na formação da sua forma oxidada, o ácido dehidro-L-ascórbico (ADHA), menos estável. Uma vez formado, o ADHA participa rapidamente de uma reacção irreversível de abertura do anel para formar ácido 2,3-diceto-L-gulónico, o qual, não apresenta atividade vitamínica (SIQUEIRA, 2009).

O ácido ascórbico, dentre outras funções, tem a capacidade de ceder elétrons, conferindo a ele um papel essencial como antioxidante. Ainda, é capaz de reciclar os tocoferóis (vitamina E), além de ser necessário para a produção e manutenção de colágeno. Participa da hidroxilação da prolina, da oxidação da fenilalanina, da tirosina e na conversão da folacina em ácido tetra-hidrofólico. Sendo também necessário na redução do ferro-férrico em ferro-ferroso que ocorre no trato intestinal (ROJAS; GERSCHENSON, 1997). Por não sintetizar a vitamina C e por ser eliminada através da urina e suor, e devido a sua importância, a sua ingestão diária é indispensável para o desenvolvimento e manutenção do organismo humano (ASSUNÇÃO; MARCADANTE, 2003).

Os efeitos benéficos da vitamina C são quase universalmente reconhecidos. O ácido ascórbico e o ácido desidroascórbico participam numa ampla gama de reacções e processos bioquímicos, baseados nas suas propriedades redox (ARRIGONI; TULLIO, 2002; NOVÁKOVÁ; SOLICH; SOLICHOVÁ, 2008). A oxidação do AA a DHAA fornece dois átomos de hidrogénio que podem ser usados na redução de compostos biologicamente activos (LEE; KADER, 2000; GRIFFITHS; LUNEC, 2001).

O papel da vitamina C como um antioxidante in vivo tem recebido muita atenção nas últimas décadas (NAIDU, 2003). A vitamina C é um antioxidante importante pois diminui significativamente a toxicidade dos radicais livres produzido pela respiração celular. O excesso destes produtos está associado com a oxidação de várias

macromoléculas como os lípidos, DNA e proteínas (JOHNSTON; BOWLING, 2007). As células lidam com o excesso de oxidantes através de vários mecanismos. O ácido L-ascórbico faz parte do conjunto de antioxidantes no qual está incluindo a vitamina E, β -caroteno, luteína, licopeno e os flavonóides. Estas moléculas juntamente com um grupo de enzimas (superóxido dismutase, catalase, peroxidase, entre outros), constituem a primeira linha de defesa do organismo contra a oxidação fisiológica (NOLLET, 2000). O L-AA inactiva os radicais livres, eliminando as suas reactividades e protegendo as células. O ascorbato é capaz de actuar efectivamente sobre espécies reactivas de oxigénio e azoto (ROS, RNS), tais como o anião radical superóxido ($O_2^{\bullet-}$), radical alquilo (RO^{\bullet}), radical hidroxilo ($^{\bullet}OH$), peróxidos (RO_2^{\bullet}), oxigénio singlete (1O_2), dióxido de azoto (NO_2^{\bullet}), hipoclorito (ClO^{\bullet}), entre outros (EITENMILLER; LANDEN, 2008).

Em certas condições (baixas concentrações *in vitro*, presença de iões metálicos), o L-AA tem actividade pró-oxidante, onde actua como agente redutor para fornecer catalisadores para a reacção de Fenton. Desta reacção resultam as mesmas espécies químicas reactivas que era suposto o L-AA neutralizar ($^{\bullet}OH$, O_2^- , H_2O_2). A existência e a relevância fisiológica da natureza pró-oxidante do L-AA *in vivo* têm sido questionadas, pois normalmente os metais encontram-se associados às proteínas no organismo. Apenas em casos excepcionais, como talassemia ou hemonecrose, em que a concentração de metais livres no sangue aumenta pode se verificar esta hipótese. No entanto, não existem dados concretos que confirmem este efeito (NYSSONEN; SALONEN; PARVIAINEN, 2000).

3.2.4 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são metabolitos secundários das plantas que desempenham um papel importante na resistência a doenças, protecção contra pragas e disseminação de espécies. Dependendo da estrutura química existem dez classes principais e de entre estas, os flavonóides e os ácidos fenólicos (principalmente os ácidos hidroxicinâmicos) são os compostos mais abundantes encontrados em extractos vegetais (RAMU et al., 2012).

O interesse nestes compostos prende-se com a sua actividade antioxidante, que representa também um possível mecanismo explicativo para muitos outros efeitos destes constituintes (anti-aterosclerótico, anti-inflamatório e antitumoral) (APROTOSOAIE et al., 2013). A propriedade mais recentemente identificada nos polifenóis é o seu efeito nas

complicações a longo prazo da diabetes, incluindo retinopatia, nefropatia e neuropatia (BAHADORAN et al., 2013).

Os compostos fenólicos das plantas, em particular os ácidos fenólicos, os taninos e os flavonóides são conhecidos como potentes antioxidantes. A actividade antioxidante dos compostos fenólicos deve-se à sua capacidade para captarem radicais livres, doar átomos de hidrogénio ou electrões ou quelar metais catiónicos (RAMU et al., 2012).

Esta ação antioxidante proveniente de plantas usada na dieta que contém polifenóis é frequentemente citada como sendo a propriedade chave subjacente à prevenção e/ou redução de doenças crónicas relacionadas com o stress oxidativo e perturbações associadas à idade como as doenças cardiovasculares (p.e., aterosclerose), neurodegenerativas (p.e., Alzheimer), carcinogénese e envelhecimento da pele (QUIDEAU et al., 2011).

Compostos polifenólicos são importantes constituintes dietéticos, em virtude da sua elevada capacidade antioxidante, atribuída à sua habilidade em complexar íons metálicos, inativar reações radicalares em sistemas deslipidados, e prevenir conversão de hidroperóxido em oxirradicais reativos (DIMITRIOS, 2006).

A atividade antioxidante dos compostos fenólicos advém da capacidade de atuarem como sequestradores de elétrons, devido a suas propriedades redutoras; agentes doadores de hidrogênio ou elétrons; supressores de oxigênio singlete; e queladores de metais (OH et al., 2013).

3.2.4.1 Flavonoides

Os flavonoides representam um dos grupos mais importantes e diversificados entre os produtos de origem vegetal e são amplamente distribuídos no reino vegetal. A distribuição dos flavonoides nos vegetais depende de diversos fatores, de acordo com o filo/ordem/família do vegetal, bem como da variação das espécies. Geralmente, flavonoides encontrados nas folhas podem ser diferentes daqueles presentes nas flores, nos galhos, raízes e frutos. O mesmo composto ainda pode apresentar diferentes concentrações, dependendo do órgão vegetal em que se encontra (MACHADO et al., 2008).

Os flavonoides são estruturas polifenólicas de baixo peso molecular encontradas naturalmente nos vegetais. Estes são os responsáveis pelo aspecto colorido das folhas e flores, podendo estar presentes em outras partes das plantas. Ao ser consumido protege o organismo do dano produzido por agentes oxidantes como os raios ultravioletas, poluição

ambiental, substâncias químicas presentes nos alimentos, estresses, dentre outros (VOLP et al., 2008).

Esta atividade biológica dos flavonoides tem levado a vários estudos relacionados a fontes naturais destes compostos, tais como sementes (girassol, linho), frutas (acerola, amora, morango, açaí) e folhas (espinafre, alface, brócolis) (VELIOGLU et al., 1998; SCHAUSS et al., 2006; WU et al., 2004).

O comportamento antioxidante dos compostos fenólicos parece estar relacionado com sua capacidade para quelar metais, inibir a ação da enzima lipoxigenase e captar radicais livres. Em geral, os flavonoides, possuem estrutura ideal para o sequestro de radicais, sendo antioxidantes mais efetivos que as vitaminas C e E (MARTINEZ-VALVERDE; PERIAGO; ROS, 2000).

A atividade antioxidante dos flavonoides é interessante desde o ponto de vista tecnológico até o nutricional, uma vez que estes compostos intervêm como antioxidantes naturais dos alimentos e desta forma, a preparação de alimentos com um alto conteúdo de flavonoides supõe uma redução na utilização de antioxidantes sintéticos, resultando em alimentos mais saudáveis, que podem ser incluídos dentro da classe dos alimentos funcionais (MARTINEZ-VALVERDE; PERIAGO; ROS, 2000).

Hertog et al., (1993), encontraram altas concentrações de quercetina, flavonoide, em cebola (284 - 486 mg.kg⁻¹), couve (100 mg.kg⁻¹), vagem (32 - 45 mg.kg⁻¹), brócolis (30 mg.kg⁻¹), repolho (14 mg.kg⁻¹) e tomate (8 mg.kg⁻¹).

3.2.5 Antioxidantes

No organismo humano, a atividade metabólica normal produz constantemente radicais livres. Estas moléculas, geradas *in vivo*, reagem com o DNA, RNA, proteínas e outras substâncias oxidáveis, promovendo danos que podem contribuir para o envelhecimento e a instalação de doenças degenerativas, como câncer, aterosclerose, artrite reumática, entre outras (MELO et al., 2006).

Quando há limitação na disponibilidade de antioxidantes no organismo podem ocorrer lesões oxidativas de caráter cumulativo, então, os antioxidantes exógenos são capazes de estabilizar ou desativar os radicais livres antes que ataquem os alvos biológicos nas células (SOUSA et al., 2007).

Passos (2010) descreveu os antioxidantes como um conjunto heterogêneo de substâncias formadas por vitaminas, minerais, pigmentos naturais e outros compostos

vegetais e, ainda, enzimas com capacidade de impedir a oxidação de substâncias químicas, formadas nas reações metabólicas ou por fatores exógenos como às radiações ionizantes.

Segundo Santos (2008), os antioxidantes são compostos que atuam inibindo e/ou diminuindo os efeitos desencadeados pelos radicais livres e compostos oxidantes. São importantes no combate aos processos oxidativos, como menores danos ao DNA e às macromoléculas, amenizando assim os danos cumulativos que podem desencadear doenças como o câncer, cardiopatias e cataratas.

A capacidade de um composto de ser antioxidante deriva de seu potencial de redução, da sua reatividade e efeito sinergista com outros compostos, da sua habilidade de estabilização do elétron desemparelhado, da sua capacidade de quelar metais de transição e de sua capacidade de formação de rearranjos estruturais (BENAVENTE-GARCIA et al., 2000).

3.2.5.1 Classificação dos Antioxidantes

A fim de lidar com o excesso de radicais livres produzidos em condições de stress oxidativo, os organismos desenvolveram mecanismos sofisticados para a manutenção da homeostase redox. Estes mecanismos de defesa antioxidante podem ser enzimáticos ou não enzimáticos, podendo ser produzidos no corpo, ou seja, endogenamente, ou fornecidos pela dieta, ou seja de origem exógena (ALVES et al., 2010). Os antioxidantes enzimáticos incluem as enzimas superóxido dismutase, catalase, glutathione-peroxidase, entre outras. Os antioxidantes não enzimáticos incluem moléculas endógenas, tais como, por exemplo, a glutathione e o ácido úrico, e também moléculas exógenas que são fornecidos especialmente pela nutrição tais como vitaminas, ácidos gordos polinsaturados, polifenóis ou carotenóides (BOUAYED, 2010).

A superóxido dismutase é considerada como a linha de frente de defesa antioxidante, embora possa exibir atividade peroxidásica, na presença de excesso de H_2O_2 ; destacam-se também a catalase e as glutathione peroxidases, encarregadas de reduzir peróxidos geradores de radicais $OH\cdot$ e $RO\cdot$, respetivamente (DE OLIVEIRA et al., 2009).

A catalase catalisa eficientemente a redução do H_2O_2 a H_2O e O_2 , é encontrada em todos os órgãos e localiza-se principalmente nos peroxisomas (SAN-MIGUEL; MARTIN-GIL, 2009). A sua atividade é dependente de NADPH. Apresenta uma das mais elevadas constantes catalíticas (kcat) de todas as enzimas, sendo que uma molécula de catalase pode dismutar ~6.000.000 moléculas de peróxido de hidrogénio (VALKO et al, 2006).

A glutationa peroxidase (GSHpx) catalisa a redução de uma grande variedade de peróxidos (incluindo o H_2O_2), por meio da oxidação de GSH para GSSG. Existem duas formas desta enzima, sendo uma dependente do selênio, enquanto a outra é independente desse elemento químico (Glutationa-S-transferase). Encontra-se no citosol e nas mitocôndrias (SAN-MIGUEL; MARTIN-GIL, 2009).

A glutationa é um tripéptido de baixo peso molecular, composto por glutamato, cisteína e glicina. Encontra-se presente nas células em elevadas concentrações, principalmente na forma reduzida (GSH). Pode atuar como antioxidante em reações enzimáticas ou não enzimáticas, protegendo da oxidação os grupos (-SH) essenciais das proteínas, reagindo como quelante de RL como, O_2^- , OH^- , H_2O_2 e peróxidos lipídicos ou atuando na regeneração de outros antioxidantes. O metabolismo da glutationa é um dos mecanismos fundamentais de defesa antioxidante, e é a principal fonte de proteção contra baixos níveis de stress oxidativo). É a principal defesa antioxidante dos glóbulos vermelhos (FERREIRA; ABREU, 2007).

No entanto, os sistemas de defesa antioxidantes endógenos são incompletos sem os antioxidantes exógenos tais como vitamina C, vitamina E, carotenóides e os polifenóis, que têm um papel fundamental em muitos mecanismos antioxidantes em organismos vivos (BOUAYED E BOHN, 2010).

A vitamina C um potente antioxidante ou agente redutor hidrossolúvel que se encontra em concentrações muito elevadas em tecidos e plasma. Apresenta um grande espectro de propriedades biológicas funcionais, onde também atua sinergicamente com outros antioxidantes para os regenerar e voltar ao seu estado ativo. Encontra-se maioritariamente sob duas formas, a oxidada e a reduzida, pelo que mostra funções como agente pró-oxidante ou antioxidante, sendo determinadas, pelo menos, por três fatores: potencial redox no ambiente celular, presença ou ausência de metais de transição e concentrações locais de ácido ascórbico. Além de reduzir potenciais fontes de RL como H_2O_2 , também reduz íons de metal como o ferro e o cobre, evitando assim a ocorrência de processos durante os quais os radicais livres são gerados (PUTCHALA et al., 2013)

De natureza hidrofóbica, a vitamina E atua no ambiente lipídico, sendo o maior antioxidante lipossolúvel do nosso organismo). Existem oito variantes químicas desta molécula entre as quais, a mais ativa é o α -tocoferol, principal antioxidante sequestrador de radicais lipofílicos *in vivo*. A sua atividade antioxidante vem do caráter redutor do grupo OH do seu anel cromanol, desta forma reage com radicais peróxido e com moléculas simples de oxigênio (O_2) (FUCHS-TARLOVSKY, 2013)

Com efeito, o conteúdo em polifenóis na dieta tem vindo a ser alvo de muita atenção, devido à sua atividade antioxidante e às suas possíveis implicações benéficas para a saúde humana, consequência da sua comprovada atividade biológica na prevenção de doenças. De fato, eles são capazes de eliminar espécies reativas de oxigênio e azoto, responsáveis pelo aparecimento de vários processos inflamatórios e doenças degenerativas associadas ao stress oxidativo, tais como cancro e doenças cardiovasculares e neurodegenerativas (CARBONE et al., 2011; PANZELLA et al., 2013).

E ainda existem os antioxidantes sintéticos: o Butil-hidroxianisol (BHA), Terc-butil-hidroquinona (TBHQ), Galato de propilo (GP), Butil-hidroxitolueno (BHT) e Tri-hidroxi-butil-fenona (THBP). Estes são usados na indústria alimentar (LITESCO et al., 2011).

3.2.5.2 Métodos para avaliação da capacidade antioxidante

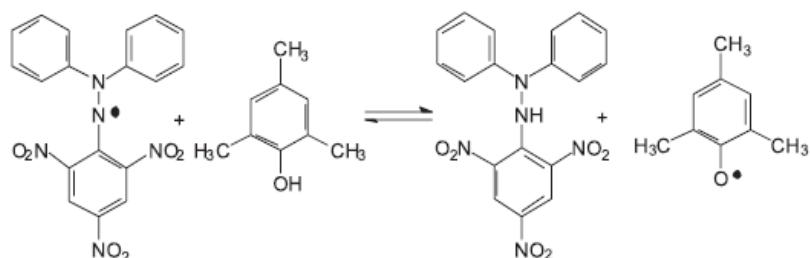
Uma das maiores dificuldades na comparação de resultados é a falta de padronização das metodologias usadas, bem como na apresentação e/ou expressão dos resultados. Dentre os métodos mais utilizados para a determinação da atividade antioxidante em alimentos estão: DPPH (2,2-difenil-1-picril hidrazina), FRAP (Poder Antioxidante de Redução do Ferro), ORAC (Capacidade de Absorção de Radicais de Oxigênio), Sistema β -caroteno/ácido linoléico e o ABTS (2,2'-azinobis-3-etil-benzotiazolina-6-sulfonado). Entretanto, os mais usados atualmente são o ABTS e DPPH (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006; LEE et al., 2013; OLIVEIRA, 2015).

✓ DPPH

Um dos métodos mais usados para verificar a capacidade antioxidante consiste em avaliar a atividade sequestradora do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazila (DPPH \bullet), de coloração púrpura, que absorve em um comprimento de onda de 516 nm, por ação de um antioxidante ou uma espécie radicalar (R \bullet), o DPPH \bullet é reduzido formando 2,2-difenilpicril-hidrazina (DPPH-H) (Figura 1), de coloração amarela, com consequente desaparecimento da banda de absorção, sendo a mesma monitorada pelo decréscimo da absorbância. A partir dos resultados obtidos, determina-se a porcentagem de atividade antioxidante (quantidade de DPPH \bullet consumida pelo antioxidante) ou sequestradora de

radicais e/ou a porcentagem de DPPH • remanescente no meio reacional (HUANG; PRIOR, 2005).

Figura 1. Reação química entre o BHT e o radical DPPH



Fonte: OLIVEIRA et al., 2009.

O mecanismo de reação é baseado em transferência de elétrons, enquanto a abstração de átomo de hidrogênio é uma reação marginal, pois a mesma acontece lentamente em solventes que estabelecem fortes ligações de hidrogênio. O método é influenciado pelo solvente e pelo pH das reações. O método é considerado fácil e útil para análise de substâncias puras e amostras complexas (OLIVEIRA et al., 2009).

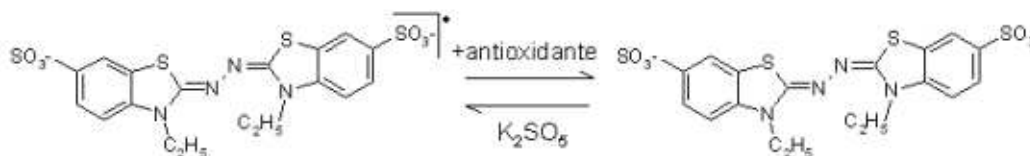
A atividade do anti-radical expressa pelo parâmetro EC50 é definida como a quantidade do antioxidante necessário para diminuir 50% da concentração do DPPH• inicial.

✓ ABTS

O método ABTS mede a capacidade antioxidante através da captura do radical ABTS, que pode ser gerado através de uma reação química, eletroquímica ou enzimática. Essa captura do radical provoca um decréscimo da absorbância que pode ser lida em diferentes picos (414, 654, 734 e 815 nm) de absorção em meio alcóolico a partir da mistura do radical com o antioxidante. Esse método apresenta ainda excelente estabilidade, sendo um teste rápido que oferece resultados reprodutíveis, além de apresentar uma boa solubilidade, permitindo análises de compostos tanto de natureza lipofílica como hidrofílica (KUSKOSKI et al., 2005; SUCUPIRA et al., 2012).

O radical catiônico ABTS^{•+} (de cor esverdeada) quando em um meio contendo antioxidantes (Figura 2), sofre decréscimo na absorbância, o que permite avaliar a capacidade antioxidante do mesmo (PÉREZ-JIMENÉZ; SAURA-CALIXTO, 2006).

Figura 2. Estabilização do radical $ABTS^+$ por um antioxidante e sua formação pela reação com persulfato de potássio.



Fonte: BRITO et al., 2007.

O ensaio TEAC (Capacidade antioxidante equivalente ao trolox) avalia espectrofotometricamente a habilidade relativa das substâncias antioxidantes em capturar o cátion $ABTS^+$, quando comparada com a do padrão do antioxidante sintético Trolox (ácido 2-carboxílico-6-hidroxi-2,5,7,8-tetra metil cromano) um análogo hidrossolúvel da vitamina E. A atividade dos compostos é expressa em valores de TEAC, que é definido como a concentração equivalente de trolox por grama de amostra (OLIVEIRA et al., 2009).

Segundo Hassimoto et al. (2005), argumenta-se que a atividade antioxidante não ocorre pela contribuição de um ou outro composto isolado, mas ao sinergismo entre eles, resultando na atividade antioxidante total. Estes autores observaram a correlação da atividade antioxidante com dois dos principais grupos de compostos bioativos (polifenóis totais e ácido ascórbico), e concluíram que a ação antioxidante dos materiais deve-se, basicamente, a esses dois compostos.

A combinação de frutas e hortaliças na forma de suco natural pode se tornar um novo hábito a ser incorporado nos cardápios, devido às diversas combinações de cores, sabores e aromas, além das possíveis propriedades funcionais que apresentam. Leone (2009) demonstrou que a capacidade antioxidante *in vitro* de um suco misto de frutas e hortaliças contribui para a diminuição do risco de envelhecimento precoce e do desenvolvimento de doenças degenerativas, devido às suas propriedades antioxidantes.

3.3 Secagem por atomização

A secagem por atomização, também conhecida como spray drying, envolve a pulverização de um alimento líquido ou suspensão em um meio de secagem, resultando em uma rápida evaporação do solvente (VEGA; ROOS, 2006). A remoção de água das

suspensões atomizadas é uma prática comum utilizada para diminuir o teor de umidade do produto e conseqüentemente a atividade de água, sendo geralmente utilizada na indústria de alimentos para garantir a estabilidade microbiológica dos produtos, evitar riscos de degradações químicas ou biológicas, reduzir os custos de armazenamento e transporte e, finalmente, obter um produto com determinadas propriedades como solubilidade instantânea (GHARSALLAOUI et al., 2007).

A desidratação por atomização ou aspersão sem aditivos exige a instalação de dispositivos especiais na câmara de secagem, tais como paredes resfriadas, resfriadores, dispersadores de ar secundário, reciclagem do produto seco ou indutores de cristalização no bico atomizador. Para evitar a instalação de tais dispositivos é possível a adição de coadjuvantes (suportes) na suspensão de alimentação. Alguns coadjuvantes usados para introduzir alterações físicas no produto permitem reduzir a deposição nas paredes do leito e facilitam a manipulação dos produtos em pó. Entre os coadjuvantes estão incluídos maltodextrina, amido modificado, alginatos, proteína de soja, gomas naturais, sacarose, xaropes de amido e dextrinas (DAÍUTO; CEREDA, 2003).

Esta técnica vem sendo empregada na obtenção de frutas em pó, resultando em produto para consumo direto, ou para emprego como ingrediente na formulação de outros produtos. A inserção de frutas em pó pode conferir ao produto final um apelo de saudabilidade, apontada como uma forte tendência na compra de alimentos (VIALTA et al., 2010). Sendo um dos métodos mais convenientes de secar soluções que contêm sólidos em suspensão, especialmente de origem orgânica (LANGRISH; FLETCHER, 2001).

Neste processo, pequenas gotículas de líquido são rapidamente secas à medida que entram em contato com uma corrente de ar quente no interior de uma câmara de secagem. Dessa forma, embora as gotículas sejam submetidas a temperaturas elevadas, o curto tempo de secagem faz com que a temperatura no interior da gotícula permaneça baixa, conservando assim, as características nutricionais e organolépticas do produto (JAYASUNDERA et al., 2011; ROUSTAPOUR et al., 2009; GAVA, 2009).

A tecnologia de secagem por atomização é muito utilizada em diversos segmentos industriais, incluindo o farmacêutico e o alimentício. Embora seja uma tecnologia que necessita de altos investimentos em instalações e operação, muitas são as razões pelas quais a mesma é muito utilizada. Estas vantagens incluem a produção de partículas de qualidade, a facilidade em relação ao uso contínuo, a aplicabilidade da técnica em materiais termossensíveis, a capacidade de processar diversos tipos de matérias-primas e a flexibilidade para a definição de um projeto com base na formulação. Para fazer uso dessas

vantagens, existem diversos aspectos que devem ser considerados. Dentre eles estão à avaliação da formulação e dos parâmetros de processo, o tipo específico de partícula a ser produzida e as propriedades do material utilizado (WENDEL; CELIK, 1998).

As características do produto líquido (viscosidade, tamanho das partículas em suspensão, densidade) e do ar de secagem (temperatura, pressão de atomização e umidade relativa), bem como o tipo de atomizador influenciam nas propriedades físico-químicas, nas características sensoriais, nutricionais e no rendimento do produto (TONON et al., 2008).

Para León-Martínez et al. (2010) o maior rendimento pode ser atribuído à adição de agentes carreadores e as temperaturas do ar de secagem mais elevadas, o que resulta em tempos de secagem mais rápidos e maior produtividade do pó.

Cai; Corke (2000), analisando a retenção de betacianinas extraídas de amaranto, reportaram que temperaturas altas proporcionam uma maior perda dos pigmentos, apesar da maior velocidade de secagem e rendimento. Segundo Quek et al. (2007), pós secos em temperaturas mais baixas possuem uma tendência à aglomeração, em razão do maior teor de umidade, especialmente em amostras com elevado teor de açúcar. A aglomeração faz com que as partículas apresentem menor superfície exposta, diminuindo a exposição dos pós ao oxigênio e protegendo os pigmentos contra a degradação.

O maracujá em pó orgânico apresentou ao longo do armazenamento por 360 dias, baixa redução de ácido ascórbico e acidez titulável, higroscopicidade desejada, baixa atividade de água e pH ácido estável, altos teores de açúcares, cinzas e polifenóis extraíveis totais (COSTA et al., 2013).

As melhores condições de processamento para a preservação do teor de antocianinas em pó e características de cor são uma temperatura de ar de entrada de 140-150 °C e uma concentração de 5-7% de maltodextrina. Em geral, os resultados obtidos por Ferrari, Germer, Aguirre (2012) indicam que pós de boa qualidade com alto teor de antocianinas pode ser produzido por secagem por atomização, demonstrando o grande potencial para utilização de tais pós em misturas secas, bebidas, sobremesas, outros alimentos e produtos nutracêuticos. No entanto, o controle da deposição de partículas no interior da câmara de secagem é um problema prevalente no processo por atomização (YOUSEFI; EMAM-DJOMECH; MOUSAVI, 2010).

Uma vez que os principais constituintes de sucos de frutas são açúcares de baixo peso molecular, tais como sacarose, glicose e frutose, e alguns ácidos orgânicos, estes

compostos apresentam alta mobilidade molecular em temperaturas relativamente baixas, o que confere uma natureza pegajosa aos pós obtidos (JAYA; DAS, 2009).

Esse problema de pegajosidade está relacionado à baixa temperatura de transição vítrea que esses tipos de produtos apresentam, com isso, quando são expostos às baixas temperaturas de secagem, eles estão sujeitos a sofrerem transformações passando de um estado vítreo para um estado gomoso. Com isso, os pós resultantes da secagem apresentarão uma maior interação com a água (aumento da higroscopicidade), maior coesão (entre as partículas em si) e uma maior adesão. Assim, eles podem ficar aderidos nas paredes da câmara do secador durante a secagem, levando a baixos rendimentos e problemas operacionais. No entanto, a adição de materiais de alto peso molecular ao suco pode solucionar esses problemas (TONON et al., 2009; TURCHIULI et al., 2010; YOUSEFI; EMAM-DJOMECH; MOUSAVI, 2010)

O fenômeno da pegajosidade (*stickiness*) é frequentemente encontrado durante a produção ou na estocagem de pós desidratados. Em secadores por atomização, este fenômeno pode ser um enorme problema, quando as partículas, que foram insuficientemente secas, colidem com outras ou com a parede do equipamento de secagem, levando a baixos rendimentos do produto, problemas operacionais e dificuldade de manipulação do pó (ROOS, 2010; GOULA; ADAMOPOULOS, 2010). Segundo Fitzpatrick et al. (2010), a temperatura do ponto de pegajosidade é cerca de 10-20°C acima da temperatura de início da temperatura de transição vítrea. Assim, a temperatura em que ocorre o *stickiness* pode ser aumentada através do aumento da Tg.

Um dos métodos para reduzir a adesividade dos pós é adição de componentes de maior Tg na solução de alimentação do secador (HEBBAR; RASTOGI; SUBRAMANUAN, 2008). Aditivos têm sido usados para produzir essa alteração física no produto, reduzindo a adesividade e, conseqüentemente, a deposição nas paredes do spray dryer. Estes são denominados de agentes carreadores de secagem, ou material de parede, que podem ser carboidratos (amido, maltodextrina, xaropes de milho, dextrana, sacarose e ciclodextrinas); celulose (carboximetilcelulose, metilcelulose e outras); goma (goma arábica, agar, carragena e outras); lipídios (ceras, parafinas, outros) e proteínas (glúten, caseínas, gelatinas, albuminas, hemoglobinas e peptídeos) (BARBOSA, 2010). Algumas maltodextrinas possuem uma Tg de 205°C, sua adição ao material produz um incremento na Tg e conseqüentemente uma redução na diferença entre a temperatura de secagem e a Tg (TRUONG; BHANDARI; HOWES, 2005).

3.3.1 Agente carreador - maltodextrina

O material em pó obtido deve apresentar o máximo das características iniciais do produto e protegê-lo das condições adversas do meio externo. Para este fim são incorporados ao produto a ser seco aditivos, algumas vezes denominados de materiais de parede, microencapsulantes ou agentes carreadores (CAVALCANTI et al., 2005; TONON et al., 2009). Um dos materiais mais utilizados como aditivo na secagem por aspersão é a maltodextrina, devido sobretudo ao seu baixo custo e por apresentar baixa higroscopicidade, evitando a aglomeração das partículas.

A maltodextrina é um produto da hidrólise do amido e representa o agente carreador mais comum na secagem de sucos de frutas, por ser um material inodoro, de baixo custo e possuir baixa viscosidade em altas concentrações (TONON; BRABET; HUAINGER., 2010).

Tem funções múltiplas, incluindo capacidade de retenção de sabor e gordura, redução da permeabilidade de oxigênio (SANSONE et al., 2011). É utilizada como transportadora e agente de revestimento (ERSUS e YURDAGEL, 2007).

As maltodextrinas são geralmente descritas por sua dextrose equivalente (DE), que é uma medida do inverso do número de unidades de β -D-glicose anidro, e está ligada ao seu grau de polimerização (DP), de forma que $DE = 100/DP$. Assim, a especificidade das propriedades das maltodextrinas está ligada ao DE e ao DP, que variam de acordo com o grau de hidrólise e o tratamento enzimático (KENNEDY; KNILL; TAYLOR, 1995). De acordo com Murray; Luft (1973), o aumento do grau de DE aproxima o hidrolisado das propriedades da dextrose, enquanto a diminuição aproxima às propriedades do amido.

São encontrados na literatura vários trabalhos que apresentam a maltodextrina e a goma arábica como agentes carreadores utilizados na secagem de sucos de frutas em *spray dryer*, como por exemplo, suco de acerola (RIGHETTO, 2003), manga (CANO-CHAUCA et al., 2005), figo da Índia (RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ et al., 2005), e camu-camu (DIB TAXI, 2001).

BARBOSA (2012) ao avaliar a influência das condições do ar de secagem (155 e 165 °C) e da adição da maltodextrina com dextroses equivalentes (DE) de 10 e 20, em concentrações de 12, 15, 18 e 21% sobre os parâmetros de qualidade do pó de mistura de frutas (cajá, manga e mamão), obtido por secagem por aspersão, verificou que o suco elaborado utilizando-se a maltodextrina 10 DE (12%) e temperatura de 155°C apresentou melhores atributos de qualidade e propriedades funcionais.

Kha et al. (2010) com o objetivo de estudar os efeitos da temperatura do ar de secagem (120, 140, 160, 180 e 200 °C) e adição de maltodextrina (10, 20 e 30%) sobre as propriedades físico-químicas e antioxidante do pó da fruta *Momordica cochinchinensis* (Gac - família Cucurbitaceae), observaram que o teor de água, densidade, cor, carotenóides totais, eficiência de encapsulação e atividade antioxidante total (AAT) foram significativamente afetados pela concentração de maltodextrina e temperatura de secagem. No entanto, a atividade de água, pH e solubilidade não foram significativamente influenciados pelas condições de secagem. No geral, o pó Gac com boa qualidade em termos de cor, carotenóides e atividade antioxidante pode ser produzido utilizando a temperatura do ar de secagem de 120 °C e a adição de 10% de maltodextrina.

Tonon et al. (2009) submeteram o suco de açaí a diferentes temperaturas do ar de secagem (138 a 202 °C) e diferentes concentrações de maltodextrina (10 a 30%), para verificar a influência da temperatura e a concentração de agente carreador sobre as propriedades físico-químicas do suco de açaí em pó produzido por aspersão. O aumento da temperatura resultou em partículas maiores, menos úmidas, mais higroscópicas e com menor retenção de antocianinas, além de provocar uma diminuição do parâmetro de cor L* e do ângulo hue . O aumento na concentração de maltodextrina resultou em partículas maiores e menos higroscópicas, com maior luminosidade (L*), menores valores de C* e maiores valores de H*. O aumento da temperatura levou à formação de uma maior quantidade de partículas com superfície lisa, fato atribuído à maior transferência de calor e, conseqüentemente, à formação mais rápida de uma membrana ao redor da gota atomizada.

A qualidade dos produtos desidratados depende, em parte, das mudanças que ocorrem durante o processamento e armazenamento. Algumas destas mudanças envolvem modificações na estrutura física, afetando a textura, a reidratação e a aparência do produto (MELONI, 2009).

3.4 Qualidade de sucos de fruta em pó

Os sucos de frutas são apreciados não só pelo sabor agradável, mas também, pelas suas propriedades nutritivas e funcionais. Os sucos mistos estão entrando no mercado pelo desenvolvimento de novos sabores e pela possibilidade de enriquecimento do valor nutritivo e funcional dos mesmos.

Segundo Quinteros (1995) os *blends* são misturas de sucos elaborados com a finalidade de melhorar as características sensoriais dos componentes isolados,

possibilitando diferentes combinações e a soma de componentes nutricionais. Relatos na literatura demonstram o crescente interesse por essas novas combinações, a fim de potencializar características específicas em benefícios à saúde (SOUSA, 2006; BRANCO et al., 2007; LEONE, 2009).

Bebidas à base de frutas são elaboradas, principalmente, em função da facilidade de consumo e de conservação (SAAD; CRUZ; FARIA, 2011). Diante disso, considerando as tendências atuais por alimentos nutritivos e de rápido preparo, a desidratação de sucos de frutas para utilização em bebidas instantâneas desponta como uma interessante alternativa e grande potencialidade econômica em substituição aos similares artificiais existentes no mercado (OLIVEIRA et al., 2007).

Em um mundo que vive a “geração saúde”, onde as pessoas cada vez mais buscam produtos naturais, como frutas frescas ou sucos de frutas, os preparados sólidos, ou mais popularmente conhecido como refrescos em pó, carregam o estigma de produto artificial, sendo rejeitado por muitas pessoas (OLIVEIRA, 2008). Segundo a legislação nacional, preparado sólido para refresco é o produto à base de suco ou extrato vegetal de sua origem e açúcares, podendo ser adicionado de edulcorantes hipocalóricos e não calóricos, destinado à elaboração de bebida, para o consumo imediato, pela adição de água potável. Ao refresco, preparado sólido ou líquido para refrescos artificiais é vedado o uso da denominação “bebida de fruta ou de extrato vegetal”, em substituição à denominação “refresco” (BRASIL, 1998).

Diferentemente, o suco em pó é obtido a partir de sucos integrais de frutas, utilizando um processo de secagem. Trata-se, portanto, de um tipo de produto com potencial para ser muito bem recebido pelos consumidores, por se tratar de um produto natural, ao contrário dos preparados em pó para refresco. Em comparação com os sucos integrais, os sucos em pó têm as vantagens do volume e peso reduzidos, além do aumento da vida de prateleira do produto (CANO-CHAUCA et al., 2005).

A vida de prateleira de um alimento desidratado depende de fatores extrínsecos, como: tamanho e propriedades da embalagem, condições ambientais de estocagem (umidade, concentração de oxigênio, luz e temperatura), transporte e manuseio, e também de fatores intrínsecos, como: composição química do alimento, tipo e concentração de aditivos (COSTA et al., 2013).

Segundo Barbosa-Cánovas e Juliano (2005), o conhecimento das propriedades dos alimentos é essencial para otimizar processos, funcionalidades e para reduzir custos. As propriedades químicas e físicas têm recebido bastante atenção no caso dos pós produzidos

ou utilizados nas indústrias farmacêutica, alimentícia, cerâmica, metalúrgica, entre outras. As propriedades físicas incluem forma, densidade, porosidade, pegajosidade (*stickiness*), fluidez, tamanho e diâmetro médio das partículas, enquanto as propriedades químicas estão relacionadas à composição do alimento e suas interações com outras substâncias, como solventes ou outros componentes dentro de sua própria estrutura.

A higroscopicidade é a habilidade do pó em absorver umidade do ambiente. No caso de suco de frutas em pó, a glicose e a frutose são responsáveis por interações fortes com a molécula de água devido a seus grupos polares (JAYA; DAS, 2004). Dependendo do tipo de produto alimentício, a higroscopicidade pode ser benéfica, como no caso de pães e bolos, ou prejudicial como no caso das balas, açúcares. (MARTINS, 2001). Em alimentos desidratados é uma das propriedades mais importantes, tanto do ponto de vista industrial quanto comercial, pois além de estar associada a estabilidade química, física e microbiológica, também influencia consideravelmente o setor de embalagens, através da auto-aglomeração dos pós e a perda de fluidez durante o armazenamento dos produtos finais (PEDRO, 2009).

A solubilidade é um dos parâmetros utilizados para verificar a capacidade do pó para manter-se em mistura homogênea com a água (VISSOTO et al., 2006).

O teor de água de um alimento está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição e pode afetar o armazenamento, embalagens e processamento. Por isso, o conteúdo de umidade de um alimento é de grande importância (CHAVES et al., 2004).

A cor conferida pela clorofila ou por seus derivados é importante em alimentos, como indicador de frescor e de grau de maturação. Durante o processamento, as clorofilas (de coloração verde-brilhante) podem sofrer transformações resultantes do tratamento térmico e/ou pelas variações de pH. Ácidos orgânicos fracos podem promover a substituição do átomo central de magnésio por dois átomos de hidrogênio, formando a feofitina, com mudança de coloração de verde-brilhante para verde-oliva (AZEREDO, 2012).

No entanto, os sucos de fruta obtidos por *spray drying* apresentam alguns obstáculos em suas propriedades funcionais, como alta pegajosidade (*stickiness*) e higroscopicidade, que tornam a sua embalagem e utilização substancialmente mais difíceis (CANO CHAUCA et al., 2005).

Embalagens laminadas têm sido mais efetivas em relação às embalagens de polietileno, no prolongamento de vida útil de sucos desidratados, conforme demonstram

alguns resultados da literatura, devido à maior proteção contra oxidação e absorção de umidade (COSTA, 2012)

No entanto, muitos aspectos de qualidade não são abordados pela legislação. Por exemplo, um produto desidratado em pó pode se apresentar inadequado ao consumo, em decorrência de um problema de aglomeração; mas a legislação não trata de aspectos como esse. Aqui, entra a importância que, frequentemente, os testes sensoriais têm, na determinação do grau de qualidade crítico. Obviamente, em alguns casos, não se pode determinar a vida de prateleira com base em alterações sensoriais. Quando as alterações críticas são de ordem microbiológica, mesmo que essas alterações, repercutam sobre a qualidade sensorial, a determinação da vida de prateleira deve ser estudada com base em análises microbiológicas – e não sensoriais – que poderiam comprometer a segurança dos julgadores (AZEREDO, 2012).

O desenvolvimento de alimentos em pó a serem utilizados como fontes de compostos bioativos e também como produtos de fácil preparo e reconstituição, requer a investigação da estabilidade do produto final ao longo do período de armazenamento. Da mesma maneira, sistemas apropriados de embalagem e armazenamento devem ser definidos com base na investigação de parâmetros-chave relacionados ao produto final. Sobre esse assunto, sabe-se que o tipo de embalagem e temperatura de armazenamento são fatores interferentes nas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais dos alimentos (CHAUHAN; PATIL, 2013; WANI ET AL., 2014).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas - LAPPA do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande e nos Laboratórios de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal (LTPOV) e de Análise de Alimentos (LAA), do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, no município de Pombal – PB.

4.1 Obtenção da matéria prima

As hortaliças (brócolis, couve, hortelã e gengibre) e as frutas (abacaxi, acerola verde, maçã verde e limão) utilizadas nesse trabalho foram adquiridas na Feira Livre Central da cidade de Campina Grande-PB. Após a obtenção, as mesmas foram acondicionadas em caixas e transportadas para o LAPPA. Realizou-se uma seleção descartando o material que apresentou alguma injúria e os demais foram lavados por imersão em água clorada (50 ppm) por 15 minutos (Figura 3) e enxaguados em água corrente para retirar o excesso da solução de hipoclorito.

Figura 3 - Frutas (maçã e limão, abacaxi, acerola,) e hortaliças (couve, brócolis,) utilizados na preparação dos *blends in natura*.

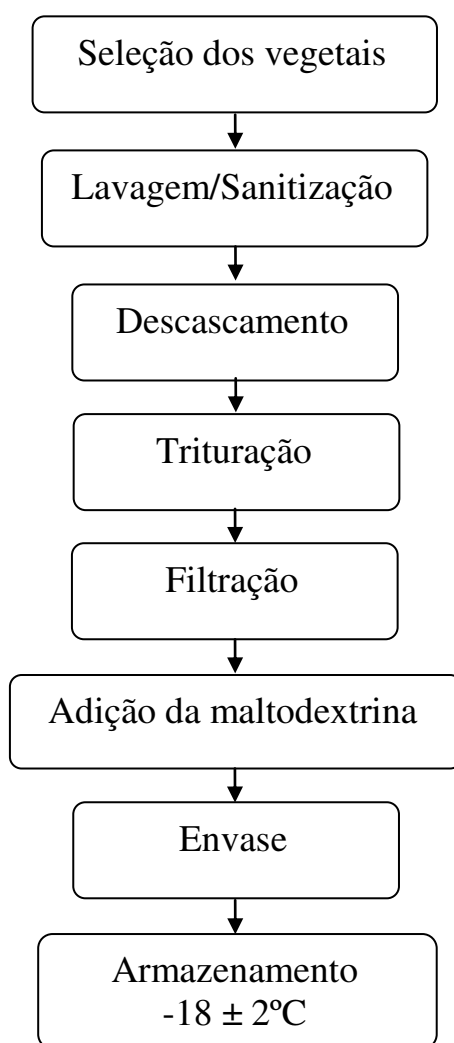


4.2 Elaboração dos *blends in natura*

Para elaboração do *blend*, de acordo com os experimentos preliminares foram elaboradas duas formulações de *blends*: a formulação A contendo 18% de couve, 18% de brócolis, 13,5% de abacaxi, 11% de acerola verde, 2% de hortelã e 37,5% de água, e a formulação B com 24,5% de couve, 24,5% de maçã-verde, 7% de limão, 1% de gengibre e 43% de água, na proporção massa/massa, resultando na mesma quantidade de material que o *blend* da primeira formulação. Após a pesagem de todo material, o mesmo foi triturado

em liquidificador industrial, na velocidade máxima, por aproximadamente 10 minutos e posteriormente em liquidificador doméstico, na máxima velocidade, até um tamanho mínimo de partículas em suspensão. Em seguida foi filtrado em peneira (100 mesh). Após a filtração foi adicionado maltodextrina na proporção de 95% de polpa e 5% de maltodextrina e homogeneizado em liquidificador. Todo o material foi congelado em freezer para posterior análise. Na Figura 4 estão apresentadas as etapas de elaboração do *blend in natura*.

Figura 4 - Etapas de elaboração do *blend in natura*



4.3 Caracterização física e físico-química dos *blends in natura*

As análises foram realizadas em seis repetições.

✓ *Teor de Água*

O teor de água foi determinado através do método descrito pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008), expresso em porcentagem (%).

✓ *Resíduo mineral fixo*

A metodologia utilizada para resíduo mineral foi por incineração direta em mufla a 550 °C após a carbonização da matéria orgânica (IAL, 2008), expresso em porcentagem (%).

✓ *Potencial Hidrogeniônico*

O pH foi determinado por meio de leitura direta em potenciômetro de marca QUIMIS (modelo 400 AQUIMIS/BRASIL), calibrado a cada utilização com soluções tampão de pH 7,0 e pH 4,0 conforme AOAC (1995).

✓ *Acidez Titulável*

A acidez titulável foi determinada por meio do método titulométrico com NaOH 0,1N, segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008) e expressa em ácido cítrico.

✓ *Sólidos Solúveis (SS)*

Para a determinação dos sólidos solúveis realizou-se leitura direta em refratômetro marca TECNAL modelo REICHERT AR 200 digital (TECNAL/USA) com escala variando de 0 a 45 °Brix , corrigindo a leitura para 20 °C, segundo IAL (2008), expresso em porcentagem (%).

✓ *Relação SS/AT*

Relação entre os valores de sólidos solúveis e acidez titulável.

✓ *Açúcares Solúveis Totais*

Os açúcares totais foram determinados pelo método da Antrona, segundo Yemm e Willis (1954). O extrato foi obtido através da diluição de 1 g da amostra em 50 mL de água destilada. As amostras foram preparadas em banho de gelo, adicionando-se em um tubo 0,5 mL do extrato, 0,5 mL de água destilada e 2,0 mL da solução de antrona 0,2%, seguida de agitação e repouso em banho-maria a 100 °C por 3 minutos. A leitura das amostras foi realizada em espectrofotômetro a 620 nm, utilizando-se como referência a glicose para obtenção da curva padrão, expresso em porcentagem (%).

✓ *Proteínas*

Determinou-se com base no teor de nitrogênio total pelo método de *Kjeldah*. A concentração de proteína bruta foi obtida pela quantidade de nitrogênio total, em gramas, pelo fator de conversão 6,25. Os resultados foram expressos em g.100g⁻¹ de polpa (IAL, 2008).

✓ *Cor*

A cor foi analisada mediante leitura direta da amostra em colorímetro Minolta (CR300, Tokyo) operando no sistema CIELab. Sendo L* a luminosidade, variando de 0 (preto) para 100 (branco); a* a intensidade da cor vermelha, que varia de verde (-60) a vermelho (+60); b* a intensidade da cor amarela, que varia de azul (-60) a amarelo (+60); o croma (C*) expressa a saturação ou intensidade da cor, enquanto o ângulo de matiz (h°) indica a cor observável e é definido como iniciando no eixo +a*, em graus, em que 0° é +a* (vermelho), 90° é +b* (amarelo), 180° é -a* (verde), e 270° é -b* (azul) (HUNTERLAB, 1996; MINOLTA, 1999; GAYA; FERRAZ, 2006). Foram realizadas 3 leituras de cada repetição, sendo 6 repetições por amostra.

4.4 Determinação dos compostos bioativos dos *blends in natura*

Os compostos bioativos analisados para os *blends in natura* foram:

✓ *Clorofila e Carotenoides totais*

Determinados de acordo com Lichtenthaler (1987). Macerou-se cerca de 0,2 g de amostra em almofariz com 0,2 g de carbonato de cálcio (CaCO_3) e 5 mL de acetona (80%), em ambiente escuro. Em seguida, as amostras foram centrifugadas a 10°C e 3.000 rpm por 10 minutos e os sobrenadantes foram lidos em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 646, 663 e 470 nm. Os resultados de clorofila foram expressos em $\text{mg} \cdot 100^{-1} \text{g}$ e de carotenoides totais em $\mu\text{g} \cdot 100^{-1} \text{g}$.

$$\text{Carotenoides} = [(1000 \text{ Abs. } 470 - 1,82 \text{ Ca} - 85,02 \text{ Cb}) / 198] \times 100 / 1000$$

$$\text{Clorofila total} = [(17,3 \text{ Abs. } 646 + 7,18 \text{ Abs. } 663) / \text{massa (g)}] \times 100 / 1000$$

Onde: $\text{Ca} = [(12,21 \text{ Abs. } 663 - 2,81 \text{ Abs. } 646) / \text{massa (g)}] \times 100 / 1000$; $\text{Cb} = [(20,13 \text{ Abs. } 646 - 5,03 \text{ Abs. } 663) / \text{massa (g)}] \times 100 / 1000$; Abs. = absorvância

✓ *Flavonoides e Antocianinas*

Para a determinação de flavonoides e antocianinas utilizou-se a metodologia descrita por Francis (1982), onde pesou-se 1 g da amostra, adiciona-se aproximadamente 10 mL de solução extratora de etanol 95% mais HCl 1,5 N na proporção de 85:15 (v/v) respectivamente. Agitou-se a amostra por dois minutos, sendo transferida para tubos de plástico (envoltos com papel alumínio). Deixou-se descansando por uma noite na geladeira sob ausência de luz. Em seguida filtrou-se para um Becker, envolto em alumínio. Imediatamente, procedeu-se a leitura no espectrofotômetro, sendo realizada leitura a 374 nm para os flavonoides e 535 nm para as antocianinas. Os resultados foram expressos em $\text{mg} \cdot 100^{-1} \text{g}$.

$$\text{Flavonoides (mg/100 g)} = \text{Fd} \times \text{Abs.} / 76,6$$

Onde: Fd = fator de diluição; Abs. = absorvância a 374 nm.

✓ *Ácido Ascórbico*

A metodologia empregada foi de Strohecker; Henning (1967) e modificada. Para a determinação do teor de vitamina C, pesou-se cerca de 1 g da amostra, adicionou-se 25 mL

de ácido oxálico 0,5% e centrifugou-se a 3000 rpm por 15 minutos a 10 °C. Em seguida adicionou-se uma alíquota de aproximadamente 0,2 g de Celite e novamente centrifugou-se sob as mesmas condições anteriores. Retirou-se 0,5 mL para um tubo de ensaio desse extrato e adicionou-se 1,5mL de ácido oxálico 0,5%, 2 gotas de DFI (2,6-diclorofenolindofenol a 0,2%), 0,5 mL de DNPH (2,4-dinitrofenil-hidrazina a 2%) 1 gota de tiouréia a 10%, deixou-se em banho maria fervendo por 10 minutos, resfriou-se lentamente, em banho de gelo, adicionou-se 2,5 mL de ácido sulfúrico 85%, deixou-se em repouso por 10 minutos e realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 520 nm. Para a curva de calibração foi utilizada solução padrão de ácido ascórbico (100 µg.mL⁻¹).

✓ *Compostos Fenólicos*

A determinação foi realizada conforme método de Larrauri et al., (1997). Aproximadamente 1 g da amostra foi pesada e adicionado 25 mL de água destilada, desse extrato foi retirado 0,1 mL e colocado em tubos de ensaio, acrescida de 2,025 mL de água destilada, mais 0,125 mL de Folin Ciocalteau, 0,250 mL de carbonato de sódio 20%. Agitou-se e depois de 30 minutos em banho maria a 40 °C realizou-se a leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda de 700 nm. Para a curva padrão foi utilizada solução de ácido gálico (GAE). O resultado foi expresso em mg.GAE.100g⁻¹ de ácido gálico.

4.5 Determinação da capacidade antioxidante dos *blends in natura*

A capacidade antioxidante dos *blends* foi realizada por dois métodos, o método utilizando o radical DPPH descrito por Rufino et al. (2007a) e o método ABTS, determinada pelo método de captura do radical livre ABTS, de acordo com Rufino et al. (2007b) com modificações.

✓ *Obtenção do extrato*

O extrato para os dois métodos foi o mesmo, sendo preparado da seguinte forma: tomou-se em um Becker aproximadamente 1,0 g da amostra, adicionou-se 4 mL de metanol 50% e deixou-se extraíndo por 1h. Em seguida, centrifugou-se a 3.500 rpm durante 20 minutos. O sobrenadante foi filtrado e transferido para um balão volumétrico de

10 mL, o resíduo foi transferido para um Becker adicionando 4 mL de acetona 70%, deixando-se extrair por mais 1h. Em seguida repetiu-se a centrifugação e o sobrenadante foi filtrado e adicionado juntamente ao balão volumétrico que já continha o sobrenadante da primeira extração, completando o volume para 10 mL com água destilada.

✓ *Método DPPH (2,2-difenil-1-picril hidrazina)*

Após a preparação da solução de 0,0024 g de DPPH para 100 mL de metanol, e observando que a absorvância da mesma deveria se encontrar dentro da faixa de 0,600 a 0,700, foi realizada a curva padrão com a utilização de metanol e da solução de DPPH. Em seguida, em tubos de ensaio colocou-se 10, 30 e 50 μL do extrato de cada repetição, adicionando 90, 70 e 50 μL de água destilada, respectivamente. Logo após adicionou-se 3,9 mL da solução de DPPH a cada tubo e aguardou-se 40 minutos para a amostra AI e 35 minutos para a BI, sendo esses os tempos encontrados na cinética realizada para cada amostra, onde foi determinada por meio do monitoramento a cada minuto do declínio da absorvância da solução de DPPH a 515 nm.

✓ *Método ABTS (2,2'-azinobis-3-etil-benzotiazolína-6-sulfonado)*

O radical ABTS foi formado pela reação da solução de ABTS 7 mM com solução de persulfato de potássio 140mM, incubado a temperatura ambiente no escuro por 16 horas e logo depois, diluído em etanol até uma absorvância de $0,70 \pm 0,05$ nm a 734 nm. A capacidade antioxidante dos *blends* foi estimada a partir da mistura de 30 μL do extrato com 3,0 mL do radical ABTS. A leitura foi feita após 6 minutos da reação em espectrofotômetro a 734 nm e o etanol foi utilizado como branco. Como referência foi utilizado o trolox para obtenção da curva padrão.

4.6 Estudo da secagem por atomização dos *blends*

Para a realização do processo de secagem dos *blends* foi utilizado o secador modelo FBD 1.0 da Marca LabMaq do Brasil, indicado para a secagem, granulação, mistura e revestimento com capacidade de 150 mL a 1 L, conforme Figura 5. O leito consta de uma coluna cilíndrica em acrílico e uma base cônica em aço inoxidável, onde foi atomizada a suspensão a ser seca. A suspensão seca foi recolhida na forma de pó através de um ciclone

separador em inox, que continha um coletor de vidro em sua base. A configuração do leito foi utilizada para jorro. No entanto, para caracterizar um secador por atomização não foram utilizadas partículas inertes. Assim, otimizou-se uma vazão de suspensão e temperatura de secagem, para que o máximo de suspensão fosse seca e recolhida na forma de pó no ciclone.

Figura 5 – Secador por atomização da Marca LabMaq do Brasil.



Para compor a formulação a ser desidratada, no secador por aspersão, adicionou-se maltodextrina (Maltogill 20[®] da Cargill) com dextrose equivalente igual a 20.

No estudo da secagem realizou-se um delineamento composto central $2^3 + 3$ experimentos no ponto central totalizando 11 experimentos (Tabela 1). As variáveis de entrada estudadas foram temperatura do ar de secagem (T), concentração do agente carreador (M) e vazão de alimentação no bico atomizador de duplo fluido (W), definidas de acordo com artigos correlatos com a pesquisa. Em relação à temperatura de secagem do ar, admitiu-se os seguintes valores: 60, 80 e 100°C, devido aos compostos bioativos presentes no *blend* que são substâncias termossensíveis. A concentração da maltodextrina utilizada foi de 4, 7 e 10%. Em relação à vazão de alimentação no bico atomizador, foram utilizadas as vazões de suspensão de 4, 5 e 6 mL.min⁻¹, de acordo com as limitações técnicas do secador. A pressão do bico atomizador foi constante no valor de 3 bar em todos os ensaios de secagem. As variáveis resposta do processo foram rendimento, teor de água do pó e teor de compostos fenólicos. Este planejamento foi realizado apenas para formulação A, haja vista apresentar melhores resultados dos compostos biotivos,

principalmente ácido ascórbico e compostos fenólicos. A partir da melhor condição obtida da secagem optou-se em trabalhar com a formulação B sob a mesma condição otimizada pra a formulação A.

Tabela 1 - Matriz do planejamento experimental 2^3 com três repetições no ponto central para o estudo da secagem dos *blends*.

<i>Experimentos</i>	<i>Níveis reais</i>		
	T (°C)	M (%)	W (mL.min⁻¹)
01	60	4	4
02	100	4	6
03	60	10	4
04	100	10	6
05	60	4	4
06	100	4	6
07	60	10	4
08	100	10	6
09	80	7	5
10	80	7	5
11	80	7	5

Para a análise dos efeitos das variáveis resposta, utilizou-se o programa STATISTIC 7.0, estabelecendo um nível de significância de 95%.

4.7 Obtenção do *blend* em pó

A Figura 6 exibe os *blends* de frutas e hortaliças em pó, AI e BI, obtidos por atomização, e a amostra comercial (C), que foi adquirido em estabelecimento comercial da cidade de Campina Grande-PB, cujo rótulo apresenta os ingredientes que o compõem: maltodextrina, polpa de laranja em pó, espinafre desidratado em pó, couve liofilizada em pó, polidextrose, polpa de blueberry em pó, maçã desidratada em pó, salsa desidratada em pó, gengibre desidratado em pó, acidulante ácido cítrico, espessante goma guar, edulcorante sucralose, aromatizante idêntico ao natural de laranja e corante natural de clorofila.

Figura 6 - *Blends* de frutas e hortaliças em pó, obtidos mediante secagem por atomização (AI, BI) e o comercial (C).



4.8 Caracterização física dos *blends* em pó

Os *blends* secos obtidos mediante secagem por atomização correspondentes as duas formulações (AI e BI) assim como a amostra de suco verde em pó comercial (C) foram submetidas às seguintes análises: rendimento, teor de água, densidade aparente, densidade real, higroscopicidade, molhabilidade, solubilidade e coloração. Estas determinações foram realizadas em seis repetições.

✓ *Rendimento*

Medição do peso do pó obtido relacionada ao peso total do *blend* (amostra) obtida em balança semi-analítica. Esta análise não foi realizada na mostra C.

$$\text{Cálculo (\%)} = (\text{Peso Pó} \times 100) \times [100/(\text{Massa do suco} \times \text{°Brix suco})]$$

✓ *Teor de Água*

O teor de água foi determinado através do método descrito nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008), expresso em porcentagem (%).

✓ *Densidade aparente*

O ensaio para determinação da densidade aparente das partículas em pó seguiu a metodologia proposta por Hahne (2001) citada em Birchall (2003), em duas condições

específicas: a de empacotamento livre e a de compactação máxima, onde cerca de 20 g da amostra foi transferida para o interior de uma proveta de polipropileno de 250 mL e registrado o volume ocupado pela massa de pó depositada, obtendo-se a densidade aparente deste leito expandido (ρ_{apmin}), expresso em $\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

✓ *Massa específica real*

A massa específica real (ρ_r) foi determinada a partir da relação entre a massa e o volume da amostra, determinado pelo deslocamento de um fluido (óleo de cozinha) em uma proveta graduada. Utilizou-se óleo porque é um líquido viscoso, capaz de cobrir a superfície das partículas sem penetrar em seus poros. Além disso, o óleo não dissolve o pó sendo, portanto, adequado ao preenchimento dos espaços vazios entre as partículas de do mesmo (interstícios). Inicialmente, o óleo foi colocado na proveta e seu volume foi lido (V_1). A seguir, foram colocados em cada proveta contendo o óleo, 10 gramas de cada amostra em pó. Pela ação da gravidade, as partículas do resíduo foram depositadas no fundo da proveta, deslocando o óleo. Após total deposição, foi feita a leitura do novo volume indicado pelo nível do óleo (V_2). A diferença ($V_2 - V_1$) foi denominada de volume deslocado, e expressa em $\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

✓ *Higroscopicidade*

Pesou-se 1 g de cada amostra, as quais, individualmente foram depositadas em placas de Petri e acondicionadas em dessecador contendo uma solução saturada de NaCl com umidade relativa em torno de 75%. A análise foi realizada até a obtenção de peso constante. Os resultados foram expressos como g de umidade adsorvida por 100 g de produto em pó (CANO-CHAUCA et al., 2005).

✓ *Molhabilidade*

Utilizou-se o Método de Schubert (1993), pesando 1 g da amostra e colocando em becker de 250 mL contendo 100 mL de água destilada a temperatura ambiente. Mediu-se o tempo necessário para o desaparecimento do pó da superfície do líquido em repouso.

Taxa de molhabilidade = N/t , em que:

N - número de gramas da amostra

t - tempo em minutos.

✓ *Solubilidade*

Determinada segundo a metodologia descrita por Cano-Chauca et al., (2005) com modificações. Onde foi pesado 0,25 g da amostra e adicionados 25 mL de água destilada, obtendo-se uma solução, a qual foi centrifugada a 3000 RPM por 5 min e em seguida colocado 20 mL do sobrenadante em placa de Petri seca e vazia, com massa computada anteriormente, que foi levada à estufa de circulação de ar a 105° C por 5 h. Calculou-se a solubilidade pela diferença de massa e os resultados expressos em percentual de solubilidade.

✓ *Coloração*

A cor foi analisada no pó e na amostra rehidratada, mediante metodologia descrita na seção 4.3 para *blend in natura*.

4.9 Caracterização físico-química dos *blends* em pó

As análises físico-químicas realizadas: teor de água, resíduo mineral fixo, acidez titulável, relação SS/AT, proteínas, açúcares solúveis totais, seguindo as metodologias citadas na seção 4.3.

✓ *Potencial Hidrogeniônico*

O pH foi determinado por meio de leitura direta, da diluição 1:10 (pó: água destilada) em potenciômetro de marca QUIMIS, modelo 400 AQUIMIS/BRASIL), calibrado a cada utilização com soluções tampão de pH 7,0 e pH 4,0 conforme AOAC (1995).

✓ *Sólidos Solúveis*

Para a determinação dos sólidos solúveis, realizou-se diluição (1:10; pó: água destilada) e o filtrado usado para determinação do valor de sólidos solúveis, em refratômetro marca TECNAL modelo REICHERT AR 200 digital (TECNAL/USA) com escala variando de 0 a 45 °Brix , calculando-se a leitura para 20 °C, segundo IAL (2008). Para os cálculos finais será considerada a diluição utilizada.

✓ *Lipídios*

Os lipídios foram determinados como extrato etéreo através da extração contínua pelo método de Soxhlet, utilizando hexano como solvente conforme as normas do IAL (2008).

4.10 Determinação dos compostos bioativos e capacidade antioxidante dos *blends* em pó

Os compostos bioativos analisados, ácido ascórbico, clorofila total, carotenoides totais, flavonoides, antocianinas e compostos fenólicos, assim como a capacidade antioxidante foram determinados utilizando as metodologias descritas anteriormente para os *blends in natura*, com exceção do preparo da amostra a qual pesou-se aproximadamente 0,5 g de massa das amostras, devido a amostra ser desidratada, e conseqüentemente, está com seus compostos mais concentrados.

4.11 Estudo da estabilidade dos *blends* em pó durante 180 dias de armazenamento

As amostras em pó, imediatamente após a secagem foram acondicionadas em embalagens laminadas flexíveis compostas de uma camada de PET cristal (12 µm), uma camada de PET metal (12 µm) e uma camada de PEBD cristal (50 µm) resultando em uma espessura total de aproximadamente 74 µm. O armazenamento foi realizado a temperatura ambiente.

No início do armazenamento (tempo zero) e a cada 30 dias, durante 180 dias, foi realizado o acompanhamento da estabilidade das amostras em pó (AI e BI), pela

determinação das características físico-químicas, dos compostos bioativos e da capacidade antioxidante das amostras. Todas as análises foram realizadas de acordo com metodologias descritas anteriormente em seis repetições.

4.11.1 Determinação das características físicas e físico-químicas durante o armazenamento

As características avaliadas durante o período de armazenamento foram: teor de água, coloração, resíduo mineral fixo, pH, Acidez Titulável, Sólidos Solúveis, SS/AT e açúcares totais.

4.11.2 Determinação dos compostos bioativos e da capacidade antioxidante durante o armazenamento

Os compostos bioativos analisados durante 180 dias de armazenamento foram clorofila, carotenoides, flavonoides, antocianinas, ácido ascórbico e compostos fenólicos. A capacidade antioxidante foi avaliada utilizando os métodos DPPH e ABTS descritos conforme o item 4.5.

4.12 Análise microbiológica dos *blends* em pó

De acordo com a Resolução RDC nº12 (Brasil, 2001), as frutas, produtos de frutas e similares desidratados, secos ou liofilizados devem obedecer ao seguinte padrão:

- Bactérias do grupo coliformes a 45°C: máximo 100 NMP.g⁻¹;
- *Salmonela*: deve apresentar ausência em 25 g da amostra;

Já para Hortaliças, legumes e similares, desidratados, secos ou liofilizados, de acordo com a mesma Resolução:

- Bactérias do grupo coliformes a 45°C: máximo 1000 NMP.g⁻¹;
- *Salmonela*: deve apresentar ausência em 25 g da amostra;
- *Estafilococcus* coagulase positiva: máximo 100 NMP.g⁻¹.

As análises microbiológicas foram realizadas no início (tempo zero) e ao final dos 180 dias de armazenamento, de acordo com a Food and Drug Administration – FDA (1995) e RDC nº 12 (Brasil, 2001) e o número mais provável de coliformes a 35 °C e 45

°C, bolores e leveduras, pesquisa de *Salmonella* spp. e *Staphylococcus aureus*, de acordo com o método referido em APHA (2001).

4.12.1 *Obtenção das diluições*

De cada amostra foram colhidas assepticamente 1 g, as quais foram transferidas para 9 mL de água salina peptonada a 1% estéril e homogeneizado, correspondendo a primeira diluição 10^{-1} , para as demais diluições foi retirado 1 mL da inicial para 9 mL do diluente. Essas diluições 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} foram usadas para posterior procedimento microbiológico (ALPHA, 2001).

4.12.2 *Coliformes a 45°C*

Foi utilizada a metodologia de tubos seriados, incubando as amostras no Caldo Verde Brilhante 2% contendo tubo de Durham invertido. O resultado foi expresso em NMP de coliformes.g⁻¹ (ALPHA, 2001).

4.12.3 *Bolores e Leveduras*

Foram utilizadas placas de Petri com o meio de cultura Batata Dextrose Ágar (BDA) incubadas por 5 dias em temperatura de 25°C ± 1, sendo posteriormente contadas as colônias existentes (KERN, BLEVINS, 1999).

4.12.4 *Salmonella*

A amostra contida na água salina foi incubada a 35°C por 24h, em meio de cultivo preparado com Meio *Salmonella* diferencial A + B. Após o tempo foi realizada a contagem das colônias típicas de *Salmonella* (APHA, 2001).

4.12.5 *Contagem de Staphylococcus*

Realizada por contagem direta em placa, foi utilizado o meio Baird Parker e as placas foram incubadas a 37°C por 48h. Em seguida efetuou-se a contagem das colônias características utilizando a metodologia de APHA (2001) com modificações.

4.13 Análise sensorial dos *blends* em pó reconstituídos

A análise sensorial foi realizada após a reconstituição do pó e dissolução do mesmo em água na proporção de 10 g do pó para 300 g de água mineral. Os testes sensoriais foram realizados em cabines individuais no Laboratório de Análise Sensorial do CCTA/UFCG, no período da manhã e/ou tarde.

As amostras, no teste de aceitação, foram servidas aos provadores sob delineamento inteiramente casualizado, com o auxílio de um alimento suporte (biscoito água e sal) e água, em copos plásticos descartáveis de 50 mL e com orientação sobre o preenchimento da ficha resposta (Anexo A). Os provadores foram questionados quanto ao consumo de sucos e ainda de sucos mistos, a frequência do consumo e se gostavam ou não dessa bebida. Foram aplicados testes de aceitação sensorial (Meilgaard et al., 1991) de aparência, cor, aroma e sabor, utilizando-se escala hedônica estruturada de 9 pontos, onde 9 representa a nota máxima “gostei muitíssimo”, 5 representa “não gostei nem desgostei” e 1 a nota mínima “desgostei muitíssimo” aplicada a 100 julgadores não treinados, entre eles alunos e servidores da UFCG/Pombal. Também realizou-se o teste de atitude de consumo, com a utilização de escala de 5 pontos, onde 1 representava "certamente não beberia", 3 "tenho dúvidas se beberia" e 5 "certamente beberia". Ainda foi pedido aos provadores para que ordenassem de acordo com sua preferência as amostras em 1º, 2º e 3º lugar.

Após esses questionamentos foi apresentado um texto aos voluntários relatando os possíveis benefícios dos compostos presentes nos *blends* para o organismo humano e o teste de atitude de consumo foi realizado novamente, para avaliar a influência do conhecimento na intenção de consumo dos provadores.

4.14 Análise estatística

Para a caracterização do *blend in natura* composta por dois tratamentos A e B, e para a caracterização dos *blends* em pó e análise sensorial, compostos por três tratamentos AI, BI e C, foi instalado delineamento inteiramente casualizado, onde o efeito dos tratamentos foi avaliado por meio da análise de variância, detectando significância do teste F, as médias das variáveis avaliadas foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando para isso o programa estatístico ASSISTAT (SILVA, 2015) .

Na estabilidade do *blend* em pó, utilizou-se um delineamento inteiramente ao acaso, em arranjo fatorial 2 x 7 com seis repetições, sendo dois o número de amostras (AI e BI) e sete os períodos avaliados (180 dias de armazenamento) , as repetições continham 30 g por embalagem para as avaliações físicas, químicas, compostos bioativos e para a capacidade antioxidante. A partir dos resultados das análises de variância preliminares, considerando os efeitos das interações, o período foi desdobrado dentro de cada tratamento e os resultados submetidos à análise de regressão polinomial, de acordo com Gomes (1987).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização dos *blends in natura*

O teor de água dos *blends* formulados foi elevado, como esperado, pois se trata de amostras líquidas, sendo de 90,55% para o *blend* da formulação A e de 89,34% para o *blend* B, não apresentando diferença estatística ($p \geq 0,05$) em suas médias (Tabela 2).

Souza (2009) estudando as características físico-químicas da mistura de polpas de umbu, siriguela e manga para formulações acrescidas de óleo de palma e outra de amido, encontrou 82,70% e 82,8% de água para as duas formulações, respectivamente.

Tabela 2 - Valores médios das características físico-químicas de *blends* de frutas e hortaliças *in natura*.

<i>Características</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>DMS</i>	<i>CV</i>
Teor de água (%)	90,55a	89,34a	1,55	1,34
Cinzas (%)	0,67a	0,55b	0,03	4,56
pH	4,86a	3,92b	0,10	1,84
Acidez (%)	0,30b	0,47a	0,04	7,78
Sólidos Solúveis (%)	9,10a	9,13a	0,08	1,06
SS/AT	30,53a	19,42b	2,73	11,62
Açúcares Totais (%)	7,17a	6,01b	0,17	2,6
Proteínas (%)	1,13a	0,86b	0,26	20,24

DMS = diferença mínima significativa. CV=coeficiente de variação. As médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O resíduo mineral fixo das amostras, comumente chamado de cinzas, apresentou diferença significativa entre as mesmas, já que para o *blend* A o resultado foi de 0,67% superior ao encontrado para o *blend* B, de 0,55% (Tabela 2). Isto pode ter ocorrido devido as folhas terem uma maior concentração de minerais (Fe, Ca e P) que as frutas, e a formulação do *blend* A conter além da couve, que também está presente no *blend* B, brócolis e hortelã. Este resultado está próximo ao encontrado por Feiber; Caetano (2012), estes autores formularam três polpas mistas, todas com 16% de couve, entretanto para a polpa 1, adicionaram 84% de água, para a polpa 2, 64% de abacaxi, 2% de hortelã e 18% de água e para a Polpa 3, 68% de maçã e 18% de água, tendo encontrado 0,16% de cinzas

para a polpa 1, 0,45% para a polpa 2 e 0,34 % para a polpa 3, observando que a amostra com maior percentual de hortaliças, polpa 2, apresentou maior teor de resíduo mineral fixo, e nesta pesquisa ainda havia o brócolis, que contribuiu para um valor ainda mais elevado. Bezerra et al. (2013) encontraram para suco misto de acerola, maracujá e taperebá 0,16% de cinzas.

Observa-se na Tabela 2 que o potencial hidrogeniônico da amostra do *blend* B (3,92) foi menor do que do *blend* A (4,86), o que confere a amostra B uma maior acidez, fato que foi comprovado na análise de acidez titulável. A acidez do *blend* B é maior (0,47% de ácido cítrico) do que a acidez do *blend* A (0,30% de ácido cítrico), o que pode ser explicado pela presença do limão na segunda formulação, uma fruta de acidez elevada, apesar da acerola e do abacaxi da amostra do *blend* A também serem consideradas frutas ácidas. Esses valores parecem bem próximos, porém quando apresentados em μM de íons H^+ eles se tornam bem divergentes já que para a amostra do *blend* A seria $13,80 \mu\text{M}$ e para o *blend* B $120,23 \mu\text{M}$ de íons H^+ , sendo a concentração de íons hidrogênio da amostra do *blend* B quase 10 vezes maior do que da amostra do *blend* A, o que pode influenciar em várias reações bioquímicas. Dentre elas a feofitinação, onde a clorofila, na presença de íons H^+ é transformada em feofitina perdendo sua coloração verde escura, ou a interferência na absorção dos fenólicos em meio ácido, ou ainda a instabilidade das antocianinas em alterações de pH.

Considerando o pH das brassicáceas, em torno de 5,9 e 6,3, para couve (SALVINO, 2014) e brócolis (PADULA et al., 2006), respectivamente, é provável que a couve adicionada à bebida tenha contribuído para o aumento do pH.

A percentagem de sólidos solúveis (SS) não diferiu significativamente entre as amostras, como mostra a Tabela 2, sendo de 9,1% (A) e 9,13% (B), valor dentro da média para SS de frutas e sucos encontrados na literatura. Branco (2007) obteve 10°Brix para *blend* de laranja e cenoura. Menezes et al. (2009) encontraram 7°Brix para acerola *in natura*, e Fonseca (2014) $6,27^\circ\text{Brix}$ para polpa de acerola e $13,73^\circ\text{Brix}$ para polpa de abacaxi, sendo que o néctar dessa mistura (abacaxi + acerola) apresentou $11,45^\circ\text{Brix}$ e 11,58 % de açúcares totais.

Quanto ao conteúdo de açúcares totais as amostras diferiram significativamente ($p \geq 0,05$). Feiber; Caetano (2012) encontraram valores próximos aos obtidos neste estudo, sendo a maior concentração observada para a polpa que continha maçã (10,67%), o que também aconteceu neste trabalho, o *blend* A apresentou maior teor de açúcares totais (7,17%), e a polpa 2 do estudo dos autores citados com formulação semelhante ao do *blend*

A obteve também valor de açúcares totais bem próximos a este, sendo de 7,17% para o *blend* A e de 7,7% para a polpa de abacaxi, couve, hortelã e água.

A relação entre SS/AT revela a palatibilidade, portanto, quanto maior essa relação melhor o sabor do produto. Mais uma vez foi constatada a diferença significativa ($p \geq 0,5$) entre as amostras, sendo a relação SS/AT para o *blend* A (30,53) maior que o do *blend* B (19,42).

Verificou-se no presente trabalho que os *blends* analisados apresentaram baixos teores de proteína, 1,13% para o *blend* A e 0,86% para o *blend* B. Apesar de pequena, a diferença foi estatisticamente significativa ($p \geq 0,05$). Vilas Boas (1999) relatou que o teor médio de proteínas dos frutos e hortaliças está em torno de 1%.

A Tabela 3 mostra a coloração dos *blends in natura*, observa-se que todos os parâmetros apresentaram-se iguais estatisticamente ($p \geq 0,05$), exceto o parâmetro a^* . A luminosidade L representa o brilho numa escala que varia de 0 (preto) a 100 (branco), valores baixos, como os encontrados nas amostras A e B representam baixa luminosidade, contribuindo para uma coloração mais intensa. Fonseca (2014) encontrou nas polpas de abacaxi e acerola, respectivamente, valores de L de 42,23 e 39,25, valores esses superiores aos obtidos nesta pesquisa, já que os *blends* A e B apresentam além das frutas, as hortaliças couve e brócolis.

Tabela 3 - Coloração (L, a^* , b, C e H) em *blends* de frutas e hortaliças *in natura*.

<i>Amostras</i>	<i>L</i>	a^*	<i>b</i>	<i>C</i>	<i>Ângulo H</i>
A	30,13 a	-3,93 b	19,33 a	19,75 a	103,62 a
B	22,12 a	-1,18 a	12,48 a	14,02 a	94,53 a
DMS	12,51	1,18	11,12	10,35	19,11
CV%	37,24	30,91	54,37	47,68	15,00

DMS = diferença mínima significativa. CV=coeficiente de variação. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si na coluna. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A coordenada a^* varia de vermelho a verde, onde valores menores e negativos, representa coloração verde. Como pode ser observado na Tabela 3 os *blends* apresentam valores que tendem ao verde, e no A (-3,93) esses valores são ainda menores que no B (-1,18), ou seja a amostra A tende a ser mais verde, mais uma vez ressalta-se a utilização do brócolis, além da couve que está presente nas duas formulações. A coordenada de cromaticidade b^* pode variar de -50 (azul) a +70 (amarelo), os *blends* deste estudo estão

numa faixa intermediária entre as duas cores, o que representaria uma tendência ao verde-amarelado, apresentando valores entre 12,48 a 19,75 não havendo diferença entre eles.

O valor de c^* indica a saturação, ou seja, a pureza da cor em relação ao branco, onde não houve diferença para os *blends* A (19,75) e B (14,02) (Tabela 3). A polpa de abacaxi, acerola e o néctar misto de abacaxi e acerola apresentaram um Chroma segundo Fonseca (2014) de 6,11, 12,15 e 8,65, respectivamente.

Quanto maior o ângulo Hue (H), mais verde será a coloração da amostra, os dados referentes a este parâmetro demonstram que para a amostra A foi encontrado 103,62 e para a B 94,53, ambos apresentaram valores elevados, amostras apresenta coloração verde (Tabela 3).

5.2 Compostos bioativos e capacidade antioxidante dos *blends in natura*

Na Tabela 4 encontram-se os valores dos compostos bioativos dos *blends in natura*, observa-se que, com exceção das antocianinas, todos os outros valores diferiram significativamente ($p \geq 0,05$) entre as amostras, sendo o *blend* que contém couve, brócolis, abacaxi e hortelã (A) o que apresentou maior conteúdo dos compostos bioativos. Acredita-se que a presença do brócolis e seus compostos glucosinolatos, tenham contribuído para estes valores mais elevados.

O teor de clorofila total no A foi $30,19 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, já no B foi bem menor, sendo $8,7 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (Tabela 4), como esperado já que a composição de A contém em maior quantidade folhosas como couve e brócolis, ambos fonte de clorofila, já a amostra B apenas a couve é fonte de clorofila. Salvino (2014), em estudo com couve desidratada para adição em pão de forma, obteve $133 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de clorofila em couve folha, e Aquino; Silva; Rocha (2011), encontraram $0,012 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ em amostras de brócolis, em estudo da influência da cocção nos teores de clorofila e ácido ascórbico. Vale lembrar que os *blends* em questão apresentam aproximadamente 90% de água e que contém outros ingredientes além das hortaliças, porém as mesmas contribuem mais significativamente quanto ao teor de clorofila.

Para o conteúdo de carotenóides totais, a amostra A apresentou $7,29 \text{ } \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ e a B $4,05 \text{ } \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$, lembrando que para o A além do acréscimo do brócolis há a acerola verde, que contribue para o acréscimo dos carotenoides. Nojiri, Mundim, Araújo (2011) em pesquisa de suco misto de couve, maracujá e laranja obtiveram $610 \text{ } \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de

carotenóides totais. Branco (2007) obteve para *blend* de laranja e cenoura um conteúdo de $51 \mu\text{g}.100\text{g}^{-1}$ de carotenóides.

Tabela 4 - Compostos bioativos e capacidade antioxidante em *blends* de frutas e hortaliças *in natura*.

<i>Características</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>DMS</i>	<i>CV</i>
Clorofila ($\text{mg}.100\text{g}^{-1}$)	30,19 a	8,71 b	1,92	7,66
Carotenoides ($\mu\text{g}.100\text{g}^{-1}$)	7,29 a	4,05 b	0,52	7,18
Flavonoides ($\text{mg}.100\text{g}^{-1}$)	45,94 a	28,89 b	6,65	1,82
Antocianinas($\text{mg}.100\text{g}^{-1}$)	7,69 a	5,70 a	4,08	47,44
Ác.Ascórb.($\text{mg}.100\text{g}^{-1}$)	360,0 a	60,00 b	0,03	12,03
Fenólicos ($\text{mg}.100\text{g}^{-1}$)	184,52 a	97,91 b	11,50	6,33
<u>Capacidade Antioxidante</u>				
DPPH ($\text{g polpa.gDPPH}^{-1}$)	192,73 b	570,99 a	43,69	8,90
ABTS ($\mu\text{M trolox.g}^{-1}$)	7,01 a	6,34 a	0,91	10,58

DMS = diferença mínima significativa. CV=coeficiente de variação. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si na coluna. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação ao conteúdo de flavonoides, mais uma vez o teor do A ($45,94 \text{ mg}.100\text{g}^{-1}$) foi bem mais elevado ao do B ($28,89 \text{ mg}.100\text{g}^{-1}$). Carvalho (2010) encontrou valor de flavonoides totais de $5,45 \text{ mg}.100\text{g}^{-1}$ para suco de acerola, Fonseca (2014) observou um teor de $1,67 \text{ mg}.100\text{g}^{-1}$ para néctar de abacaxi e acerola e $0,67 \text{ mg}.100\text{g}^{-1}$ para o de abacaxi e cajá.

A variação do conteúdo de antocianinas foi de $5,7 \text{ mg}.100\text{g}^{-1}$ (B) a $7,69 \text{ mg}.100\text{g}^{-1}$ (A), entretanto não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$). Fonseca (2014) em estudo de néctares mistos, obteve $0,08 \text{ mg}.100\text{g}^{-1}$ para a mistura de abacaxi com cajá, e $1,39 \text{ mg}.100\text{g}^{-1}$ para a mistura de acerola com abacaxi, o autor ressalta que as amostras que continham acerola obtiveram os maiores valores em relação as antocianinas. Mais uma vez os valores encontrados nas amostras deste estudo são superiores, devido ao *blend* está mais concentrado.

O teor de ácido ascórbico dos *blends in natura*, foi de $360 \text{ mg}.100\text{g}^{-1}$ para A e $60 \text{ mg}.100\text{g}^{-1}$ para B, ocorreu diferença significativa entre eles ($p \geq 0,05$), devido a presença da acerola verde no *blend* A, fruta conhecida por seu potencial em ácido ascórbico. Segundo Ribeiro; Seravalli (2007), a concentração de vitamina C varia com as condições de cultivo, maturação e tratamento pós-colheita, o que pode justificar algumas diferenças entre os valores encontrados de vitamina C. Para folhas de couve, por exemplo, valores de 6,0

mg.100g⁻¹ foram obtidos por Monteiro (2009) enquanto Franco (2005) descreveu valores de 120 mg.100g⁻¹. Nojiri, Mundim, Araújo (2011) em estudo de suco misto de couve, maracujá e laranja obtiveram, 9,4 mg.100g⁻¹ de ácido ascórbico.

Spínola (2011) avaliando as metodologias empregadas para verificação do conteúdo de vitamina C em hortifrutícolas constatou os seguintes resultados: Acerola (1300-1677 mg.100g⁻¹); Brócolis (87 - 133 mg.100g⁻¹); Couve (37-88 mg.100g⁻¹); Limão (35-62 mg.100g⁻¹), isto retrata que não somente características inerentes as próprias frutas e hortaliças, como também a metodologia de análise, neste caso de ácido ascórbico, influenciou nos resultados para um mesmo material.

Os *blends* analisados apresentaram diferenças significativas ($p \geq 0,05$) em relação aos compostos fenólicos para o A (184,52 mg.100g⁻¹), onde nota-se que foi quase o dobro do B (97,91 mg.100g⁻¹), acredita-se que esse maior teor na amostra A deve-se à presença do brócolis, por ser uma hortaliça com compostos glucosinolatos, os quais apresentam a mesma rota metabólica dos compostos fenólicos, e outros compostos ricos em fenólicos. Coelho (2012) estudando suco misto de laranja do céu, maçã Gala, alface, couve, repolho e pepino, obteve 16,98 mg em equivalente de ácido gálico. Nojiri, Mundim, Araújo (2011) em estudo de suco misto de couve, maracujá e laranja obtiveram 23,7 mg.100mL⁻¹ de compostos fenólicos totais. E Salvino (2014) obteve conteúdo de 93,6 mg.100g⁻¹ em couve folha *in natura*. Em trabalho realizado por Silva et al., (2012), os teores de polifenóis extraíveis totais variaram de 99,54 a 628,87 mg.100g⁻¹ para os néctares mistos de caju, manga e acerola com diferentes concentrações de cada polpa.

Os resultados obtidos da capacidade antioxidante pelo método DPPH• têm sido apresentados de diversas formas e a falta de padronização dos resultados torna difícil comparar a capacidade antioxidante de uma mesma amostra, ou diferentes amostras (DENG et al., 2011).

Os resultados obtidos para a capacidade antioxidante dos *blends in natura* avaliados através dos métodos DPPH e ABTS apresentaram comportamentos distintos, sendo diferentes estatisticamente ($p \geq 0,05$) para o DPPH e iguais para o ABTS (tabela 4).

Comparando a capacidade antioxidante da amostra A com a amostra B, determinado pelo método DPPH, seria necessário 192,73 g do *blend* A e 570,99 g do *blend* B para reduzir 50% da concentração do DPPH• inicial, ou seja aproximadamente 3 vezes mais que a amostra B. Portanto a amostra A apresentou uma maior capacidade antioxidante, já que se trata de uma relação inversamente proporcional, quanto maior o valor encontrado para o EC50 menor sua capacidade antioxidante.

Rosler et al. (2007) avaliando a atividade antioxidante de frutos do cerrado brasileiro observaram que os menores valores de EC50 foram obtidos pelo ácido gálico (1,38 mg.mL⁻¹), extrato etanólico e aquoso de casca de pequi (9,44 e 17,98 mg.mL⁻¹, respectivamente), extrato etanólico de semente de cagaita (14,15 mg.mL⁻¹), extrato etanólico de semente e casca de araticum (30,97 e 49,18 mg.mL⁻¹, respectivamente), valores estes bem inferiores aos encontrados nesta pesquisa, por se tratar de extratos de frutos, e neste trabalho os *blends* apresentam aproximadamente 90% de água.

A polpa de acerola analisada por Viera et al. (2011) apresentou atividade antioxidante com valores de EC50 de 1,74 µg.mL⁻¹ para o extrato hidroalcoólico, sendo seguido pelo extrato hidroalcoólico da goiaba com um EC50 de 19,69 µg.mL⁻¹. A polpa de bacuri apresentou a menor atividade antioxidante com um EC50 de 2.356,96 µg.mL⁻¹. Esses autores ainda constataram que, assim como no teste antioxidante pelo método de captura de radicais DPPH•, a polpa de acerola apresentou a mais elevada capacidade antioxidante, com valores TEAC de 3,69 mM Trolox.g⁻¹. Os extratos de polpas de bacuri e tamarindo apresentaram as menores atividades antioxidantes com TEAC de 0,052 e 0,114 mM de Trolox.g⁻¹ de polpa de fruta, respectivamente.

Os valores encontrados através do método ABTS para os *blends* estudados, não diferiram estatisticamente entre si, apresentando valores baixos, sendo de 7,01 µM trolox.g⁻¹ para a amostra A e 6,34 µM trolox.g⁻¹ para a amostra B. Resultados estes muito inferiores quando comparados com os valores citados acima, encontrados por Vieira et al. (2011). Avaliando a atividade antioxidante total pelo método ABTS das polpas de frutas tropicais abacaxi, acerola, cajá, caju, goiaba e manga, Fonseca (2014) observou que a polpa de acerola possui maior potencial antioxidante, com valor de 68,96 µM Trolox.g⁻¹ de polpa, seguida das polpas de goiaba, abacaxi, cajá, caju e manga, onde essa teve valor de 8,53 µM Trolox.g⁻¹ de polpa, ressaltando mais uma vez que a comparação é feita do extrato da fruta puro com o *blend* que apresenta 90 % de água, ou seja, é esperado que o resultado das amostras dos *blends in natura* seja menor, já que as frutas se apresentam sem água, apenas a polpa concentrada.

Os valores encontrados para a capacidade antioxidante provavelmente poderão ser atribuídos principalmente aos compostos fenólicos e ácido ascórbico, onde as amostras que possuem maior teor desses compostos apresentaram também maior potencial antioxidante.

5.3 Avaliação estatística do processo de secagem por atomização

5.3.1 Estudo da secagem por atomização dos *blends*

Foram realizados testes preliminares para definir as formulações dos *blends*. Utilizou-se concentrações de maltodextrina de 0, 3 e 6%, verificou-se que a partir da concentração de 6% de maltodextrina o rendimento apresentado foi de 28,56% considerado favorável, por outro lado não houve muita aderência nas paredes do secador reduzindo as perdas do produto. Abaixo deste valor, com 3% de maltodextrina, houve muita aderência do pó às paredes do secador, o que resultou em um rendimento baixíssimo, e a secagem sem maltodextrina não produziu pó, ficando toda a suspensão aderida às paredes do secador. Dessa forma, optou-se por realizar os ensaios com concentrações de 4, 7 e 10% de maltodextrina. Com relação à vazão de suspensão (4, 5 e 6 mL.min⁻¹) e a temperatura (60, 80, 100°C) não foram observadas alterações visíveis nos pós, exceto nos obtidos a temperatura de 60°C onde os mesmos ficaram mais aderidos as paredes do leito e o pó obtido estava aparentemente mais úmido, granulado.

Tabela 5 – Matriz das variáveis independentes e as variáveis resposta para os ensaios de secagem por atomização de *blends* de frutas e hortaliças.

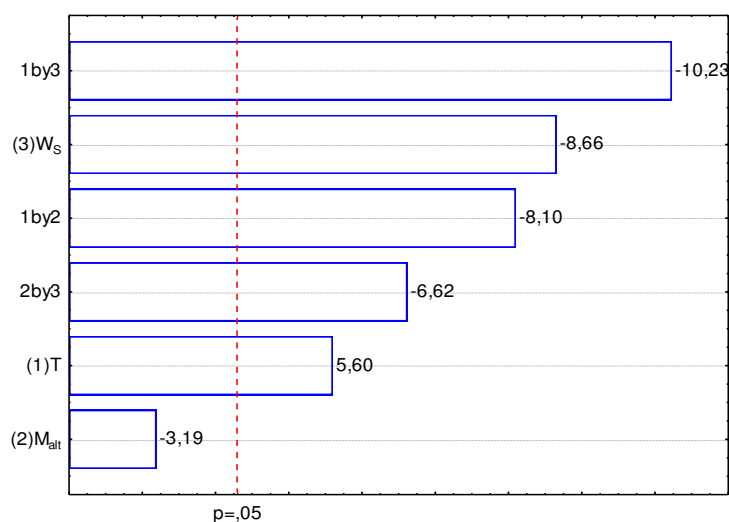
<i>Ensaio</i>	<i>T</i> (°C)	<i>M_{alt}</i> (%)	<i>W_s</i> (mL/min)	<i>Rend</i> (%)	<i>TA</i> (%)	<i>Fen. Tot.</i> (mg GAE.100g ⁻¹)
01	- 60	- 4	- 4	24,00	4,07	1146,52
02	+ 100	- 4	- 4	37,50	2,82	1234,52
03	- 60	+ 10	- 4	30,80	5,56	729,00
04	+ 100	+ 10	- 4	34,40	2,57	819,38
05	- 60	- 4	+ 6	29,00	4,77	1166,75
06	+ 100	- 4	+ 6	30,30	2,65	1169,49
07	- 60	+ 10	+ 6	27,50	4,69	749,75
08	+ 100	+ 10	+ 6	21,20	3,26	772,89
09	0 80	0 7	0 5	23,00	4,07	942,02
10	0 80	0 7	0 5	22,00	4,48	982,58
11	0 80	0 7	0 5	23,50	3,30	978,04

T (temperatura de secagem); Malt (maltodextrina); W_s (vazão de suspensão); Rend (rendimento); TA (teor de água); Fen. Tot (fenólicos totais).

Portanto foi realizado um planejamento experimental 2^3 com 3 repetições no ponto central (Tabela 5) e análise de superfície de resposta para avaliar a influência das variáveis independentes (temperatura do ar de secagem, vazão de suspensão e concentração de maltodextrina) sobre as variáveis dependentes (rendimento, teor de água e de compostos fenólicos) no processo de secagem por atomização e a forma de interação entre as variáveis.

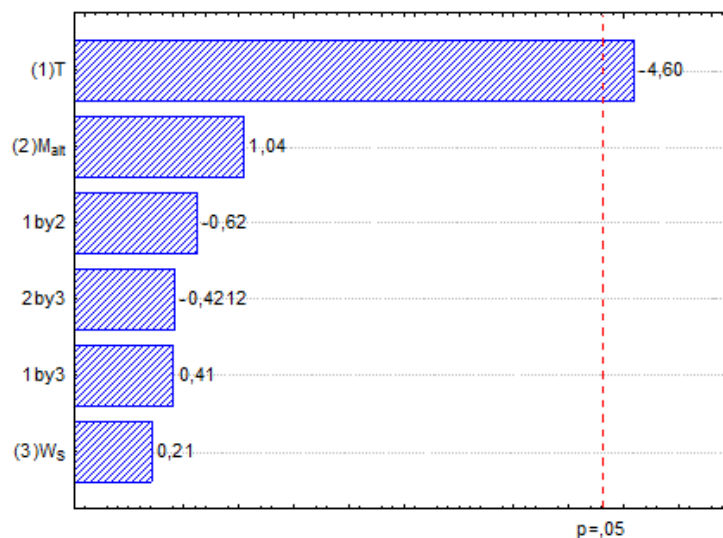
A partir dos resultados experimentais obtidos foi possível construir o Diagrama de Pareto conforme Figura 7, onde verifica-se que as variáveis independentes: vazão de suspensão, temperatura do ar de secagem e as interações temperatura de secagem X vazão de suspensão, temperatura de secagem X teor de maltodextrina e teor de maltodextrina X vazão de suspensão foram estatisticamente significativas sobre o rendimento da produção de pó, ao nível de 95% de confiança. O coeficiente de determinação (R^2) neste caso foi de 0,67 e a qualidade do ajuste de 0,18. Observa-se que a vazão de suspensão tem efeito negativo e a temperatura de secagem tem efeito positivo sobre o rendimento do processo, ou seja, diminui com o aumento da vazão de suspensão e aumenta com o aumento da temperatura de secagem, respectivamente.

Figura 7 – Diagrama de Pareto dos efeitos das variáveis independentes sobre a variável resposta Rendimento.



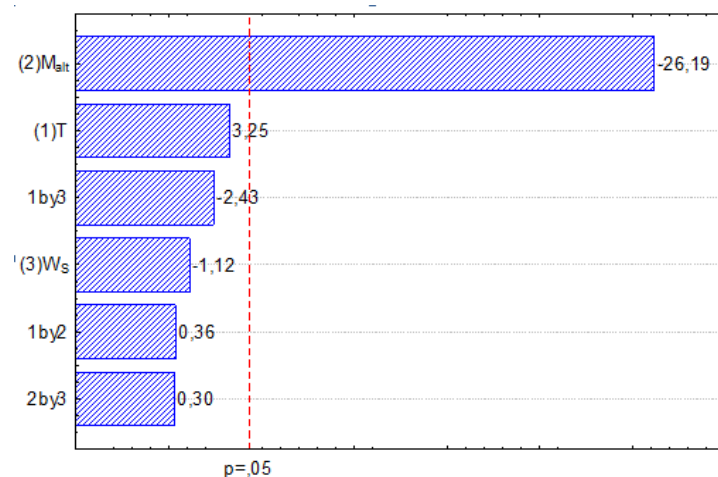
No diagrama de Pareto da Figura 8, para a resposta teor de água do *blend* seco, apenas a temperatura foi estatisticamente significativa, sendo o efeito negativo, ou seja, a medida que aumenta a temperatura, o teor de água é menor no *blend* em pó.

Figura 8 – Diagrama de Pareto dos efeitos das variáveis independentes sobre a variável resposta teor de água.



Com relação ao diagrama de Pareto da Figura 9, para a resposta teor de compostos fenólicos do pó no *blend* seco, apenas a variável teor de maltodextrina foi estatisticamente significativa, para um nível de confiança de 95%. O coeficiente de determinação (R^2) neste caso foi de 0,99 e a qualidade do ajuste de 0,99. De acordo com a Figura 9 observa-se que o teor de maltodextrina tem efeito negativo no teor de compostos fenólicos, pois se trata apenas de um adjuvante, rico em amido e quanto maior a adição do mesmo, menor a concentração da matéria-prima dos *blends* (frutas e hortaliças), e conseqüentemente menos compostos fenólicos na amostra. Observa-se que a temperatura não foi estatisticamente significativa, no entanto ficou próxima à linha dos 5%, indicando a influência positiva da mesma no teor de compostos fenólicos.

Figura 9 – Diagrama de Pareto dos efeitos das variáveis independentes sobre a variável resposta teor de compostos fenólicos.



5.3.2 Análise de Variância

Os efeitos das variáveis independentes nas respostas teor de água, rendimento da produção de pó e compostos fenólicos estão apresentados na Tabela 6, com intervalo de confiança de 95%. Os efeitos são considerados estatisticamente significativos quando seus valores de F_{cal}/F_{tab} forem maiores que 2,0, conforme Rodrigues; Iemma (2005),

O teor de água apresentou regressão em torno da média de 77,00%. O valor de F obtido pelo modelo foi 31,42 e o valor do F tabelado foi 5,12 a um nível de confiança de 95%. De acordo com Rodrigues; Iemma (2005), o modelo não é preditivo nem estatisticamente significativo quando o valor de F calculado não for superior a duas vezes o valor de F tabelado, conforme observou-se nesse processo, em que o valor de F_{calc}/F_{tab} para regressão foi 6,14. Apesar da razão F_{cal}/F_{tab} indicar que o modelo é estatisticamente significativo, não é indicado a apresentar o modelo, já que o R^2 foi de 77,00 e a qualidade do ajuste de 75%.

Tabela 6 - Análise de variância para as variáveis resposta teor de água, rendimento e fenólicos totais.

<i>Características</i>	<i>R²</i>	<i>Qualidade do ajuste</i>	<i>F_{cal}</i>	<i>F_{tab}</i>	<i>F_{cal}/F_{tab}</i>
Teor de água	77,00	0,75	31,42	5,12	6,14
Rendimento	65,13	0,30	1,9	5,05	0,37
Fenólicos	97,1	0,97	306,1	5,12	59,78

R^2 = regressão; F_{cal} = F calculado; F_{tab} = F tabelado

A percentagem de variação explicada pela regressão em torno da média para rendimento de pó foi de 65,13%. A qualidade do ajuste de 30,3% o que significa que não há nenhum ajuste entre os valores observados e os preditos pela correlação. O valor de F obtido pelo modelo foi 1,9 e o valor do F tabelado foi 5,05 a um nível de confiança de 95%. Portanto, o modelo não é preditivo nem estatisticamente significativo já que o valor de F_{calc}/F_{tab} para regressão foi 0,37 e F_{calc}/F_{tab} da falta de ajuste foi 2,95, que para ser preditivo deveria variar entre 0 e 1, de acordo com Rodrigues; Iemma (2005).

Observou-se experimentalmente no planejamento que não havia reprodutibilidade na obtenção da quantidade de pó em cada experimento, o que pode ser justificado pelo uso do secador. Um secador, leito de jorro, ser utilizado na conformação de spray drying, sem a presença de inertes. Sabe-se que um leito, sem abertura lateral (ciclone), como o leito de

orro, produz uma condensação nessa região, comprometendo o rendimento (a produção de pó).

Quanto aos fenólicos totais a percentagem de variação explicada pela regressão em torno da média foi de 97,1%. A qualidade do ajuste de 96,8% o que significa que há um bom ajuste entre os valores observados e os preditos pela correlação. O valor de F obtido pelo modelo foi 59,78 vezes maior que o F tabelado a um nível de confiança de 95%. De acordo com Rodrigues; Iemma (2005), o modelo foi altamente preditivo e estatisticamente significativo, já que nesse processo, o valor de $F_{\text{calc}}/F_{\text{tab}}$ para regressão foi 59,78 e $F_{\text{calc}}/F_{\text{tab}}$ igual a 0,13. Como o F_{calc} para regressão (306,08) é significativo e a percentagem de variação explicada (R^2) pelo modelo foi muito boa, a 95% de confiança, pode-se concluir que o modelo se ajusta bem aos dados experimentais.

Como a variável teor de fenólicos total apresentou efeito estatisticamente significativo apenas para variável independente teor de maltodextrina, optou-se por apresentar um modelo polinomial em base estatística, conforme mostrado na Equação 1, já que o teste F da regressão e da falta de ajuste foi estatisticamente significativo e altamente preditivo, respectivamente.

$$F_{\text{tot}} = 971,9 - 411,6 * M_{\text{alt}} \quad (1)$$

O modelo gerado é estatisticamente significativo e preditivo para o teor de fenólicos totais. As superfícies de resposta estão apresentadas nas Figuras 10 e 11 em que se observa a superfície plana, indicando um comportamento esperado para um modelo linear.

Figura 10. Superfície de resposta do teor de fenólicos totais em função de T e M_{alt} .

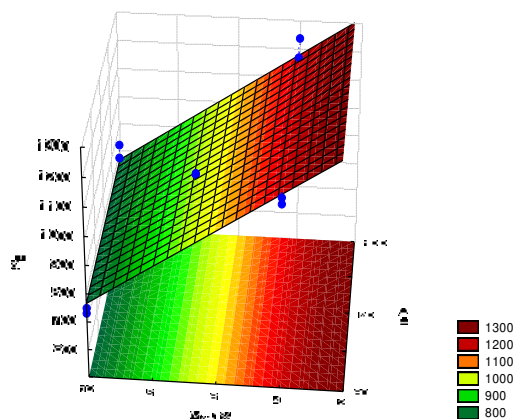
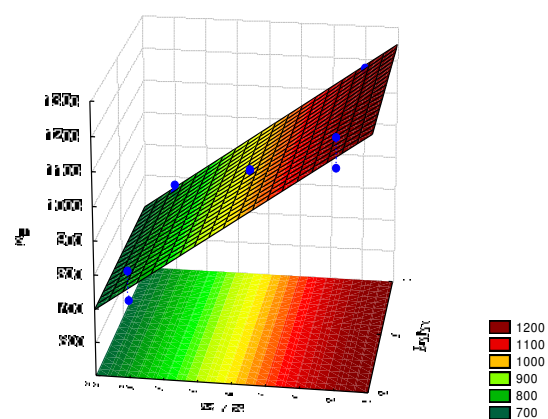


Figura 11. Superfície de resposta do teor de fenólicos totais em função de W_s e M_{alt} .



Observa-se o maior valor do teor de fenólicos totais, em torno de 1200 mg GAE.100g⁻¹, para valores baixos da vazão de suspensão, independente do valor da temperatura. O mesmo ocorre para a variação de teor de maltodextrina e vazão de suspensão. Os maiores valores de teor de fenólicos totais, ocorrem para baixos valores do teor de maltodextrina, independente da vazão de suspensão utilizada.

Em termos de otimização de processo, as melhores condições obtidas pelo planejamento experimental foi a temperatura de 100 °C, 7% de maltodextrina e 4 mL.min⁻¹ de vazão de suspensão; porém a secagem foi realizada a 80 °C, vazão de 5 mL.min⁻¹ e com a adição de 5% de maltodextrina sob a suspensão a ser atomizada, pois na secagem conforme otimização processo, o pó obtido escureceu e na concentração de 5% o pó foi mais íntegro do que a 7%, que seria o objeto da pesquisa, um pó o quanto mais natural e com um maior teor de compostos bioativos possível.

5.4 Caracterização dos *blends* em pó

As características físicas dos pós estudados estão representadas na Tabela 7. O rendimento das amostras quanto a quantidade de pó resultante da atomização foi maior para a amostra AI com 34,54% já a amostra BI obteve um menor rendimento, de 26,94%, o teor de açúcar que interfere negativamente no rendimento foi um pouco maior no *blend in natura* A, porém a quantidade de lipídios que é um fator positivo para tal parâmetro foi maior no AI, portanto os fatores se anularam e a amostra AI mesmo com maior teor de açúcares totais apresentou melhor rendimento.

Tabela 7 - Média dos valores das características físicas de *blends* de frutas e hortaliças em pó.

<i>Amostra</i>	<i>Rendi.</i> (%)	<i>Dens.</i> <i>Aparente</i> (g.ml ⁻¹)	<i>Dens.</i> <i>Real</i> (g.ml ⁻¹)	<i>Higrosc.</i> (g.100g ⁻¹)	<i>Taxa de</i> <i>molhabilidade</i> (g.min ⁻¹)	<i>Solub.</i> (g.100g ⁻¹)
AI	34,54 a	0,402 b	0,939 b	64,5 a	0,840 a	77,85 b
BI	26,94 b	0,447 b	0,949 b	55,8 b	0,201 b	83,87 a
C	-	0,522 a	1,231 a	31,6 c	0,355 b	66,61 c
DMS	3,14	0,06	0,18	0,03	0,17	5,59
*CV%	7,95	8,26	11,79	3,92	24,16	4,91

Rendi. = rendimento; Dens. = densidade; Higrosc. = higroscopicidade; Solub.=solubilidade. DMS = diferença mínima significativa. CV=coeficiente de variação. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si na coluna. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O rendimento para a polpa de cupuaçu *in natura* encontrado por Martin (2014) foi de 28,27% em secagem por atomização usando 5% de concentração de maltodextrina e temperatura de 125°C, valor este próximo ao encontrado neste trabalho. No estudo de atomização de caju Moraes (2014) conseguiu ótimos resultados de rendimento, variando entre 68,61 a 93,41%, porém em condições experimentais divergentes deste trabalho onde a concentração do agente carreador (goma arábica) variou de 15 a 25% numa temperatura de 140 a 150 °C.

Tanto na densidade aparente quanto na densidade real dos *blends* em pó formulados (AI e BI) não houve diferença significativa, sendo menores do que para a amostra comercial C. As densidades aparente de AI, BI e C foram, respectivamente, 0,402, 0,447 e 0,502 g.mL⁻¹. Lancha (2013) obteve densidade aparente de pitanga e jaboticaba (0,363 e 0,314 g.mL⁻¹) e densidade absoluta (1,545 e 1,173 g.mL⁻¹), respectivamente, valores próximos aos encontrados neste estudo. As densidades médias determinadas para os pós das formulações preparadas por Souza (2009), de manga, siriguela e umbu adicionados de gordura em pó e oleína de palma, foram iguais a 0,29 g.mL⁻¹ e 0,21 g.mL⁻¹, respectivamente. Estes valores são semelhantes aos encontrados por Francisoni et al., (2002) ao verificarem as propriedades físicas do suco de maracujá com adição de maltodextrina, desidratado em secador por aspersão, que variou entre 0,38 a 0,57 g.mL⁻¹, valores também semelhantes aos encontrados aqui. Quanto mais pesado o material, mais facilmente este se acomoda nos espaços entre as partículas, ocupando menor volume e resultando, assim, em maior densidade.

Já para a higroscopicidade, os valores encontrados foram todos divergentes significativamente entre si ($p \geq 0,05$), sendo o AI a amostra mais higroscópica com 64,5 g.100g⁻¹, a BI com 55,8 g.100g⁻¹ e a amostra C 31,6 g.100g⁻¹. Na amostra comercial não é informada a percentagem de maltodextrina e nem de outros aditivos como antiúmectantes, por exemplo, isto pode explicar a baixa higroscopicidade desta amostra em relação as demais, que foram formuladas, ambas, com 5% de maltodextrina. Tonon et al. (2009) encontraram para higroscopicidade de açai em pó, seco em spray dryer a 138°C, 15,54 g.100g⁻¹, produzido com 20 % de maltodextrina. Lancha (2013) obteve para pitanga e jaboticaba (22,91 e 25,52 g.100g⁻¹), tais resultados se devem ao fato da maltodextrina ser um produto de baixa higroscopicidade e que o seu emprego contribui na redução da capacidade de adsorção de água dos produtos em pó obtidos por *spray drying* (FERRARI et al., 2012). Estes encontraram 28,73 g.100g⁻¹ em polpa de amora preta atomizada a 160 °C com 5% de maltodextrina. Os resultados encontrados nesta pesquisa estão bem acima

dos relatados nos trabalhos citados, com exceção da higroscopicidade da amostra C, esta se apresenta apenas um pouco mais elevada em relação aos artigos citados. Estes resultados podem ser explicados, ainda, pela alta concentração de açúcares presentes nas amostras, em especial AI e BI.

Quanto a taxa de molhabilidade, a amostra AI ($0,84 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$) foi a que levou menos tempo para submergir, diferindo significativamente das demais amostras (Tabela 7). As amostras BI e C apresentaram valores de $0,20$ e $0,35 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$, respectivamente. A amostra AI por ter praticamente o dobro do teor de lipídeos e de proteínas da amostra BI apresentando suas partículas mais pesadas, conseqüentemente sua submersão na água será mais rápida que as outras. Feitosa (2014) secando polpa de murta na temperatura de secagem de $80 \text{ }^\circ\text{C}$, por aspersão, obteve uma média de $0,06 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$. Já Tonon (2009), obteve 8,61 min em açaí seco por atomização, considerando um tempo muito elevado de molhabilidade. A tendência de maior ou menor tempo para a amostra em pó submergir pode ser justificada pela maior ou menor umidade e teor de lipídios do pó, que influencia na escoabilidade do mesmo.

Szulc; Lenart (2012) ao caracterizarem pós alimentícios quanto a molhabilidade, verificaram que o tempo de umedecimento dos pós foram acima de 15 segundos, e alguns tipos de pós tiveram o tempo da molhabilidade maior que 180 segundos. Vissoto et al. (2010) consideraram que os componentes do pó da bebida de cacau, composta de 80% de açúcar, 12% de milho e maltodextrina (DE 17-19,9) e 8% de pó de cacau, não possuíam quaisquer características de instantaneidade ao passar 19,63 s para ocorrer a molhabilidade.

De acordo com Schubert (1993), a reconstituição de um pó alimentício é conduzida em quatro etapas, não necessariamente sequenciais: penetração do líquido dentro da estrutura do poro por capilaridade (molhabilidade), imersão das partículas ou porções do pó dentro do líquido (imersibilidade), dispersão do pó no líquido (dispersibilidade) e dissolução, caso as partículas sejam solúveis (solubilidade). As propriedades associadas a estas quatro etapas são denominadas propriedades de instantaneidade. Segundo o autor, para um pó com boas propriedades de instantaneidade, estes passos devem ocorrer em poucos segundos. Dessa forma, pode-se dizer que as partículas dos *blends* analisados apresentaram uma taxa de molhabilidade baixo, o que representa um aspecto positivo em relação à instantaneidade do produto.

A solubilidade dos *blends* diferiu estatisticamente ($p \geq 0,05$) entre as amostras (Tabela 7), sendo a amostra BI ($83,87 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) a que apresentou maior solubilidade, seguida da AI ($77,85 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) e C ($66,61 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$), o que pode está relacionado a

proporção de açúcares totais, já que os açúcares são solúveis em água, sendo a amostra BI a que apresentou maiores teores de açúcares, seguida da AI e C. Os resultados para solubilidade encontrados, especialmente para as amostras AI e BI estão dentro dos parâmetros exigidos para suco em pó, já que para ser consumido como uma bebida deve-se reidratar e solubilizar esses *blends* em pó em água. Os *blends* em pó apresentaram-se estáveis e podem ser reconstituídos após a mistura com água à temperatura ambiente.

Os estudos apresentados Oliveria et al. (2013) para polpa de morango atomizada encontraram $91,1 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de solubilidade quando utilizada maltodextrina 10 DE. Costa et al. (2013) obtiveram para pó de maracujá $81,6 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Tonon (2009), 94,44% de solubilidade em açai seco por atomização. Barbosa (2012) encontrou entre 98 e 99% para suco de frutas secos em spray dryer usando 12, 15, 18 e 21% de maltodextrina (10 e 20 DE). Esses resultados um pouco maiores de solubilidade encontrados nos artigos pesquisados são influenciados pelo tipo de agente carreador, e principalmente concentração do mesmo.

O *blend* em pó AI apresentou 8,23% de teor de água e não diferiu significativamente do BI (7,89%), entretanto, ambos diferiram significativamente da amostra comercial (C), cujo valor de teor de água obtido foi de 5,48% (tabela 8). Estes valores encontrados garantem que os produtos poderão ser armazenados por um longo período de tempo. Estes valores se assemelham aos encontrados por Souza (2009) para umidade dos pós de suco misto de umbu, siriguela e manga, que ficou compreendida numa faixa entre 8,51 e 7,30%. A umidade dos pós estudados se mantém dentro dos padrões estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para produtos desidratados, a Resolução RDC nº 272 de 22 de setembro de 2005 da ANVISA preconiza que produtos de frutas secos ou desidratados devem apresentar no máximo 25% de umidade (BRASIL, 2005).

O teor de água é um dos fatores que mais afeta a estabilidade do pó, uma vez que pequena quantidade de água livre é suficiente para depreciar a temperatura de transição vítrea (T_g) e, por conseguinte, aumentar a mobilidade da matriz durante a estocagem (BHANDARI; HARTEL, 2005).

O teor de resíduo mineral fixo variou estatisticamente entre as amostras, sendo o AI o pó com o maior valor de cinzas, 5,69%, em seguida a amostra C com 4,37% e BI com 4,1%. Esses valores conferem aos produtos um elevado conteúdo de minerais, pois já se tem o conhecimento que as Brassicas como também a couve são ótimas fontes de fósforo, cálcio e magnésio. Salvino (2014) estudando a desidratação da couve em secador de

cabines a 55 °C para posterior adição em pães, obteve os seguintes resultados: cinzas em couve *in natura* 1,83%, na couve desidratada 18,31%, ressaltando que os *blends* formulados contém pequenas quantidades de couve.

Tabela 8 - Média dos valores das características físico-químicas dos *blends* de frutas e hortaliças em pó.

<i>Características</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>DMS</i>	<i>CV</i>
Teor de água (%)	8,23 a	7,89 a	5,48 b	0,78	7,27
Cinzas (%)	5,69 a	4,10 c	4,37 b	0,10	1,44
pH	4,75 a	3,70 c	4,42 b	0,06	0,99
Acidez (%)	1,70 b	4,91 a	0,93 c	0,10	2,81
Sólidos Solúveis (%)	75,83 a	77,00 a	68,50 b	3,46	3,14
SS/AT	44,76 b	15,69 c	74,08 a	4,42	6,58
Açúcares Totais (%)	61,35 b	69,13 a	31,50 c	4,90	6,13
Proteínas (%)	7,30 a	4,33 b	4,16 b	0,656	8,44
Lipídios (%)	0,59 a	0,28 b	0,31 ab	0,288	48,61

DMS = diferença mínima significativa. CV=coeficiente de variação. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si na linha. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O pH dos pós analisados diferiram entre si ($p \geq 0,05$), sendo o BI o de menor valor (3,7), conseqüentemente o de maior acidez titulável (4,91% de ácido cítrico), como mostra a Tabela 8. Para as demais amostras, o pH variou de 4,42 a 4,75, e acidez titulável de 0,93% a 1,7% de ácido cítrico para os pós C e BI, respectivamente. O limão presente no BI possivelmente é o ingrediente de maior colaboração para este resultado.

Uchoa et al. (2008), analisaram pós alimentícios obtidos do processamento de polpas de maracujá, os quais relataram valores de pH de 4,17. No estudo da caracterização de pós de diferentes variedades de mangas, obtidos por *spray drying*, Bezerra (2009) constatou valores de pH que variaram numa faixa de 4,14 (variedade Cuité) e 3,44 (variedade Rosa).

Menezes et al. (2009), determinaram para pós de acerola verde seco em estufa ou liofilizado níveis de acidez igual 7,68% e 8,50%, respectivamente; e superiores as porcentagens determinadas por Costa et al. (2007) quando avaliaram pó de casca e pó de bagaço de abacaxi, que apresentaram 2,53% e 2,58% de acidez, respectivamente.

De acordo com a classificação dos alimentos em relação a acidez os resultados encontrados no presente trabalho e apresentados na Tabela 8, a amostra BI se caracteriza como produtos que se encontram no grupo de alimentos bastante ácidos, e as demais no grupo de alimentos de baixa acidez, porém em todos os pós o desenvolvimento microbiano está restrito às leveduras e bolores, podendo haver presença de algumas bactérias lácticas ou acéticas (FRANCO; LANDGRAF, 2001).

Os valores de sólidos solúveis dos *blends* em pó elaborados nesta pesquisa, AI (75,85%) e BI (77,0%) não diferiram entre si, porém apresentaram diferença significativa ($p \geq 0,05$) quando comparados a amostra C (68,5%). O elevado teor de SS das amostras em pó deve-se a concentração destes presentes nas frutas utilizadas, bem como da adição da maltodextrina como agente carreador e facilitador da secagem. Oliveira; Afonso; Costa (2011), ao caracterizar sapoti liofilizado quanto à composição físico-química, observaram teores de sólidos solúveis de 65,50%, Costa (2012) obteve 89,30% para maracujá em pó, Souza (2009) em secagem de mistura de frutas (umbu, manga e siriguela) com outros ingredientes obteve SS entre 10 e 13,3%. Portanto, nota-se que os valores de SS são bem divergentes nos trabalhos citados, isso se deve a composição de cada fruta e hortaliça a ser desidratada, e a concentração e tipo do agente carreador utilizado para auxiliar na secagem.

A relação entre sólidos solúveis e acidez titulável fornece um indicativo do sabor da fruta, pois relaciona a quantidade de açúcares e ácidos presentes (PRADO, 2009). Na Tabela 8 pode-se verificar que essa relação apresentou significativa diferença ($p \geq 0,05$) entre as amostras, sendo a amostra C a de maior valor 74,08, em seguida AI com 44,76 e BI 15,69. Isto é justificado já que a acidez titulável da amostra BI é bem maior quando comparada as demais amostras, sendo próximos os valores de SS. Costa (2012) em estudo da estabilidade de maracujá em pó obteve no período zero (inicial) um valor de 19,92 para SS/AT, valor bem próximo ao encontrado para o BI.

Quanto ao conteúdo de açúcares totais foi verificado o mesmo comportamento de concentração, bem como um incremento dos seus níveis devido a adição de maltodextrina. As amostras diferiram significativamente ($p \geq 0,05$) podendo-se observar que o BI apresentou um maior valor de 69,13 g.100g⁻¹, e o menor foi da amostra C 31,50 g.100g⁻¹.

Santos et al. (2014) secando polpa de goiaba com utilização de 10% de maltodextrina e 50% de água, em *spray dryer*, obtiveram média de 34,64 g.100g⁻¹, e Uchoa et al. (2008) encontraram para resíduo de caju desidratado em estufa um teor de açúcares totais de 36,55 g.100g⁻¹. Em acerola verde atomizada com auxílio de maltodextrina, Moura (2010) constatou 39,26% de açúcares totais.

Foi observado durante a secagem para a formulação A que ocorreu uma maior adesão das partículas no leite, já que essa amostra continha maiores teores de açúcares no *blend in natura*, e ainda, que haviam cristais de açúcares formados, podendo ter ocorrido uma possível caramelização no processo de secagem, o que explica a menor percentagem de açúcares totais da mesma, pois a hipótese é que esses açúcares ficaram retidos em maior concentração, fato comprovado por alguns estudos como o de Medeiros (2001) onde a amostra que continha maior quantidade de açúcares foi aquela em que apresentou menor rendimento no processo de secagem em leite de jorro, e Martinez et al. (1995) apresentaram uma discussão detalhada sobre o comportamento do leite de jorro na secagem de produtos vegetais, relacionando os problemas de aderência das partículas e interrupção do jorro com as características pegajosas dos sucos de frutas e vegetais provocadas pelos elevados conteúdos de açúcares (glicose, fruto se e sacarose). De acordo com o mecanismo discutido pelos autores, o efeito pegajoso acontece quando as partículas secas absorvem umidade na superfície, formando pontes de líquidos suficientemente fortes para resistir à deformação mecânica. Durante a secagem no leite de jorro, pode suceder que uma nova camada de líquido seja depositada sobre a anterior antes desta ser liberada, conseqüentemente, a temperatura diminui e a película torna-se pegajosa. De um modo geral, eles concluíram que altos teores de açúcares, na ausência de gordura, tendem a prejudicar a performance do leite de jorro na secagem de polpas de frutas.

O teor de proteínas das amostras analisadas diferiu ($p \geq 0,05$) entre a AI (7,30%) e as amostras BI (4,33%) e C (4,16%). O que não ocorreu nos *blends in natura*, neles não houve variação. Os compostos fenólicos como também os pigmentos são formados de proteínas, assim este conteúdo de proteínas superior na amostra AI pode ser explicado já que os teores de fenólicos e pigmentos nesta amostra também é superior. A quantidade é elevada, em se tratando de frutas e hortaliças, mas já que a amostra está na forma de pó, seus constituintes estão concentrados. Salvino (2014) encontrou para a couve desidratada um teor de 24,02% de proteína. Melo (2012) encontrou 2,24% de proteínas em atemoia seca por aspersão. Oliveira (2006) obteve 2,17% e 2,18%, para a câmara de secagem e o ciclone, respectivamente, ao estudar o pó da polpa de pitanga adicionada de 15% de maltodextrina e 30% de água destilada.

Em relação ao teor de lipídeos, os *blends* em pó analisados apresentaram baixa concentração devido aos ingredientes utilizados, frutas e hortaliças, segundo Vilas Boas (1999), os lipídios compreendem menos de 1% da maioria dos frutos e hortaliças, o que

também se verificou no presente trabalho, podendo todos os *blends* analisados serem indicados para dietas para redução de peso.

De acordo com a Tabela 8, a amostra AI (0,59%) diferiu significativamente ($p \geq 0,05$) da BI (0,28 %), porém ambas não diferiram da amostra comercial C (0,31%). Moura (2010) encontrou 4,8% de lipídios em polpa de acerola verde orgânica desidratada por atomização.

Quanto aos parâmetros que representam a coloração dos *blends* em pó estudados observa-se na Tabela 9 que, com exceção do parâmetro a^* , para as amostras AI e BI não houve diferença significativa, o mesmo que ocorreu para esses *blends in natura*; e apenas o ângulo Hue das três amostras foram iguais estatisticamente.

A amostra C apresenta uma luminosidade (L) inferior as demais, o que significa uma coloração mais intensa, ou seja esta é a amostra mais escura, pois de acordo com Kara; Ercelebi (2013) a luminosidade (L^*) é uma medida de cor sobre o eixo de luz-escuridão, e a redução dos valores da luminosidade (L^*) indica que as amostras ficam mais escuras. Outro fator que pode ter contribuído com essa menor luminosidade da amostra C é a umidade, esta apresentou um menor teor de água quando comparada aos outros *blends* em pó desta pesquisa, resultando em pós um pouco mais concentrados. Alguns dados encontrados para luminosidade em pós de frutas: 49,01 em maracujá (Costa et al, 2013); 34,74 em amora-preta (Ferrari; Ribeiro; Aguirre, 2012); 24,80 em polpa de murta (Feitosa, 2014) esses resultados comprovam que quanto maior o valor de L^* mais claro é o pó, como no maracujá, e quanto menor esse valor, mais escuro é o produto como na amora-preta e no açai.

Tabela 9 - Média dos valores referentes a coloração (L, a, b, C e H) de *blends* de frutas e hortaliças em pó.

<i>Amostras</i>	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>C</i>	<i>Ângulo H</i>
AI	39,77 a	-1,52 b	16,67 a	16,77 a	95,43 a
BI	40,30 a	-4,62 a	17,00 a	17,63 a	105,75 a
C	27,02 b	-1,77 b	8,52 b	9,00 b	114,70 a
DMS	5,30	1,17	7,21	6,97	20,55
CV%	9,92	29,72	34,20	32,17	13,02

DMS = diferença mínima significativa. CV=coeficiente de variação. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si na coluna. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Quanto ao parâmetro a^* , como já explicado anteriormente, demonstra a variação do vermelho ao verde. Apenas a amostra BI (-4,62) apresentou diferença significativa das demais neste parâmetro, demonstrando que nesta, a coloração verde é ainda mais forte do que nas demais. Observou-se visualmente que a amostra AI (-1,52), mesmo contendo mais produtos verdes como couve e brócolis, apresentou-se menos coloração verde após a secagem o que pode ter ocorrido devido a ação da acerola, mesmo esta estando no estágio de maturação verde, pois a coloração não se encontrava homogênea apresentando acerolas com pigmentação verde amareladas. Moreira (2013) encontrou -2,01 para pó de manga, semelhante resultado aos encontrados neste trabalho, já Tonon (2009) obteve para açaí em pó 9,57.

Com relação a coordenada b^* , como nos *blends in natura*, os pós AI (16,67) e BI (17,00) não apresentaram diferença, entretanto divergiram significativamente do C (8,25). Moreira (2013) obteve para esta coordenada para manga em pó o valor de 19,20, já Ferrari, Ribeiro e Aguirre (2012) para amora-preta encontraram 3,81.

Mais uma vez apenas a amostra C (9,00) apresentou diferença significativa frente as demais amostras AI (16,77) e BI (17,63) com relação ao Chroma. Com isso constata-se que a amostra C apresenta maior "palidez", maior tendência ao cinza. Costa et al. (2013) encontraram para esta coordenada 13,62 para pó de maracujá, semelhantes aos resultados encontrados para as amostras C, e AI e BI, respectivamente.

Quanto ao ângulo H, as amostras apresentaram valores altos e não diferiram entre si (Tabela 9), apresentando valores semelhantes às amostras *in natura*. Alguns registros da literatura mostram a discrepância dos valores, de acordo com o material analisado, por exemplo, para ângulo H em açaí Tonon et al. (2009) encontraram 0,25, valor muito inferior aos obtidos neste estudo; já para maracujá em pó Costa et al. (2013) obtiveram 94,16, bem semelhante ao resultado desta pesquisa.

5.5 Compostos bioativos e capacidade antioxidante dos *blends* de frutas e hortaliças em pó

Os teores de clorofila total das amostras analisadas foram diferentes significativamente ($p \geq 0,05$) (Tabela 10), sendo a amostra AI (133,3 mg.100g⁻¹) aproximadamente duas vezes maior que a BI (75,70 mg.100g⁻¹) e três vezes maior que a amostra C (40,91 mg.100g⁻¹), isso ocorre devido a amostra AI conter brócolis, hortaliça rica em clorofila, o que contribui para esse incremento. Salvino (2014), encontrou para a

couve desidratada 426,26 mg.100g⁻¹ de clorofila total, valor este bem mais elevado do encontrado nesta pesquisa, isso se deve ao fato de que para a secagem dos *blends* há adição de água na formulação dos mesmos, já na couve desidratada não há acréscimo de nenhum ingrediente. Por outro lado, esse conteúdo de clorofila total observado nos *blends* analisados foram significativamente maiores quando comparados com a literatura citada, por se tratar de amostras sem aditivos, praticamente íntegras, apenas com a adição da maltodextrina como facilitador da secagem.

Quanto ao conteúdo de carotenoides totais, as amostras AI (69,22 µg.100g⁻¹), BI (34,69 µg.100g⁻¹) e C (14,37 µg.100g⁻¹) apresentaram diferença estatística (p≥0,05) entre si. Lancha et al. (2013) encontraram valores que variaram de 334 µg.100g⁻¹ a 206 µg.100g⁻¹ desses compostos, para pitanga seca em spray dryer com 5 % de maltodextrina a 140°C e 10% de maltodextrina a 180°C, respectivamente. Avaliando os compostos bioativos de pós produzidos através dos resíduos de mangas das variedades Espada, Rosa e Tommy Atkins, Melo e Araújo (2011), determinaram carotenoides totais com valores entre 48 µg.100g⁻¹ e 95 µg.100g⁻¹. Os valores destes compostos para os *blends* com maior índice para a amostra AI não foram tão relevantes, e ainda pode ter sofrido influência dos métodos analíticos.

Tabela 10 - Compostos bioativos e capacidade antioxidante em *blends* de frutas e hortaliças em pó.

<i>Características</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>DMS</i>	<i>CV</i>
Clorofila (mg.100g⁻¹)	133,33 a	75,70 b	40,91 c	6,55	5,25
Carotenoides (µg.100g⁻¹)	69,22 a	34,69 b	14,37 c	1,68	4,27
Flavonoides (mg.100g⁻¹)	301,81 a	258,06 b	51,44 c	14,71	6,12
Antocianinas (mg.100g⁻¹)	14,05 a	11,70 ab	8,42 b	4,82	28,22
Ác.Ascórbico (mg.100g⁻¹)	2670,00 a	570,0 b	140,0 c	0,15	8,76
Fenólicos (mg.100g⁻¹)	2063,94 a	1082,70 b	204,32 c	548,17	39,01
<u>Capacidade Antioxidante</u>					
DPPH (g polpa.gDPPH⁻¹)	6,47 b	20,22 b	416,67 a	48,71	22,0
ABTS (µM trolox.g⁻¹)	69,59 a	54,16 b	3,49 c	4,10	6,44

DMS = diferença mínima significativa. CV=coeficiente de variação. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si na coluna. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos para análises de flavonoides dos *blends* em pó constatou diferença significativa (p≥0,05) entre todas as amostras (Tabela 10), sendo mais uma vez a

amostra AI com 301,8 mg.100g⁻¹ a de maior valor, seguida da BI com 258,1 mg.100g⁻¹ e por último a amostra C com 51 mg.100g⁻¹, entretanto são valores de alta significância em se tratando de flavonoides, o que pode ser atribuído a pigmentação intensa das amostras. Costa (2012) encontraram teores médios de 16,1 mg.100g⁻¹ em pó de maracujá. Carneiro (2011) estudando a estabilidade de açaí em pó orgânico verificou um aumento nos teores de flavonoides amarelos com o tempo de armazenamento, com valores variando de 21,04 mg.100g⁻¹ a 34,35 mg.100g⁻¹. Feitosa (2014) em secagem de polpa de murta por aspersão encontrou 17,64 mg.100g⁻¹ de flavonoides. Correia et al. (2012) encontraram 296,0 mg de quercetina.100g⁻¹ de acerola em pó.

Quanto ao conteúdo de antocianinas o *blend* em pó AI (14,05 mg.100g⁻¹) foi estatisticamente igual ao BI (11,70 mg.100g⁻¹), porém maior do que a amostra C (8,42 mg.100g⁻¹), sendo este último igual estatisticamente do BI. Ferrari (2012) obtiveram 433,32 mg.100g⁻¹ de antocianinas em suco de amora-preta seco em spray dryer, sendo utilizado 5% de maltodextrina, assim como neste trabalho, e uma temperatura de 160°C, esta duas vezes maior que a utilizada neste trabalho que foi de 80°C. Lancha et al. (2013) encontraram para pó de pitanga 84,04 mg.100g⁻¹ e de jabuticaba 1464,44 mg.100g⁻¹ de antocianinas, secas em spray dryer com uso de 5 % de maltodextrina a 140°C. Já Oliveira et al. (2013) em secagem de polpa de morango utilizando maltodextrina 10DE (sendo 1 parte de sólidos da polpa de morango para 2 de agente carreador), a 180°C obtiveram 84,24 mg.100g⁻¹ de antocianinas. Então, comparando os resultados do teor de antocianinas das frutas citadas com os *blends* analisados nesta pesquisa, observa-se que estes apresentaram valores aquém, por se tratar de *blends* de frutas e hortaliças que não são ricas em antocianinas.

Os resultados encontrados neste trabalho para vitamina C, especialmente para a amostra AI (2670,00 mg.100g⁻¹) foram bem expressivos, sendo que o valor de tal amostra foi quase 500% maior que o valor obtido para a amostra BI (570 mg.100g⁻¹) e 1900% maior do que o encontrado para a amostra C (140 mg.100g⁻¹). Sendo assim, todos os valores diferiram significativamente ($p \geq 0,05$) ente si. Isso mostra que o tempo de contato da amostra com o ar quente no interior do leito é tão curto, frações de segundos, que mesmo o ácido ascórbico sendo um composto termossensível não sofreu perdas significativas. E ainda que a acerola verde e o brócolis contribuíram para o elevado teor de ácido ascórbico encontrado para a amostra AI, o que também foi observado na amostra *in natura*, portanto comparando o *blend in natura* (360 mg.100g⁻¹) com o seco, nota-se uma elevação na concentração de 700% de ácido ascórbico neste último.

Menezes (2009) relata um teor de vitamina C em acerola verde seca em estufa de $988.57 \text{ mg.100g}^{-1}$, já a mesma acerola verde liofilizada apresentou $2093.01 \text{ mg.100g}^{-1}$ de vitamina C. Correia et al. (2012) obtiveram $2748,03 \text{ mg.100g}^{-1}$ em acerola em pó, utilizando leite de jorro também a 70°C , porém sem agente carreador, ou seja a polpa de acerola pura. Salvino (2014) obteve em couve desidratada $169,94 \text{ mg.100g}^{-1}$ de vitamina C. Queiroz et al. (2015) realizando secagem de casca e semente de lichia em estufa a 45°C encontraram $225,98$ e $75,67 \text{ mg.100g}^{-1}$, respectivamente, considerados pelo autor valores relativamente altos de ácido ascórbico. Portanto, quando comparados os dados deste trabalho com os da literatura vigente observa-se que as amostras formuladas nesta pesquisa (AI e BI) apresentam um potencial valor biológico, por seu valor de ácido ascórbico ser tão expressivo e este ser um composto que atua diretamente no potencial antioxidante dos alimentos.

Os teores dos compostos fenólicos encontrados para as amostras formuladas (AI e BI) foi bem maior do que para a amostra comercial (C), apresentando diferença significativa ($p \geq 0,05$) para todos os valores. Observa-se que os valores de fenólicos da amostra AI ($2063,94 \text{ mg GAE.100g}^{-1}$) foi quase o dobro da amostra BI ($1082,70 \text{ mg GAE.100g}^{-1}$), e aproximadamente quatro vezes maior do que o obtido para C ($204,32 \text{ mg GAE.100g}^{-1}$), valores estes também elevados quando comparados aos existentes na literatura encontrada, o que também pode ser um efeito da associação além da couve e do abacaxi, ao brócolis e acerola.

Salvino (2014) encontrou um conteúdo de $313,43 \text{ mg.100g}^{-1}$ fenólicos em couve desidratada. Correia et al. (2012) constataram para acerola em pó alto conteúdo de fenólicos ($8839.33 \text{ mg de CE/100g}$), sendo este valor expresso em catequina equivalente, diferente deste trabalho que é em equivalente de ácido gálico. Costa et al. (2013) encontraram $175,6 \text{ mg GAE.100g}^{-1}$ em maracujá em pó obtido em *spray dryer* operado a $190-195^{\circ}\text{C}$, com utilização de maltodextrina como agente carreador. Cornejo et al. (2010) observaram $671,3 \text{ mg GAE.100g}^{-1}$ e $6654,4 \text{ mg GAE.100g}^{-1}$ de compostos fenólicos totais em polpa e pó de camu-camu, respectivamente, sendo o último obtido em *spray dryer* a 180°C e com 15% de maltodextrina como agente encapsulante.

Os valores da capacidade antioxidante das amostras AI, BI e C obtidos pelos métodos DPPH e ABTS. O comportamento das amostras AI e BI foi similar ao comportamento dos *blends in natura*. A amostra BI apresentou valor aproximadamente três vezes maior do que a amostra AI, sendo portanto o potencial antioxidante da amostra AI três vezes maior do que o potencial da BI, porém neste caso, os valores foram

estatisticamente similares ($p \geq 0,05$). A amostra C (416,67 g polpa.gDPPH⁻¹) diferiu significativamente das amostras AI (6,47 g polpa.gDPPH⁻¹) e BI (20,22 g polpa.gDPPH⁻¹), apresentando um valor expressivamente maior, o que determina, por esse método, uma baixa capacidade antioxidante. Se for comparada as quantidades que deverão ser consumidas de cada amostra para diminuir em 50% a concentração do DPPH•, fica evidente o alto potencial antioxidante das amostras AI e BI, especialmente a AI e o baixo potencial da amostra C, sendo necessário 6,47 g da AI e 416,67 g da amostra C para que esta redução possa ocorrer. As substâncias antioxidantes presentes nos extratos reagem com o DPPH que é um radical estável, e converte-o em 2,2-difenil-1-picril hidrazina. O grau de descoloração indica o potencial antioxidante do extrato. Um extrato que apresenta alto potencial em seqüestrar radicais livres possui baixo valor de EC50. Desta forma, uma pequena quantidade de extrato é capaz de decrescer a concentração inicial do radical DPPH em 50%, ou seja, inibir a oxidação do radical em 50% (ROSLER, 2007).

Estes resultados confirmam aqueles encontrados para os compostos bioativos, que são os responsáveis por essa ação antioxidante, onde a amostra AI se sobressai em praticamente todos eles, ácido ascórbico, compostos fenólicos, clorofila e flavonoides e a amostra C sempre apresentando valores aquém dos encontrados para a AI e BI.

A atividade antioxidante de diferentes amostras é difícil de ser comparada, pois os autores utilizam diferentes diluições das amostras para a realização da análise, já que cada amostra apresenta um poder antioxidante diferente. Além disso, as análises e formas para expressar os resultados são diversas (COUTO; CANNIATTI-BRAZACA, 2010). Stratil, Klejdus; Kubáň (2007) relatam que a comparação de resultados referentes à capacidade antioxidante publicados nos métodos individuais e entre publicações do mesmo método é frequentemente problemática.

Reis (2014) encontrou para brócolis fresco um valor de EC50 de 22,26 g polpa.gDPPH⁻¹ valor este superior ao AI e semelhante ao BI, porém bem inferior a da amostra comercial C. Não foram encontrados trabalhos que retratassem a atividade antioxidante de suco ou frutas em pó determinados pelo método DPPH e expressos em EC50.

Ao observar os resultados obtidos pelo método ABTS foi verificada a diferença significativa em todas as amostras, sendo mais uma vez a amostra AI com 69,59 μM trolox.g⁻¹ a de maior potencial antioxidante, seguida da amostra BI com 54,16 μM trolox.g⁻¹ e por último e apresentando novamente uma baixa capacidade antioxidante a amostra comercial C com 3,49 μM trolox.g⁻¹. Tiveron (2010) investigando a capacidade

antioxidante de hortaliças liofilizadas convencionais, encontrou em extratos etanólicos valores de 34, 32 e 18 μM de trolox.g⁻¹ em amostras de brócolis, espinafre e rúcula, respectivamente, todos inferiores aos valores encontrados para os *blends* em pó AI e BI, e superiores ao resultado da amostra comercial C, novamente confirmando o baixo potencial antioxidante da mesma. Já Moura (2010) para acerola verde em pó desidratada em spray dryer encontrou um valor superior aos relatados neste estudo, de 1209,76 μM Trolox.g⁻¹ de pó, o que pode ser justificado pelo fato de ser a polpa da acerola e a mesma se encontrar no estágio de maturação verde, onde apresenta um maior teor de vitamina C e consequentemente uma capacidade antioxidante maior. Neste trabalho o método de ABTS foi menos eficaz que o do DPPH para analisar a atividade antioxidante.

É importante observar que a maioria dos valores são de frutas *in natura*, e os pós obtidos das secagens também são de um extrato fresco (feito na hora da secagem), nesse caso o *blend* foi congelado e posteriormente realizado a secagem e as análises.

Portanto, a atividade antioxidante dos *blends* estudados pode ser atribuída à habilidade de sequestrar radicais livres por meio da doação de hidrogênio, visto que os *blends* mencionados apresentam alto conteúdo de compostos fenólicos e ácido ascórbico. Os *blends* que possuem baixa quantidade de compostos fenólicos e ácido ascórbico não apresentaram bom potencial antioxidante. Essa relação sugere que a contribuição dos compostos fenólicos, como também do ácido ascórbico nesse modelo é relevante.

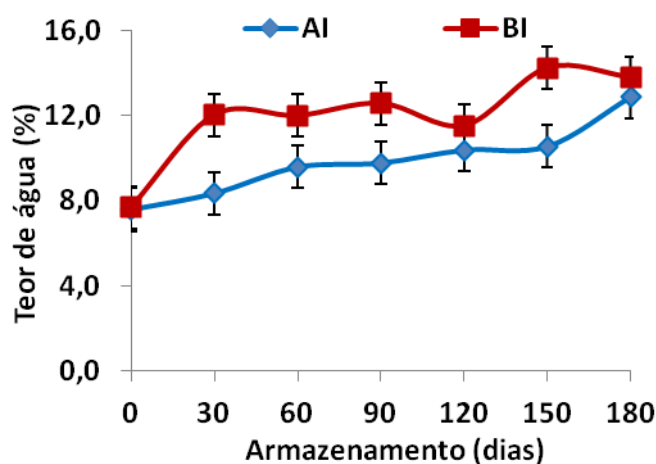
5.6 Características físicas e físico-químicas durante 180 dias de armazenamento

No estudo do armazenamento dos *blends* em pó obtidos pelo método de secagem por atomização foi realizada análise estatística dos valores obtidos para o teor de água, a qual foi significativa ($p \leq 0,01$) ao longo do tempo de armazenamento (Figura 12), no geral ascendeu durante o período de armazenamento, apesar da embalagem metalizada está totalmente fechada, pode não ter oferecido barreira eficiente com relação à permeabilidade ao oxigênio e ao vapor d'água, favorecida, provavelmente, por possíveis oscilações da temperatura e umidade do local de armazenamento. Para a amostra AI o teor de água de 7,59% no tempo zero (inicial) passou para 12,89% aos 180 dias de armazenamento. Na amostra BI esse aumento foi de 7,69 a 13,79% de água. Apesar do incremento no teor de água até o final do armazenamento, as amostras se encontram dentro dos requisitos específicos da ANVISA (2005), RDC 263 para farinhas, amido de cereais e farelos, onde o

máximo permitido é 15,0% de água. Esta comparação foi feita por não existir legislação para sucos desidratados para este parâmetro.

Moura (2010), semelhante ao observado nesta pesquisa, verificou tendência de acréscimo no teor de água durante o armazenamento de acerola em pó orgânica. Carneiro (2011), observou que não houve variação de umidade no estudo da estabilidade do pó de açaí orgânico acondicionado em embalagem laminada ao longo dos 270 dias de armazenamento, apresentando valor médio de 5,17%.

Figura 12 - Teor de água de *blends* de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.



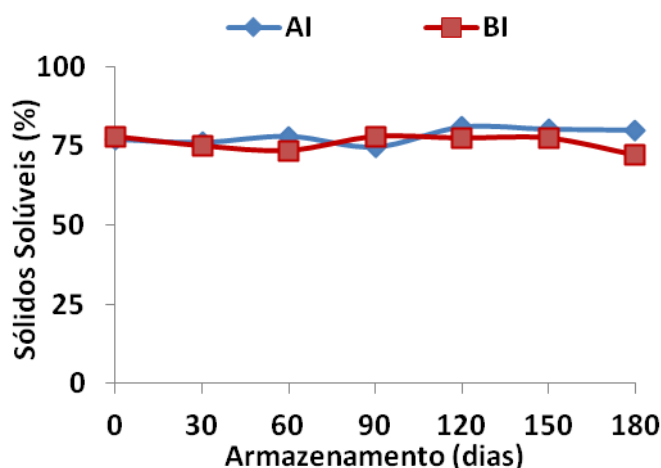
Para o teor de Sólidos Solúveis (SS) da amostra AI não houve alteração significativa durante o período de armazenamento, as amostras mantiveram-se praticamente constantes durante o armazenamento. A pequena variação da acidez durante o armazenamento do pó AI (Figura 13) provavelmente contribuiu para a estabilidade do conteúdo de SS nessa amostra, já que os açúcares totais diminuem para as amostras analisadas. E ainda ao longo do armazenamento o teor de água vai aumentando e a dissolução dos açúcares também.

Já a amostra BI apresentou oscilações no conteúdo de SS durante o seu armazenamento, sendo significativo ao nível de 5% de probabilidade, porém estes não se ajustaram a nenhum modelo testado, iniciando com 78% de SS, aos 60 dias apresentou 73,5% e no final do armazenamento diminuiu um pouco chegando a 72%. A mesma explicação, em relação a acidez dessa amostra pode relacionar essa diminuição nos teores de SS, já que durante o armazenamento a acidez da amostra BI também reduziu.

As amostras com maior teor de SS se relacionam com a maior concentração de açúcares. Apesar disso, os sólidos solúveis incluem outras substâncias solúveis, dentre eles, minerais solúveis, ácidos, alcoóis.

Costa (2012) estudando a estabilidade de maracujá em pó durante 360 dias encontrou valores médios de 89,30 °Brix não ocorrendo diferença significativa durante o período de armazenamento. Já Moura (2010) estudando a estabilidade de pó de acerola verde orgânica, verificou uma diminuição no conteúdo de sólidos solúveis, durante o armazenamento por 360 dias a 20°C, cujos valores variaram de 100,35 a 97,89 °Brix.

Figura 13 - Sólidos solúveis de *blends* de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.

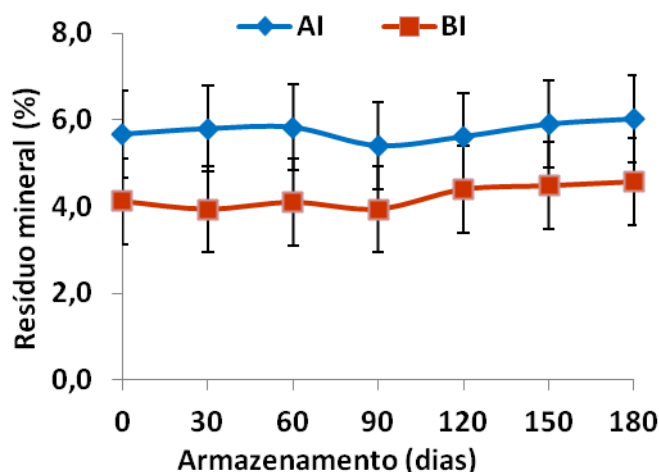


O resultado das características físico-químicas dos *blends* em pó de frutas e hortaliças AI e BI, ao longo do período de 180 dias de armazenamento, estão representados nas Figuras 14, 15, 16 e 17. Todos os parâmetros apresentaram significância de 1% ao longo do período de armazenamento, exceto os parâmetros sólidos solúveis e SS/AT para a amostra BI, os quais não foram significativos com o tempo.

Para o resíduo mineral fixo dos *blends* em pó estudados, de acordo com a Figura 14, a amostra AI permanece entre 5,5 a 6,0% de cinzas durante todo o período de armazenamento, já a amostra BI apresenta um valor inicial de 4,12% e um valor final de 4,57%, portanto um comportamento similar entre as amostras, ou seja, um incremento de aproximadamente 0,5% de cinzas ao final do período de armazenamento. Isso sugere que os *blends* em pó são boas fontes de minerais e ainda que os mesmos não são perdidos durante o armazenamento. Ao comparar os resultados obtidos neste estudo com os da

literatura observa-se que Santos et al. (2013) encontraram valores mais baixos em polpa de caju desidratada em leito de jorro com 10% de maltodextrina (1,44 a 1,57%) e Moraes (2014) obteve valores próximos, mas ainda inferiores aos encontrados para os *blends* em pó, estudando polpa de caju atomizado em spray dryer com 15% de goma arábica a 140°C encontrou 4,04% de cinzas. Costa (2012) percebeu um pequeno decréscimo dos valores médios com o armazenamento por 360 dias de maracujá desidratado em spray dryer, os quais reduziram de 5,3 para 4,7%, fato contrário o que ocorreu neste trabalho.

Figura 14 - Percentagem de resíduo mineral fixo de *blends* de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.

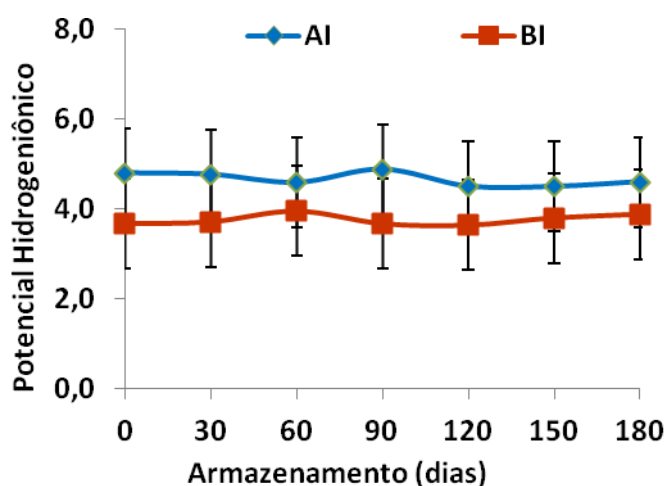


Para a variável pH, os valores tratados estatisticamente não se ajustaram a nenhum dos modelos testados (linear, quadrático e cúbico), todavia, apresentou diferença significativa ($p \leq 0,01$) com o tempo de armazenamento (Figura 15). O pH da amostra AI tendeu a diminuir durante seu armazenamento, indo de 4,8 a 4,6, ocorrendo o inverso com a amostra BI, onde o valor inicial foi 3,7 e o final 3,9. Porém essas alterações não são suficientes para acarretar mudanças nas amostras, já que é considerado um baixo pH, tornando o meio desfavorável ao ataque de microrganismos.

Galdino et al. (2003) analisando os resultados dos valores médios do pH do umbu em pó durante o armazenamento em embalagem laminada, constataram pH iguais nos tempos inicial e final (60 dias), este valor médio foi de 5,31. Alexandre et al. (2014) verificando a estabilidade de pitanga em pó, desidratada pelo processo de secagem em estufa, observou que o pH diferiu entre o tempo inicial (zero) e o tempo final (60 dias) do armazenamento com tendência de aumento nos valores a partir dos 30 dias, indicando que

a embalagem não evitou a alteração do pH, semelhante ao comportamento da amostra BI. Já Carneiro (2011) avaliando a estabilidade do açaí em pó orgânico, observou que os teores de pH diminuíram de 5,24 para 4,75 durante o armazenamento, sob temperatura ambiente, por 270 dias, como ocorreu neste trabalho para a amostra AI.

Figura 15 - Potencial hidrogeniônico de *blends* de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.



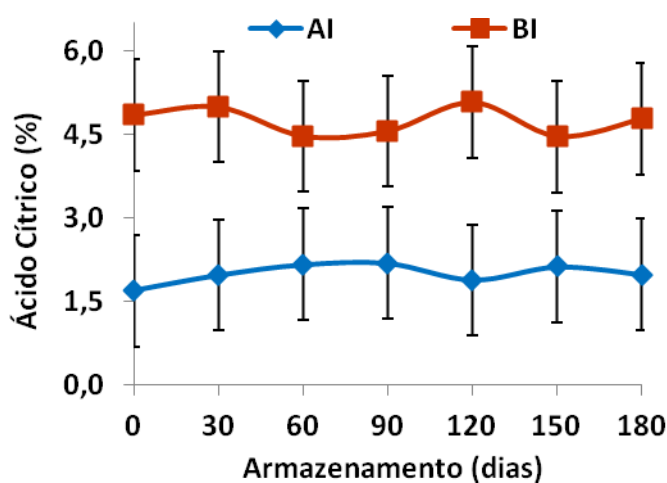
O conteúdo de acidez corrobora com os resultados discutidos no parágrafo anterior para o resultado de pH das amostras, enquanto para a amostra AI há um aumento dessa acidez durante o armazenamento, para a amostra BI ocorre uma pequena diminuição ao longo dos 180 dias. A redução nos valores de acidez ocorreu provavelmente devido a oxidação dos ácidos orgânicos da amostra com o tempo de armazenamento em razão das condições de armazenamento.

Moura (2010) observou pequena variação, de 0,46 para 0,44% de ácido málico durante o período de armazenamento de 360 dias de acerola verde atomizada, com tendência a estabilidade nos últimos 180 dias de armazenamento. Essa variação pode estar associada à oxidação dos ácidos orgânicos presentes. Os ácidos orgânicos presentes em alimentos influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e a manutenção de qualidade (CECCHI, 2003).

Em estudo de estabilidade de pitanga em pó armazenada durante 60 dias, Alexandre et al. (2014) verificou uma tendência de redução no teor de ácido cítrico, com diferenças significativas entre os tempos inicial e final de armazenamento, sendo o valor médio de 1,28% de ácido cítrico. Costa et al. (2013) observaram oscilações destes valores,

apresentando-se nos últimos dias de análises, teores médios de 4,54 mg de ácido cítrico.100g⁻¹ de pó de maracujá. Meneses et al. (2009) estudaram a estabilidade do pó de acerola verde obtido em estufa com circulação de ar e liofilização por um período de 180 dias e demonstraram uma redução da acidez titulável com o tempo de armazenamento, variando de 7,68% a 6,55% para o pó dos frutos obtidos por desidratação em estufa e 8,50% a 6,18% para o pó dos frutos obtidos por liofilização.

Figura 16 - Percentagem de acidez de *blends* de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.



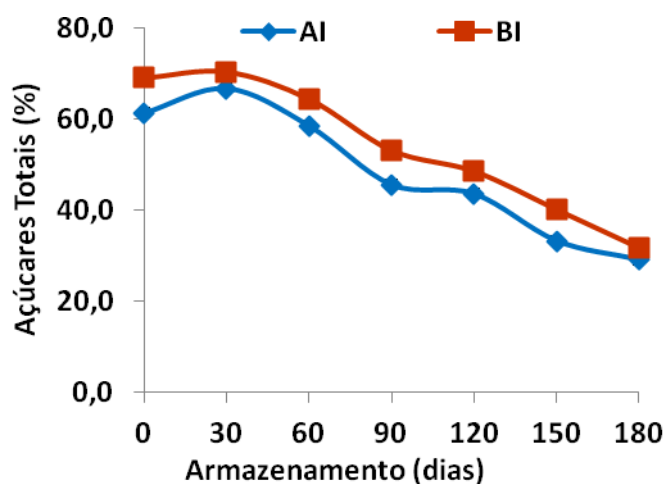
Os teores de açúcares totais decresceram para ambas as amostras estudadas durante os 180 dias de armazenamento. O *blend* AI apresentou valores de 61,45, 45,6 e 29,07% de açúcares para os períodos de 0, 90 e 180 dias respectivamente; enquanto para esse mesmo período os valores de 69,13, 53,2 e 31,73% de açúcares totais foram observados para o *blend* BI. O fato do produto está na forma desidratada, bem como a adição de maltodextrina na formulação podem ajudar a explicar os elevados valores determinados. A oscilação dos valores pode ser decorrente de possível instabilidade racional, com ocorrência de reações degradativas e de síntese, como a hidrólise dos açúcares ao longo do tempo de armazenamento. Ou ainda pode ser explicado devido a Tg, temperatura de transição vítrea, que possivelmente sofreu alteração durante o armazenamento dos *blends*.

A temperatura de transição vítrea da maior parte dos componentes alimentícios solúveis em água (polímeros, polissacarídeos e proteínas) é elevada e aumenta com o aumento do peso molecular. Uma vez que esses materiais tendem a se decompor em temperaturas menores que Tg. O estado físico e as propriedades físico-químicas dos alimentos mudam seu comportamento durante as etapas de processamento, de distribuição

e de armazenagem. A remoção de água por evaporação e a desidratação por imersão/impregnação ou congelamento geralmente resultam na formação de produtos no estado amorfo (Slade; Levine, 1991). Produtos amorfos, em geral, sofrem efeito de plasticização pela água. Nesse caso, o teor de água dos materiais tem forte influência sobre a sua temperatura de transição vítrea. A água provoca uma redução drástica na Tg de polímeros alimentícios (Slade; Levine, 1991), e mesmo a presença de traços de água pode significar reduções significativas no valor da Tg.

O efeito plasticizante da água também afeta a qualidade de produtos em pó, principalmente aqueles com alta concentração de açúcares. Os processos de secagem por liofilização ou spray dryer, devido à rápida remoção de umidade, resultam em produtos no estado vítreo. Açúcares no estado amorfo são produtos altamente higroscópicos e absorvem água quando expostos a ambientes com elevada umidade relativa. Esse processo resulta em alterações estruturais, como a cristalização e o empelotamento, que resultarão em produtos com texturas indesejáveis, como a pegajosa e a granular, de acordo com as condições de temperatura e umidade do ambiente. Essas alterações estruturais são indesejáveis, pois interferem na habilidade de dissolução e no escoamento livre dos pós (LABUZA et al., 2004).

Figura 17 - Percentagem de açúcares totais de *blends* de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.



Avaliando pó de açaí orgânico armazenado por 270 dias ao ambiente Carneiro (2011) também observou um decréscimo desta variável ao longo do tempo, apresentando teores médios de 39,26 %. Moura (2010) relata que o conteúdo de açúcares totais em pó de acerola verde atomizada reduziu no decorrer dos dias de armazenamento, valores foram de

39,26 % no início do armazenamento para 27,45% no 225º dia de armazenamento e a partir desse dia apresentou tendência à estabilização até os 360 dias de armazenamento, e diz ainda que os açúcares solúveis são responsáveis pela doçura dos frutos devido ao seu equilíbrio com os ácidos, portanto, o teor de açúcares pode influenciar diretamente a higroscopicidade. Portanto, essa característica tem importância prática, tendo em vista a estabilidade do produto em pó armazenado (BORGES, 2011).

A evolução da coloração para os *blends* em pó AI e BI está representada nas Figuras 18, 19, 20, 21, 21 e 23. Todos os parâmetros de coloração sofreram alterações significativas estatisticamente a 1% de probabilidade ao longo do período de armazenamento de 180 dias, com exceção do Hue para a amostra BI que foi a 5% de probabilidade.

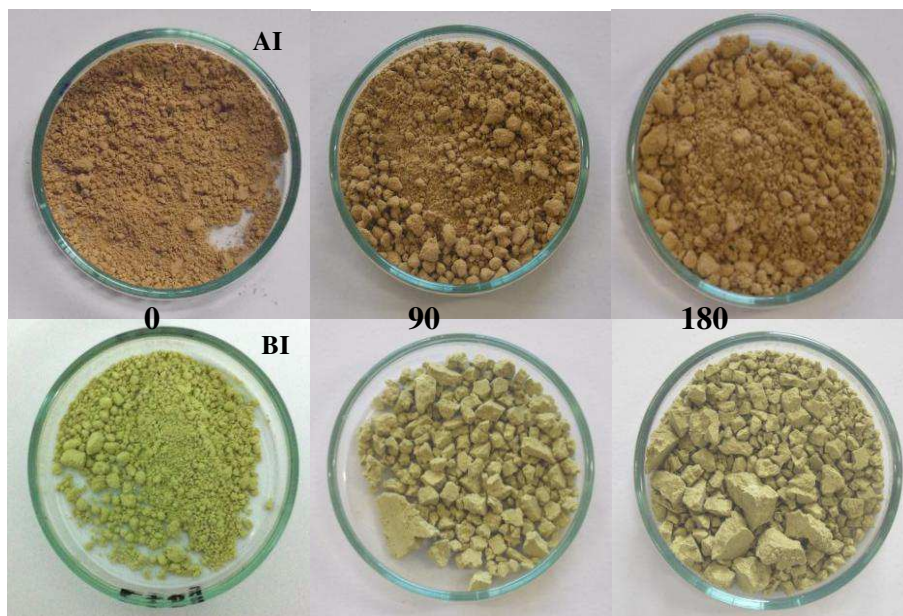
A cor dos produtos alimentares é um parâmetro importante para avaliação porque esta métrica representa diretamente a quantidade de determinados compostos bioativos (por exemplo, carotenóides) e tem um efeito atraente para o consumidor (LANCASTER et al. 1997).

A luminosidade das amostras (L^*) pode ter sido influenciada pela maltodextrina utilizada como matéria-prima, que por possuir cor branca, diminui a cor verde característica dos *blends in natura*, onde predomina a cor dos hortaliças, couve e brócolis, o que deixa o produto mais claro. A Luminosidade (L) para a amostra AI sofreu uma diminuição mais acentuada no período de 90 dias, mas depois estabilizou durante o período final do armazenamento, sendo os seus valores 40,4, 31,3 e 39,0 nos dias 0, 90 e 180 respectivamente. Já para amostra BI a luminosidade apresenta um aumento aos 90 dias e depois diminui até o último dia de armazenamento, sendo de 40,3, 45,3 e 33,6 respectivamente a 0, 90 e 180 dias de armazenamento. É nítido na Figura 18 para a amostra BI o escurecimento no último período de armazenamento. O valor de Luminosidade (L^*) é um indicador de escurecimento ao longo do armazenamento que pode ser ocasionado tanto por reações oxidativas quanto pelo aumento da concentração de pigmentos (KADER, 2010). Esta reação de escurecimento provavelmente foi de ordem não-enzimática, a qual em alimentos processados estão associadas com as condições do armazenamento, que podem ter ocorrido em detrimento da degradação da clorofila e do ácido ascórbico.

A luminosidade média do pó de acerola não apresentou diferença significativa no decorrer do armazenamento de 360 dias, observando que não houve escurecimento (enzimático ou não enzimático) da acerola orgânica verde (MOURA, 2010). Já Oliveira et al. (2015) mostrou que a polpa do fruto de mandacaru em pó com 10% de maltodextrina,

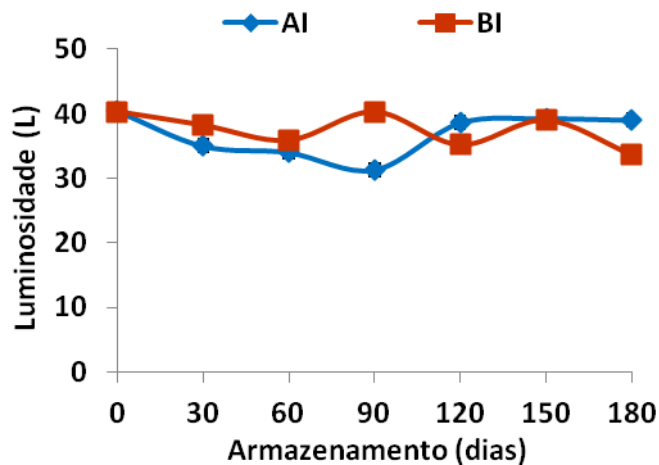
nas dextroses equivalentes de 10 e 14 indicam, de forma geral, apresentou escurecimento, em razão da diminuição de L^* ao longo do tempo de armazenamento.

Figura 18 - *Blends* de frutas e hortaliças em pó nos tempos 0, 90 e 180 dias de armazenamento.



Em condições aeróbicas, o ácido ascórbico é transformado em ácido dehidroascórbico que passa a ácido 2,3-dicetogulônico produzindo, finalmente, hidroxifurfural (SHAW et al., 1993; SADLER et al., 1997).

Figura 19 - Luminosidade de *blends* de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.

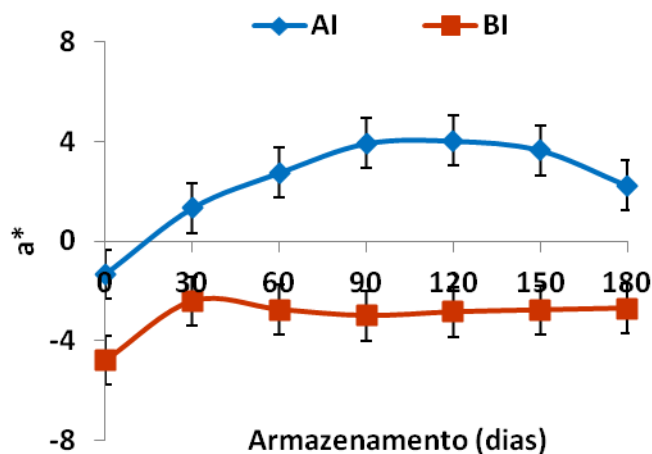


Para o parâmetro a^* os resultados foram negativos, indicando tonalidade verde, que alterou conforme o tempo de armazenamento. Para a amostra AI apenas no período inicial (tempo zero) o valor foi negativo (-1,33) sofrendo modificações durante o armazenamento, aos 60 dias o valor foi de 2,75, aos 120 dias passou para 3,8 e no último dia de armazenamento o valor encontrado foi de 2,2, o que mostra um pouco de perda da coloração verde, quando verificado o teor de clorofila da mesma, apesar de não ter sido estatisticamente significativa houve uma redução de 133,34 no início do armazenamento para 128,59 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ao final do mesmo.

Já a amostra BI permanece com valores negativos até o final do armazenamento indo de -4,7 no primeiro dia de armazenamento à -2,7 no último dia, sendo esta amostra visualmente mais verde do que a outra, já que os valores são menores e mais negativos. Quanto aos teores de clorofila da amostra BI variaram de 85,95 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ a 68,15 $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ durante o armazenamento.

Os valores para a coordenada a^* obtidos no trabalho de banana em pó dos autores Lima; Schimdt (2014) variaram de 2,02 para 2,94 durante o período de armazenamento, porém diferente desta pesquisa observou-se um aumento com o tempo de armazenamento. De acordo com o autor os principais tipos de pigmentos responsáveis pelas cores em alimentos de origem vegetal são a clorofila, os carotenóides e as antocianinas, e que a variação da coordenada a^* pode ter ocorrido devido a pequena redução dos conteúdos de antocianinas totais e de clorofila total, sendo mais expressivo a redução desse último parâmetro, fazendo com que a coordenada a^* aumentasse nos últimos dias de armazenamento, a deixando mais na linha do positivo.

Figura 20 - Coordenada a^* de *blends* de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.



Alexandre et al. (2014) observaram a diminuição da intensidade de vermelho da pitanga em pó entre o tempo zero e o tempo final (60 dias), 23,04 a 16,06, respectivamente, segundo o autor essa diminuição pode ser devida à transparência e permeabilidade da embalagem, que expõe a amostra à luz, umidade e ao calor, proporcionando instabilidade do ácido ascórbico.

Já no parâmetro b^* as duas amostras AI e BI tendem a aumentar durante o armazenamento (Figura 21). A amostra AI apresentou um valor de 15,7 no dia zero e no último dia de armazenamento era 18,4. O mesmo aconteceu para a amostra BI sendo de 18,5 o resultado obtido para a coordenada b^* no início do armazenamento e de 21,6 ao final do mesmo. Oliveira et al. (2015) observaram decréscimo da intensidade de amarelo (+b) entre 0 e 10 dias; a partir de 10 dias a intensidade de amarelo se eleva entre todos os tempos atingindo, ao final do armazenamento, aumentos percentuais de 7,81% para a DE = 10 e 12,24% para a DE = 14.

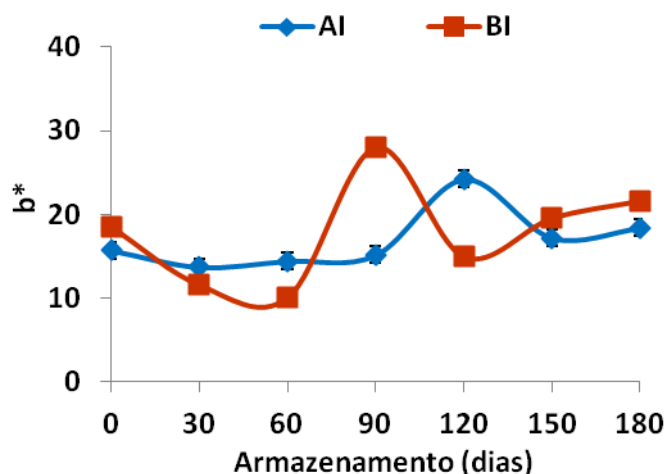
O mesmo comportamento foi mostrado por Lima; Schimdt (2014) para banana em pó, onde a amostra armazenada a 25° C, indicou aumento da tonalidade azul com o tempo de armazenamento, mas visualmente o produto não apresentou mudança. E ainda por Costa et al. (2013) onde verificaram pequena oscilação para os valores dessa variável durante o armazenamento, indicando uma descoloração do pó, sendo que no final do experimento, foram apresentados para o pó de maracujá b^* de 14,11 sendo maior que o valor inicial no tempo 0.

Avaliando a cor do pó de acerola orgânico por um período de 360 dias, Moura (2010) demonstrou valores médios de b^* em torno de 22,47, estes valores não apresentaram diferença significativa ao longo do armazenamento apresentando-se estável durante todo o período de estocagem. Oliveira et al. (2015) observaram nas duas DEs decréscimo da intensidade de amarelo (+b) entre 0 e 10 dias; a partir de 10 dias a intensidade de amarelo se eleva entre todos os tempos atingindo, ao final do armazenamento, aumentos percentuais de 7,81% para a DE = 10 e 12,24% para a DE = 14.

Comportamento diferente deste trabalho foi observado por Alexandre et al. (2014) onde a intensidade de amarelo (+ b^*) reduziu de 33,98 a 26,52 durante 60 dias de armazenamento. Segundo Barbosa (2010) a redução de b^* pode ser devido à presença de reações sensíveis ao calor envolvendo a oxidação de pigmentos presentes, como carotenóides, compostos fenólicos, em função da temperatura de estocagem do pó e presença de luz, resultando no final do estudo pós de coloração menos amarela. Tais

fatores também podem ser considerados para possível justificativa da oscilação de valores observada.

Figura 21 - Coordenada b^* de *blends* de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.

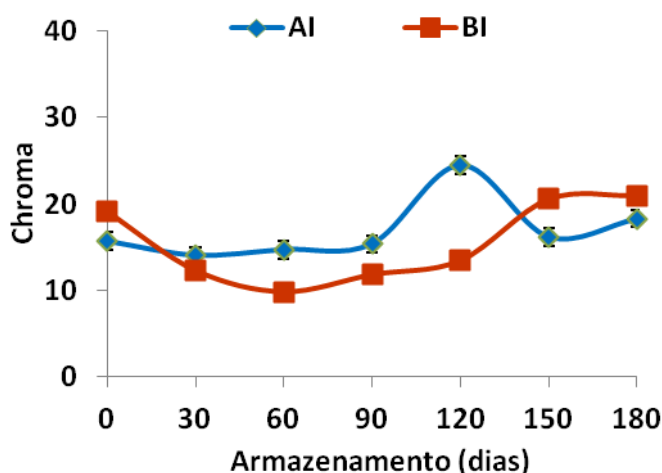


O Chroma representa o grau de concentração ou pureza de uma cor. Uma cor é tanto mais saturada quanto menos a quantidade de branco ou preto tiver. Uma cor está completamente saturada, quando não possui nem branco nem preto, sendo definido pela distância do ângulo Hue no centro do diagrama tridimensional (KONICA MINOLTA, 1998).

O comportamento de ambas amostras foram semelhantes, apresentado um incremento neste parâmetro ao longo do armazenamento, sendo para a amostra AI o valor inicial de 15,7 e final de 18,3, e para a amostra BI de 19,1 e 20,9, também para o período inicial e final, respectivamente (Figura 22). O que significa uma variação na saturação da cor durante o tempo de armazenamento, indicando, possivelmente oxidação de pigmentos dos *blends*, acelerada pela temperatura (ambiente), umidade e certa permeabilidade da embalagem ao oxigênio do ambiente.

Para maracujá em pó armazenado por 360 dias, Costa et al. (2013) verificaram semelhante comportamento desta pesquisa sendo os valores de 13,64 no início do armazenamento e 19,77 aos 360 dias, obtendo ao final do experimento pós menos amarelo. Já em estudo da estabilidade de pó de misturas de frutas Barbosa (2010) observou que a cromaticidade do pó foi reduzida com o tempo de armazenamento e com a utilização de maiores concentrações de aditivos, com valores de 20,32-16,41 para pós utilizando maltodextrina de 10 DE e de 20,72-17,98 para os pós com maltodextrina de 20 DE.

Figura 22 - Chroma (C) dos *blends* de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.



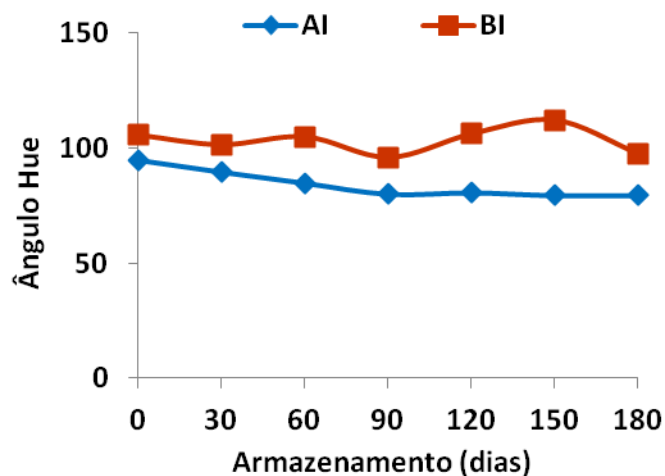
O componente da cor, ângulo Hue (h^*), apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) decrescendo seus valores no decorrer do armazenamento. Para a amostra AI essa redução foi de 94,7 a 79,6, e para a BI de 105,7 a 97,73, do início ao fim do armazenamento (Figura 23). Os decréscimo desses valores no decorrer do tempo, consequentemente em função do comportamento oscilatório de b^* cujo efeito da degradação dos pigmentos, tais como os carotenóides, parece predominar, definindo o comportamento do ângulo Hue.

Como observado neste trabalho, Costa et al. (2013) determinaram a variação das médias para o ângulo de tonalidade do pó de maracujá de 94,15 a 91,91 ao longo de 360 dias de armazenamento.

Barbosa (2010) apresentou valores médios do ângulo de tonalidade (h^*) para suco em pó de misturas de frutas, variando de 84,13 a 86,90, o que corresponde a regiões bem próximas ao amarelo (90°) e constatou que com o tempo de armazenamento, o ângulo de tonalidade do suco aumentou para valores ainda mais próximos ao amarelo, comportamento contrário ao obtido neste estudo.

Moura (2010) encontrou valores médios para h^* de 1,46, avaliando acerola em pó no período de 360 dias e observou que não houve variação desta variável com o tempo de armazenamento e, consequentemente, o produto permaneceu com a mesma tonalidade até o final do armazenamento. Segundo o autor esse comportamento foi devido ao produto apresentar pouca pigmentação, cujas alterações não afetaram a tonalidade ao longo do armazenamento.

Figura 23 - Ângulo Hue dos *blends* de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.



5.7 Compostos bioativos e capacidade antioxidante durante o armazenamento dos *blends* de frutas e hortaliças em pó

Observando a figura 24, quanto ao teor de ácido ascórbico durante o armazenamento de 180 dias dos *blends* em pó, nota-se uma diminuição nesses teores de aproximadamente 300%, significativo a nível de 1% de probabilidade, comportamento este observado para ambas as amostras. A amostra AI apresenta um valor inicial de 2667 mg de ácido ascórbico.100g⁻¹ e mantém até os 60 dias de armazenamento um teor de 1500 mg de ácido ascórbico.100g⁻¹, chegando aos 150 dias com um valor de 1267 mg de ácido ascórbico.100g⁻¹, porém esse valor no último período de armazenamento decresce para 970 mg de ácido ascórbico.100g⁻¹, o que ainda representa um excelente valor de vitamina C, quando comparado a sucos de frutas naturais fresco.

A amostra BI apresentou comportamento distinto, já que logo no segundo período de avaliação (30 dias) reduziu a metade do seu valor inicial, sendo este de 570 mg de ácido ascórbico.100g⁻¹ para 268,39 mg de ácido ascórbico.100g⁻¹, entretanto esse valor se manteve praticamente constante até os 150 dias de armazenamento e reduzindo um pouco aos 180 dias, permanecendo com 234,64 mg de ácido ascórbico.100g⁻¹ no último período de avaliação.

A determinação da presença e preservação da vitamina C na secagem por atomização é um fator extremamente relevante, sendo indicativo de eficácia no tratamento de conservação, de possíveis alterações até mesmo de parâmetros operacionais com níveis

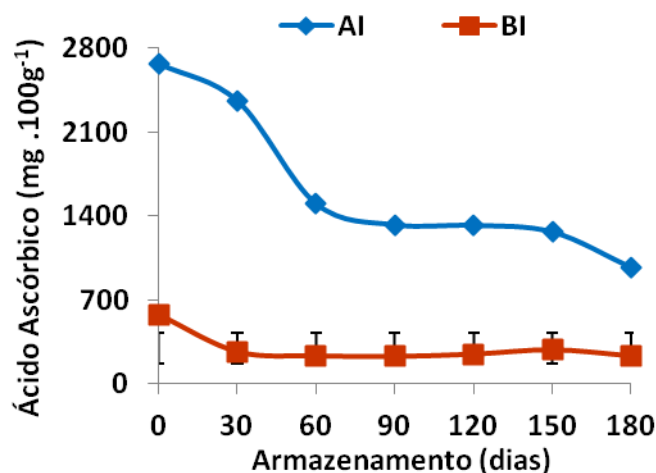
excessivos e ineficazes. Moura (2010) afirma que a manutenção do conteúdo final de ácido ascórbico ao final do armazenamento pode ser explicada pela acidez, bem como pelo conteúdo de polifenóis totais. Em pitaias em pó de polpa vermelha e polpa branca secas com 30 % de maltodextrina após 25 dias de armazenamento Lee et al. (2013) constataram que o teor de ácido ascórbico no pó da polpa branca foi menor do que da polpa vermelha, variando de 10,7-11,2 e 12,7- 12,8 mg. 100 g⁻¹, respectivamente, nas umidades relativas de 33, 43, 54 e 75%. Moraga et al. (2012) estudando a estabilidade dos compostos fitoquímicos do pó de *grapefruit* (toranja) liofilizado em função da umidade relativa após 3 e 6 meses de armazenamento, também perceberam decréscimo no teor de ácido ascórbico, sendo esta redução maior quanto maior a umidade relativa.

Moraes (2014) ao secar caju por atomização com diferentes agentes carreador e diferentes temperaturas mostrou que níveis de ácido ascórbico de maneira geral sofrem perdas mais significativas aos 49 dias de armazenamento. O grupo C1, caju atomizado com adição de 15% de goma arábica, temperatura de secagem de 140°C e acondicionados em embalagem plástica opaca submetida a selagem simples, apresentou um teor inicial de 1078 e final de 881,05 mg de ácido ascórbico.100g⁻¹ após os 49 dias de armazenamento. Considerando que o caju é uma importante fonte de ácido ascórbico (Zepka et al., 2014), essa manutenção torna-se relevante para a comercialização e valorização da polpa de caju atomizada por *spray*, de acordo com o autor.

Esta diminuição no valor pode ser devido à oxidação do ácido ascórbico por causa da influência da pressão parcial de oxigênio, o pH, a temperatura, que produzem grandes perdas de ácido ascórbico, como também pela exposição durante a realização das análises ao ar, luz, calor, portanto o ácido ascórbico por ser facilmente oxidado devido as condições do meio (STADLER, 2008).

Entretanto, quando comparados o teor de ácido ascórbico dos *blends* formulados nesta pesquisa com os da literatura pesquisada é evidente o potencial desse constituinte nesses *blends* (AI e BI), ressaltando ainda que em nenhum dos trabalhos mencionados a metodologia foi realizada por DNPH (Strohecker; Henning (1967), método usado nesta pesquisa.

Figura 24 - Ácido ascórbico em *blends* de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.

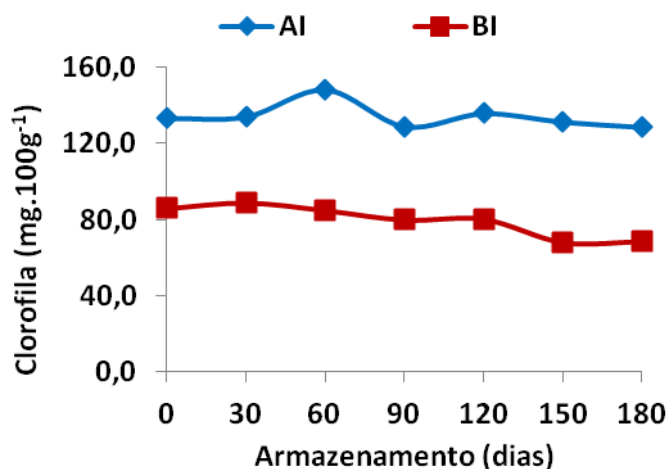


Dos resultados encontrados para clorofila total dos *blends* em pó AI e BI, apenas o segundo foi significativo ($p \geq 0,01$). A variação observada para a amostra AI foi muito pequena de 133,34 a 128,59 mg.100g⁻¹ durante o período de armazenamento, não ocorrendo portanto efeito significativo. Já o *blend* BI reduziu mais acentuadamente seu conteúdo de clorofila total, apresentando no tempo zero 85,95 mg.100g⁻¹ e mantendo até 120 dias uma média de 84,22 mg.100g⁻¹, porém ao chegar no sexto período de avaliação (150 dias) esse valor passa para 68,15 mg.100g⁻¹ mantendo praticamente inalterado até o último dia de armazenamento (Figura 25).

Resultados inferiores aos desta pesquisa para o *blend* AI e semelhante para o BI foram observados por Moura (2010) em estudo com pó de acerola verde orgânica armazenado por 360 dias em temperatura ambiente, onde foi observado redução dos teores de clorofila durante o armazenamento, de 74,27 mg.100g⁻¹ no início do armazenamento para 69,7 mg.100g⁻¹ no último dia de armazenamento. De acordo com Costa et al. (2013) os teores médios de clorofila total apresentaram-se em torno de 5,48 mg.100g⁻¹ de pó de maracujá, esses valores não apresentaram diferença significativa ao longo do tempo de estocagem de 360 dias. Carneiro (2011) avaliando a estabilidade de açaí em pó orgânico por 270 dias de armazenamento a temperatura ambiente, reportou que os teores de clorofila também mantiveram-se praticamente estáveis durante os dias de armazenamento, com valores de 6,26 mg.100g⁻¹ de pó, sendo comportamento similar ao obtido neste estudo.

Segundo Figueiredo (1998), a clorofila é responsável pela cor verde, e é abundante nos frutos jovens e folhas. A sua degradação é causada por vários fatores, dentre eles odemos citar: alteração no pH, atividade enzimática da clorofilase, oxidantes e outros.

Figura 25 - Clorofila em *blends* de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.

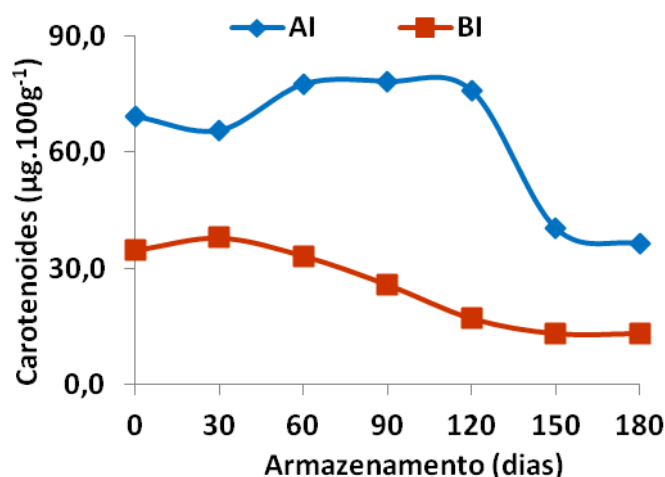


O resultado obtido para o conteúdo de carotenoides totais foi significativo ($p \geq 0,01$) para ambas as amostras, sendo decrescente ao longo do período de armazenamento (Figura 26). Para a amostra AI esse decréscimo ocorreu de $69,22 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (0 dias) para $36,45 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (180 dias), quase a metade. Para a amostra BI ainda foi um pouco maior a redução no conteúdo de carotenoides durante o armazenamento, sendo de $34,69 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (0 dias) para $13,21 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ (180 dias).

Costa (2012) observou uma redução da quantidade de β -caroteno durante o período de 360 dias de armazenamento de maracujá em pó, variando de $13,55 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ para $6,5 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Tal degradação no pó de maracujá durante o armazenamento como também foi observado nesta pesquisa pode ser justificada devido que os carotenóides, quando processados, se tornam mais vulneráveis às alterações provocadas pelo calor, luz, concentração de oxigênio, durante o armazenamento, sofrendo auto-oxidação (POLICARPO et al. 2007). Avaliando os compostos bioativos de pós produzidos através dos resíduos de mangas das variedades Espada, Rosa e Tommy Atkins, Melo e Araújo (2011), determinaram teores significativos de carotenóides totais, com valores entre $48,06 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ e $95,17 \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Oliveira (2008) estudando o pó de caju atomizado apresentou teores de $0,33 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de amostra, valores estes mais próximos aos encontrados nesta pesquisa. Já Ferreira (2011) verificou que os carotenóides da polpa de pitanga microencapsulada apresentaram uma maior redução nas concentrações nos primeiros dias de estocagem e em todos os materiais de parede.

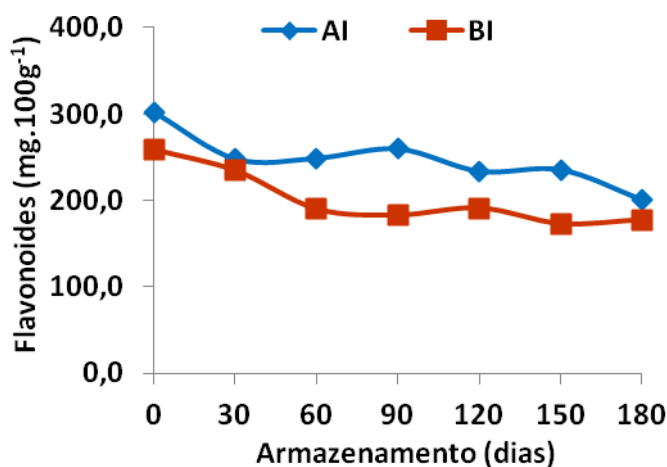
Os carotenóides, quando processados, se tornam mais vulneráveis às alterações provocadas pelo calor, luz, concentração de oxigênio, durante longo período de armazenamento, sofrendo auto-oxidação, originando compostos que modificam a cor do produto (SARON et al., 2007; POLICARPO et al., 2007).

Figura 26 - Carotenoides totais em *blends* de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.



Observando a Figura 27 verificou-se que as amostras AI e BI sofreram redução dos teores de flavonoides durante o período de armazenamento ($p \geq 0,05$), sendo de 301,81 para 200,89 $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, e de 258,89 para 177,38 para as amostras AI e BI, respectivamente. Este comportamento foi semelhante ao dos compostos fenólicos, logo se os flavonoides pertencem aos compostos fenólicos, conseqüentemente com a diminuição destes os fenólicos também diminuiriam. Costa et al. (2013) verificaram oscilações dos valores durante o período de armazenamento (360 dias), apresentando no final do experimento teores médios de 16,1 $\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de flavonoides em pó de maracujá. Para Ferreira (2011) os flavonoides da polpa de pitanga microencapsulada não apresentaram perdas iniciais acentuadas, no entanto, estas perdas prevaleceram em todo o período de estocagem.

Figura 27 - Teor de Flavonoides em *blends* de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.



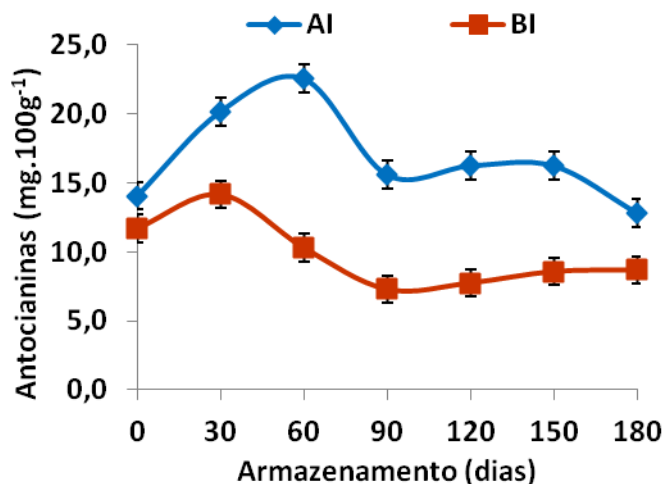
Os valores de antocianinas para as amostras AI e BI estão representados na Figura 28, ocorrendo uma pequena diminuição desses compostos em ambas as amostras durante o período de 180 dias de armazenamento ($p \geq 0,01$). A amostra AI no tempo zero apresentou 14,05 mg.100g⁻¹ de antocianinas, sendo que esse conteúdo aumenta para 28,54 aos 60 dias de armazenamento, e reduzindo a 12,82 mg.100g⁻¹ aos 180 dias de armazenamento. Observa-se que a amostra BI sofre um leve incremento aos 30 dias de armazenamento, passando de 11,70 a 14,17 mg.100g⁻¹ e já aos 60 dias (10,31 mg.100g⁻¹) começa a reduzir, até o último dia de armazenamento, quando apresenta um teor de 8,68 mg de antocianinas.100g⁻¹.

Em estudo realizado por Oliveira et al. (2013) o tempo de armazenamento não influenciou nos resultados, independentemente do agente carreador usado, indicando que todos os materiais conferiram boa estabilidade às antocianinas presentes na polpa de morango, além da possível proteção conferida pela própria embalagem. A goma arábica foi o agente carreador mais eficiente na proteção deste pigmento. Sendo a variação de 80 a 90 mg.100g⁻¹, valores estes superiores aos encontrados neste trabalho, já que morango é considerado uma boa fonte de antocianinas. O mesmo autor relata que as antocianinas são pigmentos muito instáveis, que podem ser degradadas sob ação de oxigênio, temperatura e pH, ou até mesmo destruídas durante o processamento e o armazenamento dos alimentos.

Tonon et al. (2010) ao atomizar açaí através de spray dryer e usando maltodextrina 20DE, observaram que o teor de antocianinas sofreram uma maior degradação até 60 dias de armazenamento e depois estabilizou, sendo de aproximadamente 3400 mg.100g⁻¹ o

valor inicial de antocianinas e de 2850 mg.100g⁻¹ o valor final ao chegar a 140 dias de armazenamento, sendo a atividade de água de 0,328 e a temperatura de armazenamento de 25°C, essas condições são semelhantes as deste experimento.

Figura 28 - Teor de antocianinas em *blends* de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.



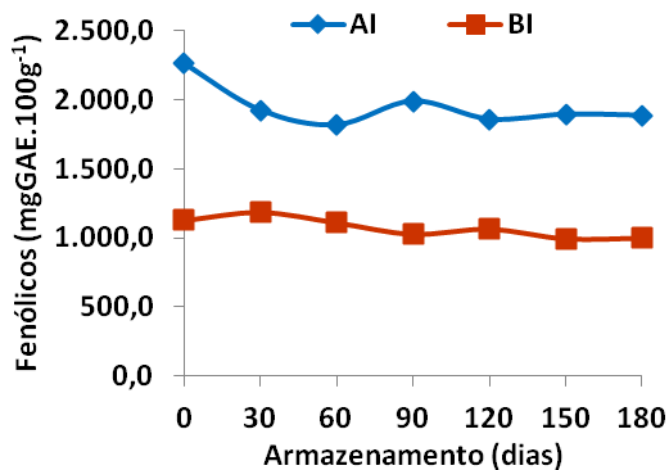
O teor dos compostos fenólicos para ambas as amostras reduziram com o tempo de armazenamento ($p \geq 0,01$). A amostra AI apresentava 2260,5 mg GAE.100g⁻¹ no tempo zero, sofrendo redução para 1886,01 mg GAE.100g⁻¹ ao final do armazenamento. A amostra BI também se comportou de forma semelhante, reduzindo de 1127,33 para 999,53 mg GAE.100g⁻¹ no tempo zero e 180 dias, respectivamente. Então, a redução de 16,6 % para amostra AI e 11,3% para a BI nos teores de compostos fenólicos, é pequena sendo considerado um valor elevado ao final do armazenamento (Figura 29).

O decréscimo de fenólicos também pode estar relacionado ao aumento de atividade de água ao longo do armazenamento. Segundo Lavelli et al. (2013), a água é um agente plastificante que promove a mobilidade de reagentes e que permite a ação de catalisadores em solução. Essa colocação é coerente com Grace et al. (2014), que observaram a degradação fenólica em batata doce submetida a estocagem a 15 °C. Os autores justificam a perda observada como resultado da ação de um sistema enzimático presente nos tecidos vegetais que incluem antocianases, polifenoloxidasas e peroxidase, e que poderiam agir mais facilmente em meios com maior atividade de água.

Moura (2010) em estudo da estabilidade de acerola orgânica em pó armazenados por 360 dias, determinou teores iniciais de compostos fenólicos 6004,20 mg AGE.100g⁻¹ e

de 5265,74 mg AGE.100g⁻¹ no último dia de armazenamento, portanto, uma redução de 12,3 % de deste componente em relação ao início do armazenamento.

Figura 29 - Compostos fenólicos em *blends* de frutas e hortaliças em pó durante o armazenamento.



Os resultados da capacidade antioxidante obtidos para a amostra AI aumentam gradativamente durante o período de armazenamento ($p \geq 0,01$), o que significa que a mesma reduz seu potencial antioxidante ao longo dos 180 dias de armazenamento (Figura 30), já que o valor do EC50 (g de polpa.gDPPH⁻¹) representa a quantidade de compostos antioxidantes presentes no extrato da fruta capaz de reduzir em 50% a concentração inicial de DPPH presente no meio. No tempo zero, o valor da capacidade antioxidante foi de 6,48 g de polpa.gDPPH⁻¹, aos 90 dias de armazenamento esse valor duplica sendo de 13,07 g de polpa.gDPPH⁻¹, ou seja, a capacidade antioxidante reduz pela metade, porém ainda é considerada elevada pelo baixo valor de EC50, e ainda aos 180 dias de armazenamento é de 34,63 g de polpa.gDPPH⁻¹, sendo cinco vezes maior que o valor inicial, o que também significa dizer que ao final do armazenamento a capacidade antioxidante reduz cinco vezes o seu potencial. Mesmo com toda essa redução, a capacidade antioxidante da amostra AI ao final do armazenamento ainda é significativa quando comparada a outros frutos e produtos estudados.

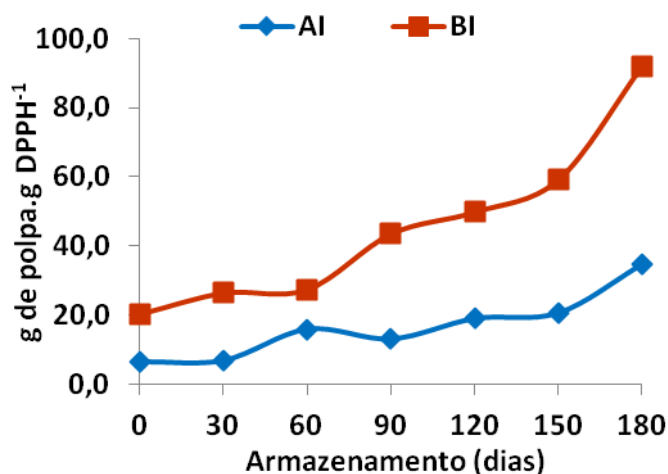
A capacidade antioxidante da amostra BI também é influenciada pelo tempo ($p \geq 0,01$), apresentando o mesmo comportamento da amostra AI, o aumento dos valores durante o armazenamento, consequentemente a diminuição do seu potencial antioxidante. No início do armazenamento foi obtido o valor de EC50 de 20,22 g de polpa.gDPPH⁻¹, aos

90 dias o valor duplica sendo de 43,48 g de polpa.gDPPH⁻¹, e aos 180 dias chega a 92,05 g de polpa.gDPPH⁻¹.

A atividade antioxidante determinada pelo método de captura dos radicais livres DPPH foi medida ao longo dos 120 dias de estocagem, para o suco de açaí liofilizado, apresentando um maior decréscimo nos primeiros 45-60 dias de estocagem. Todas as amostras apresentaram uma redução de cerca de 30-35% ao final de 120 dias, em relação à atividade antioxidante inicial (TONON et al., 2010). Este resultado é semelhante ao encontrado nesta pesquisa.

Vieira et al. (2011) avaliando a capacidade antioxidante de frutos tropicais *in vitro*, verificaram que a polpa de acerola apresentou a maior atividade antioxidante com valores de EC50 de 24,42 g de polpa.gDPPH⁻¹ para o extrato aquoso e de 1,74 g de polpa.gDPPH⁻¹ para o extrato hidroalcoólico, já o extrato hidroalcoólico da goiaba apresentou um EC50 de 19,69 g de polpa.gDPPH⁻¹. A polpa de bacuri apresentou a menor atividade antioxidante com um EC50 de 4700,24 g de polpa.gDPPH⁻¹ e 2356,96 g de polpa.gDPPH⁻¹ para o extrato aquoso e hidroalcoólico, respectivamente.

Figura 30 - Capacidade antioxidante obtida pelo método DPPH em *blends* de frutas e hortaliças em pó durante 180 dias de armazenamento.



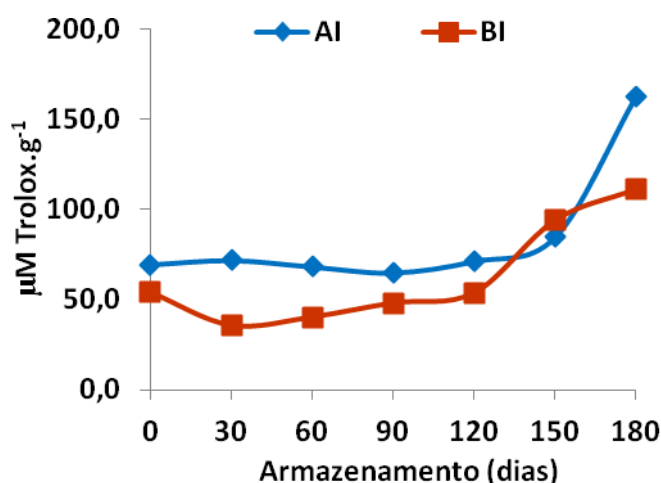
Desse modo, os valores encontrados neste estudo para a capacidade antioxidante que na maioria das vezes é atribuída ao ácido ascórbico, polifenóis, incluindo os flavonoides, vem a corroborar com os encontrados para esses compostos bioativos, que diminuíram com os dias de armazenamento, portanto reduzindo os compostos bioativos, certamente reduziria a capacidade antioxidante, como aconteceu neste trabalho.

Quanto a capacidade antioxidante determinada pelo método ABTS, também foi significativa e ascendente durante o período de armazenamento ($p \geq 0,01$), sendo por esta metodologia o resultado diretamente proporcional ao potencial antioxidante, ou seja, quanto maior o valor obtido maior o potencial antioxidante da amostra.

Para a amostra AI esse valor variou de $69,59 \mu\text{M trolox.g}^{-1}$ (tempo zero) para $84,74 \mu\text{M trolox.g}^{-1}$ (150 dias), porém esse valor quase duplica ao final do armazenamento sendo de $162,71 \mu\text{M trolox.g}^{-1}$ (180 dias). Já a amostra BI tem sua capacidade antioxidante elevada de $54,1 \mu\text{M trolox.g}^{-1}$ (tempo zero) para $111,54 \mu\text{M trolox.g}^{-1}$ (180 dias), Figura 34. Este aumento não é comum pois os compostos bioativos decrescem com o armazenamento, entretanto estudos desenvolvidos por Vasco et al. (2008) e por Tavarini et al. (2008), verificaram que nem sempre a atividade antioxidante é consequência direta do teor de bioativos, especialmente carotenóides e compostos fenólicos.

A atividade antioxidante total do pó de acerola segundo Moura (2010) apresentou diferença significativa durante o tempo de armazenamento, variando de $1209,76$ para $984,27 \mu\text{M Trolox.g}^{-1}$, implicando uma redução de $18,6\%$ com relação ao dia do processamento, como também houve uma tendência à estabilização nos últimos dias de armazenamento de 360 dias. Valores estes bem superiores aos encontrados nesta pesquisa devido ao trabalho referenciado não utilizar agente carreador na atomização.

Figura 31 - Capacidade antioxidante obtido pelo método ABTS dos *blends* de frutas e hortaliças em pó durante o armazenamento.



Pagani (2010) avaliou a microencapsulação do suco de acerola utilizando uma formulação contendo 80% de suco de acerola e 20% de maltodextrina, obtendo um pó com atividade antioxidante inicial de $199,3 \mu\text{M Trolox.g}^{-1}$ e ao final de 90 dias de $147,3$

$\mu\text{M Trolox.g}^{-1}$. Gomes (2009) avaliou a capacidade antioxidante de suco de melancia microencapsulado, onde a concentração inicial do suco de melancia foi de $2,20 \mu\text{M Trolox.g}^{-1}$, passando para $6,43 \text{ Trolox.g}^{-1}$, apresentando um aumento de quase 3 vezes com relação a concentração inicial, fato este semelhante ao deste trabalho, já que nas duas amostras a atividade antioxidante aumenta durante o tempo de armazenamento.

Os autores Bennett et al. (2011) acreditam que a ocorrência de processos químicos e enzimáticos ocorridos durante as etapas do processamento podem ser responsáveis por perdas de compostos fenólicos com capacidade antioxidante, bem como originar derivados químicos com capacidade antioxidante menor, similar ou maior a inicial. Com isso, a capacidade antioxidante após a secagem pode ser maior ou menor, dependendo das reações que ocorram no decorrer do processo.

5.8 Análise microbiológica durante o armazenamento

Os resultados das análises microbiológicas dos *blends* em pó AI e B no tempo zero e aos 180 dias de armazenamento estão apresentados na Tabela 11, bem como os limites toleráveis de acordo com Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 da Secretaria de Vigilância Sanitária - (ANVISA, 2001).

Para a presença de coliformes a 35°C e 45°C os resultados apresentaram a inocuidade das amostras analisadas, estando de acordo com os padrões exigidos pela legislação vigente (BRASIL, 2001), pois a contagem de coliformes a 45°C foi menor que $3,0 \text{ NMP.g}^{-1}$. Não foi detectada *Salmonella* sp. em nenhuma amostra analisada. A quantidade de colônias de *Staphylococcus* encontradas está dentro dos padrões estabelecidos para todas as amostras.

Tabela 11 - Análise microbiológica dos *blends* de frutas e hortaliças em pó armazenados a temperatura ambiente.

<i>Amostra</i>	<i>Tempo (dias)</i>	<i>Coliformes a 35° C (NMP.g⁻¹)</i>	<i>Coliformes a 45° C (NMP.g⁻¹)</i>	<i>Salmonella Sp.25 g⁻¹</i>	<i>Staphylococcus coag.positive (UFC.g⁻¹)</i>	<i>Bolores e Levedura (UFC.g⁻¹)</i>
AI	0	Aus	Aus	Aus	$1,0 \times 10$	$1,2 \times 10$
	180	Aus	Aus	Aus	$1,5 \times 10$	$1,7 \times 10^2$
BI	0	Aus	Aus	Aus	1×10	< 10
	180	Aus	Aus	Aus	1×10	$3,0 \times 10$
Padrão*	-	-	10^2	Aus	10^2	$2,0 \times 10^3$

NMP – Número Mais Provável; UFC – Unidade Formadora de Colônia; Aus - Ausente

Em relação à contagem de bolores e leveduras, a Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 não estabelece padrões para bolores e leveduras, mas a Portaria nº 451 de 19 de setembro de 1997 (ANVISA, 1997) já o faz, com valor máximo de 2×10^3 UFC.g⁻¹, para que o alimento seja considerado inócuo à saúde, o que pode ser percebido pelos valores das amostras analisadas, as quais estão abaixo de 2×10^3 UFC.g⁻¹. Resultados semelhantes foram obtidos por Soares et al. (2001) em acerolas em pó.

5.9 Análise sensorial dos *blends* de frutas e hortaliças em pó

A faixa etária dos voluntários que realizaram a análise sensorial dos *blends* em pó reidratados foi na sua maioria (75%) entre 18 a 25 anos, 18 % entre 26 a 35 anos e 7% de 36 a 45 anos. Quanto a escolaridade 82 % dos mesmos tinham curso superior incompleto constatando-se que a maior parte do painel de provadores eram alunos de graduação do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar/UFCG Campus de Pombal-PB.

A maioria dos julgadores consomem frequentemente sucos de frutas, já que 33% deles responderam consumir todos os dias, 29% de 3 a 4 vezes por semana e 25% consomem de 1 a 2 vezes por semana. E 52 % relatam gostar muitíssimo e 43 % gostar muito de sucos e apenas 5% gostam moderadamente, ou seja, todos os provadores dizem gostar de sucos.

Entretanto, quando questionados quanto a frequência de consumo de suco misto apenas 3% afirmaram consumir todos os dias, 23% de 1 a 2 vezes por semana e 32% relatam nunca ter consumido esse tipo de suco. Dentre os que fazem uso de suco misto os mais citados foram: laranja com acerola, abacaxi com hortelã, suco verde (laranja com couve, maçã com couve ou abacaxi com couve) e ainda laranja com cenoura.

A Tabela 12 resume os resultados obtidos para os atributos sensoriais analisados. A média dos valores para o parâmetro aparência não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) entre as amostras, estando as mesmas entre 5 e 6, o que significa de acordo com a escala hedônica, nem gostei nem desgostei e gostei ligeiramente, respectivamente. Para a cor dos *blends* ocorreu o mesmo, pois as cores das amostras eram realmente bem semelhantes assim como a aparência geral.

A média das notas atribuídas para o aroma não apresentou diferença estatística entre as amostras AI (3,86) e BI (4,06), ou seja os provadores desgostaram ligeiramente e moderadamente das amostras. Essas foram diferentes significativamente da amostra C já que este obteve quase um média 7,0 (gostei moderadamente) para este atributo, ressaltando

mais uma vez que esta amostra já comercializada apresenta essência de laranja que provavelmente contribui para essa melhor aceitação.

Tabela 12 - Valores médios dos atributos aparência, cor, aroma, sabor, atitude de consumo e atitude após esclarecimentos de *blends* de frutas e hortaliças em pó reidratados.

<i>Amostras</i>	<i>Aparência</i>	<i>Cor</i>	<i>Aroma</i>	<i>Sabor</i>	<i>Atitude de consumo</i>	<i>Atitude explicação</i>
AI	5,30 a	5,50 a	3,86 b	3,13 b	2,08 b	2,95 b
BI	5,75 a	5,76 a	4,06 b	3,00 b	2,17 b	3,21 b
C	5,82 a	5,97 a	6,86 a	5,95 a	3,63 a	4,16 a
DMS	0,70	0,67	0,73	0,73	0,39	0,42
CV	37,44	34,71	44,41	54,30	44,56	36,37

DMS = diferença mínima significativa. CV=coeficiente de variação. As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si na coluna. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O sabor apresentou o mesmo comportamento, similaridade estatística entre as amostras AI e BI e divergência da amostra C, porém com médias ainda mais inferiores, aproximadamente média 3,0 (desgostei moderadamente) para as amostra AI e BI e 5,95 (mais próximo a nota 6 da escala hedônica que representa gostei ligeiramente). Como citado anterior a melhor nota da amostra C ocorreu devido aos seus aditivos, enquanto as amostras AI e BI são praticamente integrais além dos seus ingredientes já mencionados as frutas e hortaliças e água foi adicionada apenas a maltodextrina para auxiliar na atomização, portanto não há essências que melhore o aroma, nem edulcorantes ou flavorizantes que as tornem mais agradáveis, como é o caso da amostra comercial.

Essa questão do sabor primeiramente é muito particular de cada pessoa (provador) e mais ainda quando se trata de um produto novo em que os provadores não tem o hábito de consumir, nem ao menos *in natura*, como geralmente é conhecido. Esse trabalho é um trabalho pioneiro nesse quesito de *blend* verde em pó e ainda precisa ser otimizado quanto aos parâmetros sensoriais, pois o principal objetivo deste era a retenção dos compostos bioativos e da capacidade antioxidante nos *blends* em pó. Quanto a aceitação da marca já comercializada, provavelmente foram realizados vários testes para que a mesma fosse lançada no mercado e ainda por apresentar vários aditivos como edulcorante sucralose, aromatizante idêntico ao natural de laranja e corante natural de clorofila (como citado no rótulo).

O mesmo comportamento também é visualizado quanto a atitude de consumo, onde as amostras AI e BI apresentam notas médias 2,08 e 2,17, respectivamente, o que representa a nota 2 (provavelmente não beberia), enquanto que a amostra comercial apresenta média entre as notas 3 (tenho dúvidas se beberia) e 4 (provavelmente beberia).

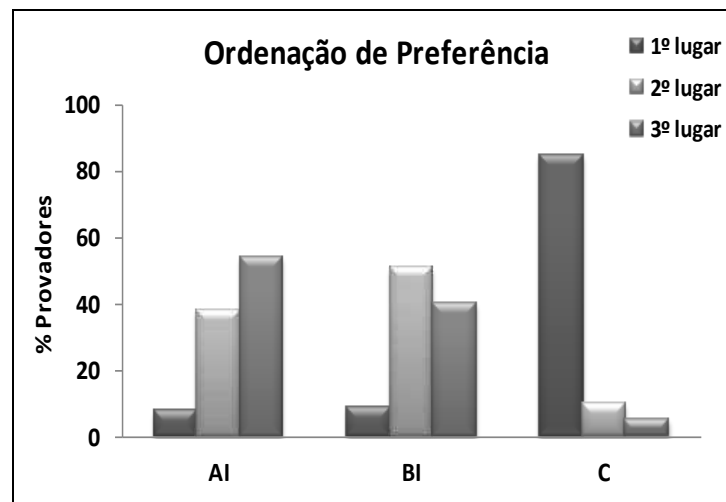
Na ficha sensorial (Anexo A) foi apresentado aos provadores um texto explicando os possíveis benefícios que os compostos dos *blends* trariam ao seu organismo caso eles o consumissem, e feito mesmo questionamento anterior em relação a atitude de consumo do provador, agora tendo o mesmo o conhecimento de que aquele suco reidratado poderia trazer benefícios a sua saúde. Dessa vez a resposta dos provadores foi um pouco diferente, e as médias foram um pouco mais elevadas, nas amostras AI e BI onde antes os julgadores responderam que provavelmente não beberiam o *blend*, após a leitura do texto eles passaram a ter dúvidas se beberiam, mas pelo menos não responderam que não o consumiriam. Para a amostra C os provadores passaram a afirmar que provavelmente beberiam o *blend*.

Em estudos com maracujá e abacaxi formulados com polpa desidratada com diferentes concentrações de maltodextrina e velocidades de atomização, Oliveira et al. (2007) avaliaram as alterações na qualidade sensorial, em relação aos sucos formulados com polpas concentradas usadas como controle (padrão). O suco de maracujá não perdeu o sabor característico da fruta no processo utilizado, bem como melhorou a sua cor, entretanto, potencializou a acidez e reduziu a doçura, com diferença do controle, exceto para a amostra contendo 12,5% maltodextrina e desidratada a 30000 rpm, cujo gosto amargo foi significativamente maior que o padrão em todas as amostras. Em geral a redução da concentração de maltodextrina promoveu coloração mais intensa e sabor mais ácido e menos doce. Quanto ao suco de abacaxi adicionado de 15 % de maltodextrina e desidratado a 25000 rpm não diferiu sensorialmente do padrão, enquanto que o desidratado a 35.000 rpm apresentou diferença somente em relação à cor, a qual foi significativamente melhor. A diminuição de maltodextrina intensificou a cor, o sabor característico de abacaxi, a doçura e a acidez do suco reconstituído.

Ao pedir aos julgadores que ordenassem de acordo com sua preferência as amostras em 1º, 2º e 3º lugar, de acordo com os atributos já discutidos, era previsto que a amostra C recebeu a maior percentagem de indicações de 1º lugar perfazendo um total de 85% de indicações (Figura 32). Já para as amostras AI e BI suas maiores percentagens de indicações foram para o 3º e 2º lugares, respectivamente, sendo que 51% dos provadores indicaram a amostra BI em 2º lugar e 54 % dos mesmos a amostra AI em 3º lugar. Ou seja

a ordem de preferência das amostras ficou como esperado a amostra C em 1º lugar, seguida das amostras BI e AI, em 2º e 3º lugares, respectivamente. A preferência da amostra BI em virtude da AI pode ter relação ao uso do brócolis, já que alguns provadores relataram que a amostra AI era um pouco amarga.

Figura 32 - Histograma de frequência de ordenação de preferência de amostras de *blends* de frutas e hortaliças em pó reconstituído após explicação dos possíveis benefícios das mesmas.



6 CONCLUSÕES

Os *blends* em pó formulados neste estudo, apresentaram um elevado valor nutricional, especialmente a amostra AI, que se destacou em todos os compostos bioativos e quanto a capacidade antioxidante. Entretanto a amostra comercial apresentou reduzido teor de bioativos e baixo potencial antioxidante.

A análise microbiológica indicou que o produto foi processado e manipulado sob condições higiênico-sanitárias satisfatórias.

Os *blends* em pó poderão ser usados comercialmente como alimento funcional ou nutracêutico de rápido preparo.

REFERÊNCIAS

ABADIO, F. D. B.; DOMINGUES, A. M.; BORGES, S. V.; OLIVEIRA, V. M. Physical properties of powdered pineapple (*Ananas comosus*) juice - effect of maltodextrin concentration and atomization speed. **Journal of Food Engineering**, 64: 285-287. 2004.

ALMEIDA, D.P.F., PINTADO, M., (2007). Caracterização nutritiva e funcional de variedades de maçã de Alcobaça – relatório final. Disponível em <https://www.google.pt/#q=CARACTERIZA%C3%87%C3%83O+NUTRITIVA+E+FUNCIONAL+D+E+VARIETADES+DE+MA%C3%87%C3%83+DE+ALCOBA%C3%87A>.

ALMEIDA, R. F.; MARTINS, M. L. L.; RESENDE, E. D.; VITORAZI, L.; CARLOS, L. A.; PINTO, L. K. A. Influência da temperatura de refrigeração sobre as características químicas do mamão cv. 'Golden'. **Ciência de Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 577-581, 2006.

ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; RIOS, M. D.; SASAKI, R. Determination of provitamin A of green leafy vegetables by high performance liquid chromatography and open column chromatography. **Bollettino Chimico Farmaceutico**, Itália, n. 137, p. 290 – 294, 1998.

ALVES, C.Q., DAVID, J.M., DAVID, J.P., BAHIA, M.V., AGUIAR, R.M., Métodos para determinação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos. **Química Nova**, 33(10), 2202-2210. (2010).

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). 2001. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4th ed. Washington: APHA. 676 p.

ANDRADE, J.S., GALEAZZI, M.A.M., ARAGÃO, C.G., CHÁVEZ FLORES, W.B. Valor nutricional do camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) cultivada em terra firme da Amazônia Central. **Revista Brasileira de Fruticultura** 13: 307-11. 1991.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS 2013. CARVALHO, C. et al. Santa Cruz do Sul, **Gazeta Santa Cruz**, 2013. 88 p.

AQUINO, A. C. M. S.; SILVA, M. H. M.; ROCHA, A. A. C. Estudo da influência de diferentes tempos e métodos de cocção na estabilidade dos teores de clorofila e ácido ascórbico em brócolis (*Brassica oleraceae*). **Scientia Plena**, v. 7, n. 1, 2011.

ARAÚJO, P. S. R. de; MINAMI, K. **Acerola**. Campinas: Fundação Cargill, 1994. 81p.

ARAÚJO, W. M. C.; BOTELHO, R. B. A.; MONTEBELLO, N. P. **Alquimia dos alimentos**. Brasília: Editora Senac DF, 2009.

ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplast polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Washington, v.24, n.1, p.1-15, 1985.

ARRIGONI O., DE TULLIO M. C. Ascorbic acid: much more than just an antioxidant. **Biochim Biophys Acta**, Gen Subj 2002; 1569:1-9.

ASBRAN, 2015 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE REFRIGERANTES E BEBIDAS NÃO ALCÓOLICAS (ABIR). Consumo de suco cresce no Brasil. http://www.sebrae.com.br/setor/fruticultura/o-setor/mercado/panorama/bia-182-83-consumo-de-suco-cresce-no-brasil/AIA_18283 em 02 de setembro de 2013.

SILVA, F. S. A. Assistat Versão 7.5 Beta. Campina Grande: UAEG, CTRN, UFCG. 2015.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18th ed. Gaithersburg. 2005. 1015 p.

ASSUNÇÃO, R. B., MARCADANTE, A. Z. Carotenoids and ascorbic acid from cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) variety and geographies effects, **Food Chemistry**, v.81. p. 495-502, 2003

AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos** . Editora técnica. – 2 ed. rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2012. 326 p.

BALÁZS, A., TÓTH, M., BLAZICS, B., HÉTHELYI, E., SZARKA, S., FICSOR, E., FICZEK, G., LEMBERKOVICS, E., BLÁZOVICS, A., Investigation of dietary important components in selected red fleshed apples by GC–MS and LC–MS. **Fitoterapia**, 83, 1356–1363. (2012).

BARBOSA, S. J. **Qualidade de suco em pó de mistura de frutas obtido por *spray drying***. 122 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba-MG, 2012.

BARBOSA-CÁNOVAS, G.V.; JULIANO, P. Physical and chemical properties of food powders. In: ONWULATA, C. (Ed.). **Encapsulated and powdered foods**, Boca Raton, Taylor & Francis, 2005, p.39-71.

BEAL, B.H. **Atividade antioxidante e identificação dos ácidos fenólicos do gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe)** 2006. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

BENAVENTE-GARCIA, O.; CASTILLO, L.; LORENTE, J.; ORTUÑO, A.; DEL RIO, J.A. Antioxidant activity of phenolics extracted from *Olea europaea* L. leaves. **Food Chemistry**, v. 68, N. 4, p. 457-462, mar. 2000.

BEZERRA, C. V.; AMANTE, E.R.; OLIVEIRA, D. C. de.; RODRIGUES, A. M. C., SILVA, L. H. M. da. Green banana (*Musa cavendishii*) flour obtained in spouted bed – Effect of drying on physico-chemical, functional and morphological characteristics of the starch . **Industrial Crops and Products**, v.41, p.241–249, 2013.

BEZERRA, T. S. **Comportamento higroscópico de pós de diferentes variedades de manga (*Mangifera indica* L.)**. 2009. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

BHANDARI, B. R.; HARTEL, R. W. Phase transitions during the food powder production and powder stability. In: ONWULTAT, C. **Encapsulated and powdered foods**. Boca Raton: Taylor & Francis, p.261–292, 2005.

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

BOUAYED, J. Polyphenols: A Potential New Strategy for the Prevention and Treatment of Anxiety and Depression. **Current Nutrition & Food Science**, 6, 13-18. (2010).

BOUAYED, J., BOHN, T. Exogenous antioxidants - Double-edged swords in cellular redox state: Health beneficial effects at physiologic doses versus deleterious effects at high doses. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**. 3(4), 228-237. (2010).

BRANCO, I. G.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J.; SILVA, M. M.; PAULA, T. M. Avaliação sensorial e estabilidade físico-química de um *blend* de laranja e cenoura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.1, p.7-12, 2007.

BRANDI G.; SCHIAVANO, G.F.; ZAFFARONI, N.; MARCO, C.; PAIARDINI, M.; CERVASI, B.; MAGNANI, M. Mechanisms of action and antiproliferative properties of Brassica oleracea juice in human breast cancer cell lines. **Journal Nutricion**. 135(6):1503-9. 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC n. 272, de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre o “Regulamento Técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis”, **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2005b.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Portaria n. 544, 16 nov. 1998. Aprova os Padrões de Identidade e Qualidade, para refresco, refrigerante, preparado ou concentrado líquido para refresco ou refrigerante, preparado sólido para refresco, xarope e chá pronto para o consumo. **Diário Oficial da União**, Brasília, 17 nov. 1998.p. 23-30.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde/ Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2005a. 1018 p.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. **Nutr. Rev.**, v. 56, n. 11, p. 317-333, 1998.

BRITO, V.R.S.; BATISTA.R.S.; SOUZA. J.A,FRANCA. I.S.X. Medicina Popular: Beneficose Maleficios das Plantas Mediciniais. **Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasilia, p.201-208, 2007.

BRUNINI, M. A.; MACEDO, N. B.; COELHO, C. V.; SIQUEIRA, G. F. Caracterização física e química de acerolas provenientes de diferentes regiões de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p. 486-489, 2004.

CAI, Y.Z.; CORKE, H. Production and properties of spray-Dried Amaranthus betacyanin pigments, **Journal of Food Science**, v.65, n.6, p.1248-1252, 2000.

CANDRAWINATA, V.I., GOLDING, J.B., ROACH, P.D, STATHOPOULOS, C.E., (2013). From Apple to Juice—The Fate of Polyphenolic Compounds. **Food Reviews International**, 29, 276–293.

CANO-CHAUCA, M.; STRINGHETA, P. C.; RAMOS, A. M.; CAL-VIDAL, J. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Oxford, v. 5, n. 4, p. 420-428, 2005.

CAPECKA, E.; MARECZEK, A.; LEJA, M. Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some Lamiaceae species. **Food Chemistry**, Reino Unido, v. 93, p. 223 – 226, 2005.

CARBONE, K., GIANNINI, B., PICCHI, V., LO SCALZO, R., CECCHINI, F. Phenolic composition and free radical scavenging activity of different apple varieties in relation to the cultivar, tissue type and storage. **Food Chemistry**, 127, 493–500. (2011).

CARNEIRO, A. P. G. **Estudo da estabilidade do pó de açaí orgânico** 2011. 105 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

CARRATU, E; SANZINI, E. Sostanze biologicamente attive presenti negli alimenti di origine vegetable. **Ann. Ist. Super Sanità**. 41(1), p.7-16. 2005.

CARVALHO, R. I. N. de; MANICA, I. Influência de estágios de maturação e condições de armazenamento na concervação da acerola (*Malpighia glabra* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 5, p. 677-680, 1994.

CARVALHO, R. L. de **Avaliação da qualidade do suco tropical de caju, acerola e manga durante o processamento**. 2010. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

CARVALHO, V. D.; BOTREL, N. Características da fruta para exportação. In: BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Abacaxi para exportação: procedimentos de colheita e pós- colheita**. Brasília: EMBRAPA, 1996. 41 p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 23).

CATÁLOGO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS, 2011 CEASA - Catálogo Brasileiro de Hortaliças. Acesso em 15/07/2015. Disponível em: <http://www.ceasa.gov.br/dados/publicacao/Catalogo%20hortalicas.pdf>

CAVALCANTI MATA, M. E. R. M.; MEDEIROS, S. S. A.; DUARTE, M. E. M. Microencapsulamento do umbu em pó com diferentes formulações de maltodextrina: estudo do tamanho das partículas por microscopia eletrônica. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.7, n.1, p.59-70, 2005.

CEAGESP. Centro de Qualidade em Horticultura. **Classificação do limão (Lima ácida) Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka)**. São Paulo, 2000. Fôlder. (Programa Brasileiro para a Melhoria dos Padrões Comerciais e Embalagens de Hortigranjeiros).

CHARALAMBOUS, G. Shelf life studies of foods and beverages. **Elsevier**, New York. 1993.

CHAVES, M. C. V.; GOUVEIA, J. P. G.; ALMEIDA, F. A. C.; LEITE, J. C. A.; SILVA, F. L. H. Caracterização físico-química do suco da acerola. **Rev. Biol. Ciênc. Terra**, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 1-10, 2004.

CHEFFTEL, J.C.; CHEFFTEL, H.; BESANÇON, N.P. **Introducción a la Alimento y tecnología de los alimentos**. Zaragoza: Acríbia, v. 1. 1977. 333p

CINDRIĆ, I.V., KRIZMAN, I., ZEINER, M., KAMPIĆ, Š., MEDUNIĆ, G., STINGEDER, G. ICP-AES determination of minor- and major elements in apples after microwave assisted digestion. **Food Chemistry**, 135, 2675–2680. 2012

CONFORT, C.M. Produção de Cerveja de GenAlbre com Hortelã e Avaliação de seus Compostos Bioativosna Matriz Alimentar. Trabalho de conclusão de curso, IFRJ- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Campus RJ, 2011.

CORNEJO, F. E. P.; SILVA, N. K. da.; MATTA, V. M. da; FREITAS, S. P. Obtenção de camu-camu em pó com elevado teor de compostos bioativos. **Comunicado técnico: Embrapa**. ISSN 0103-5231, Rio de Janeiro-RJ, dezembro, 2010.

CORREIA, R. T. P.; BORGES, K. C.; MEDEIROS, M. F.; GENOVESE, M. I. Bioactive compounds and phenolic-linked functionality of powdered tropical fruit residues. **Food Science and Technology International**, v.18, n.6, p.539–547, 2012.

COSTA, J. M. C.; FELIPE, E. M. F.; MAIA, G. A.; BRASIL, I. M.; HERNANDEZ, F. F. H. Comparação dos parâmetros físico-químicos e químicos de pós-alimentícios obtidos de resíduos de abacaxi. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 38, p. 228-232, 2007.

COSTA, J. N. **Estudo da estabilidade de maracujá (*passiflora edullis siims f. flaviicarpa degener*) em pó, proveniente de cultivo orgânico**. Dissertação /DTA/UFC/Fortaleza-2012.

COSTA, J.N.; FIGUEIREDO, R.W.; SOUSA, P.H.M.; GONZAGA, M.L.C; CONSTANT, P.B.L.; SOARES, D.J. Study of the stability of passion fruit (*Passiflora edullis f. flavicarpa*) powder from organic farming. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 705-716, mar./abr. 2013.

COURI, S. Desenvolvimento de uma cerveja formulada com gengibre (*Zingiber officinalis*) e hortelã do Brasil (*Mentha arvensis*): avaliação de seus compostos Bioativos e comparação com dois estilos de cerveja existentes no mercado, IFRJ- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Campus RJ, 2011.

COUTO, M.A.L; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 30(Supl.1): 15-19, maio 2010

DAMBRAUSKIENE, E.; VISKELAS, P.; KARLELIENE, R. Productivity and Aiochemical composition of *Mentha piperita* L. of different origin. **Biologia**, Eslováquia, v. 54, n. 2, p. 105 – 107, 2008.

DE OLIVEIRA, A.C., VALENTIM, I.B., GOULART, M.O.F., SILVA., C.A., BECHARA, E.J.H., TREVISAN, M.T.S. Fontes vegetais naturais de antioxidantes. **Química Nova**, 32(3), 689-702. (2009).

DENG, J.; CHENG, W.; YANG, G. A novel antioxidant activity index (AAU) for natural products using the DPPH assay. **Food Chemistry**, v. 125, n. 4, p. 1430-1435, 2011. ISSN 0308-8146.

DIB TAXI, C. M. A. **Suco de camu-camu (*Myrciaria dubia*) microencapsulado obtido através de secagem por atomização.** Campinas, 2001. 166p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

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

DUZZIONI, A. G.; FRANCO, A. G.; DUZZIONI, M.; DE SYLOS, C. M. **Brazilian Journal of Food & Nutrition / Alimentos e Nutrição** . Nov.2010, Vol. 21 Issue 4, p643-649. 7p

EITENMILLER R. R., YE, L., LANDEN, JR., W.O. Ascorbic acid: vitamin C. Vitamin Analysis for the Health and Food Sciences. 2 ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press 2008. p. 231-289.

ELPO, E. R. S. et al... **Zingiber officinale roscoe: ASPECTOS BOTÂNICOS E ECOLÓGICOS.** Visão Acadêmica, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 27-32, 2004

EMBRAPA, Plantas Mediciniais. Folder 12, Porto Velho, 2001.

ERSUS, S.; YURDAGEL, U. Microencapsulation of anthocyanin pigments of black carrot (*Daucus carota* L.) by spray-drier. **Journal of Food Engineering**, v. 80, p. 805–812, 2007.

FADIGAS, J. C. et al.. Use of multivariate analysis techniques for the characterization of analytical results for the determination of the mineral composition of kale. **Microchemical Journal**, v.96, n.2, p.352–356, jun. 2010.

FEIBER, L. T.; CAETANO, R. Study of centesimal composition and levels of calcium in kale pulps (*Brassica oleracea* var. *acephala*). **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 23, n. 1, p. 141-145, jan./mar. 2012.

FERRARI, C. C.; GERMER, S. P. M.; AGUIRRE, J. M.. Effects of Spray-Drying Conditions on the Physicochemical Properties of Blackberry Powder. **Drying Technology**, 30: 154–163, 2012.

FERRARI, C. C.; GERMER, S. P. M.; ALVIM, I. D.; VISSOTTO, F. Z.; AGUIRRE, J. M. Influence of carrier agents on the physicochemical properties of blackberry powder produced by spray drying. **International Journal of Food Science & Technology**, Malden, v. 47, n. 6, p. 1237-1245, 2012.

FERRARI, C. C.; RIBEIRO, C. P.; AGUIRRE, J. M. Secagem por atomização de polpa de amora-preta usando maltodextrina como agente carreador. **Braz. J. Food Technol.**, v. 15, p. 157-165, 2012.

FERREIRA, I.C.F.R.; ABREU, R.M.V. Stress oxidativo, antioxidantes e fitoquímicos. **Bioanálise**. IV:2. p. 32-39. 2007.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

FITZPATRICK, J. J.; DESCAMPS, N.; O'MEARA, K.; JONES, C.; WALSH, D.; SPITERE, M. Comparing the caking behaviours of skim milk powder, amorphous maltodextrin and crystalline common salt. **Powder Technology**, v. 204, p. 131–137, 2010.

FONSECA, A. V. V. **Perfil sensorial, aceitação e caracterização em compostos Bioativos de néctares mistos de frutas tropicais**. Tese (Doutorado) - DTA/UFC/Fortaleza, 155fl , 2014.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.). Anthocyanins as food colors. **New York: Academic**, 1982. p. 181-207.

FRANCISCONI, A. D. *et al.*. Propriedades físicas del jugo de aracuyá en polvo: efecto de la velocidad de atomización y concentración de maltodextrina. **Alimentaria**, Madrid, n. 346, p. 97-100. 2003.

FRANCO, B. D. G. de M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. 2ª Ed. São Paulo: Atheneu, 2001

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9.ed. São Paulo: Atheneu, 2005. 307p.

FREIREI, J.M; ABREU, C.M.P.; ROCHA, D. A.; CORRÊA, A.A D.; MARQUES, N. R. Quantificação de compostos fenólicos e ácido ascórbico em frutos e polpas congeladas de acerola, caju, goiaba e morango. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.12, p.2291-2296, dez, 2013.

FUCHS-TARLOVSKY V. Role of antioxidants in cancer therapy. **Nutrition**. 29(1):15-21. 2013.

GALAN, M. V.; ARFANA, A. K.; SILVERMAM, A. N. Oral broccoli Sprouts for the Treatment of *Helicobacter pylori* Infection: A preliminary Report. **Digestive Diseases and Sciences**, (49)7/8: 2004. 1088-1090.

GAUTHIER-JAQUES, A.; BORTLIK, K.; HAU, J.; FAY, L.B. Improved method to track chlorophyll degradation. **J. Agric. Food Chem.**, Columbus, v.49, p.1117-1122, 2001.

GAVA, A.J.; SILVA, C.A.B. da; FRIAS, J.R.G. **Tecnologia de Alimentos: Princípios e Aplicações**. Nobel, Edição revisada e atualizada. São Paulo, 2009. 511p.

GAYA, LG; FERRAZ, JBS. Aspectos genético-quantitativos da qualidade da carne em frangos. **Ciência Rural, Santa Maria**. v.36, n.1, p. 439-356, 2006.

GOMES, F. dos S. **Concentração de licopeno de suco de melancia através de processos de separação por membranas**. 2009. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2009.

GOMES, P. M. A.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Armazenamento da polpa de acerola em pó a temperatura ambiente. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 3, n. 24, p. 384-389, 2004.

GONÇALVES, N. B.; CARVALHO, V. D. de. Características da fruta. In: GONÇALVES, N. B. (Org.). Abacaxi: pós-colheita. Brasília: **Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia**. 2000. cap.2, p.13-27 (Frutas do Brasil, 5).

GOULA, A.M.; ADAMOPOULOS, K.G. A new technique for spray drying orange juice concentrate. **Innovative Food Science and Emerging Technology**, 11, 2010, 342-351.

GRACE, M. H.; YOUSEF, G. G.; GUSTAFSON, S. J.; TRUONG, VD.; YENCHO, G. C.; LILA, M. A. Phytochemical changes in phenolics, anthocyanins, ascorbic acid, and carotenoids associated with sweetpotato storage and impacts on bioactive properties, **Food Chemistry**, v. 145, p. 717-724, 2014.

GRANADA, G. G.; ZAMAIAZI, R. C.; MENDONÇA, C. R. B. Abacaxi: produção, mercado e subprodutos. **Boletim do Ceppa**, v. 22, n.02, p.405-422, 2004.

GRIFFITHS H. R., LUNEC J. Ascorbic acid in the 21st century - more than a simple antioxidant. *Environ Toxicol Pharmacol* 2001; 10:173-182.

GROSS, J. **Pigments in vegetables, chlorophylls and carotenoids**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 351p.

HALTFIELD, S.G.S.; KNEE, M. Effects of water loss on apples in storage. **International Journal of Food Science and Technology**. v.23, n.6, p.575-83. 1988

HASSIMOTO, N. M. A.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v.53, p.2928-2935, 2005.

HEBBAR, U.; RASTOGI, N. K.; SUBRAMANIAN, R. Properties of dried and intermediate moisture honey products: a review. **International Journal of Food Properties**, v. 11, n.4, 804-819, abr 2008.

HERTOG, M.G.L.; HOLLMAN, P. C. H.; KATAN, M. B.; KROMHOUT, D. Intake of potentially anticarcinogenic flavonoids and their determinants in adults in The Netherlands. **Nutr. Cancer**, v.20, n.1, p.21- 29, 1993.

HOFFMANN, A. ; PETRI, J. L. ; G. B. Leite ; BERNARDI, J. . Produção de Mudanças e Plantio. In: Gijmar Nachtigall. (Org.). **Frutas do Brasil - Maçã Produção**. Brasília: Cenagri, 2004, v. , p. 54-62.

HSU, C.; CHAO, P.; HU, S.; YANG, C. The antioxidant and free radical scavenging activities of chlorophylls and pheophytins. **Food and Nutrition Sciences**, v.4, n.8, p.1-8, ago. 2013.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L.; The chemistry behind antioxidant capacity assays. *J. Agric. Food Chem.* 2005, Março 23;53(6): 1841-56

HUNTERLAB. CIE L*a*b* color scale: applications note, v.8, n.7, 1996. Acesso em 01 de novembro de 2015. Disponível na internet: http://www.hunterlab.com/color_theory.php

ITOO, S.; MITSUCO, A.; ISHIHATA, K. Comparison of ascorbic acid content in acerola fruit from different production region depend on degree of maturity, and stability by processing. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, v. 37, n. 9, p. 726-729, 1990.

JAYA, S.; DAS, H. Glass Transition and Sticky Point Temperatures and Stability/Mobility Diagram of Fruit Powders. *Food and Bioprocess Technology*, v. online, p. 1-7, 2009.

JAYASUNDERA, M.; ADHIKARI, B.; ADHIKARI, R.; ALDRED, P. The effects of proteins and low molecular weight surfactants on spray drying of model sugar-rich foods: Powder production and characterization. *Journal of Food Engineering*, v. 104, p. 259-271, 2011.

JOHNSTON C. S., BOWLING, D.L. Ascorbic acid. In: *Handbook of Vitamins*. 4 ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2007. p. 489-520.

JUSTO, O.R; MORAES, A.M. Avaliação do potencial antioxidante de extratos ativos de plantas obtidos por extração com fluido supercrítico. *Quim. Nova*, 31 (7): 1699-1705, 2008.

KANG M. H., PARK YK, KIM HY, KIM TS. Green vegetable drink consumption protects peripheral lymphocytes DNA damage in Korean smokers. *Biofactors*. 22(1-4):245-7. 2004.

KARP, Gd. *Biologia celular e molecular: conceitos e experimentos*. Barueri, SP: Manole, 2005.

KAULMANN, A.; JONVILLE, M.; SCHNEIDER, Y.; HOFFMANN, L.; BOHN, T. Carotenoids, polyphenols and micronutrient profiles of *Brassica oleraceae* and plum varieties and their contribution to measures of total antioxidant capacity. *Food Chemistry*, v.155, n.15, p.240-250, jul. 2014.

KAUR, C.; KAPOOR, H.C. Anti-oxidant activity and total phenolic content of some Asian vegetables. *Int. J. Food Sci. Technol.*, Oxford, v.37, p.153-161, 2002.

KENNEDY, J.F.; KNILL, C.J.; TAYLOR, D.W. Maltodextrins. In: KEARSLEY, M.W.; DZIEDZIC, S.Z. (Eds.). **Handbook of Starch Hydrolysis Products and their Derivatives**. London, Blackie Academic & Professional, 1995, p.65-82.

KHA, T. C.; NGUYEN, M. H.; ROACH, P. D. Effects of spray drying conditions on the physicochemical and antioxidant properties of the Gac (*Momordica cochinchinensis*) fruit aril powder. **Journal of Food Engineering**, v. 98, p. 385–392, 2010.

KONICA MINOLTA, Konica Minolta Sensing, Inc. Precise color communication. Color control from perception to instrumentation. Daisennishimachi, Sakai. Osaka, Japan. p. 59, 1998.

KORUS, A. Effect of preliminary and technological treatments on the content of chlorophylls and carotenoids in kale (*brassica oleracea* l. var. *acephala*). **Journal of Food Processing and Preservation**, v.37, n.4, p.335-344, ago. 2013. KORUS, 2014

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

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, G. A.; TRONCOSO, A. M.; MANCINIFILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante em pulpa de frutos. **Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 726-732, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612005000400016>

LANCHA, J. P.; GERMER, S. P. M.; DALLA DEA, R. C.; FERRARI, C.C.; ALVIM, I. D. Desidratação de polpa de pitanga e jabuticaba em spray dryer: condições de processo e propriedades físico-químicas do pó. In **6º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica -2012– Jaguariúna, SP**

LANGRISH, T. A. G.; FLETCHER, D. F. Spray drying of food ingredients and applications of CFD in spray drying. **Chemical Engineering and Processing**, Lausanne, v.40, n.4, p.345-354, 2001.

LAVELLI, V.; KERR, W.; HARSHA, P. S. C. S. Phytochemical Stability in Dried Tomato Pulp and Peel As Affected by Moisture Properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, n. 3, p. 700-707, 2013.

LEE S. K., KADER A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biol Technol* 2000; 20:207-220.

LEONE, R. **Desenvolvimento de suco misto de frutas e hortaliça para a melhoria da qualidade nutricional e funcional**. 2009. 105f. Tese (Mestrado em Ciência e tecnologia de alimentos)- Programa de Pós-graduação em Ciência e tecnologia de alimentos, Universidade Federal de Viçosa.

LEONE, R. S., RAMOS, A. M.; ROCHA, F. I. G. Avaliação de componentes Bioativos em suco misto de frutas e hortaliça durante 100 dias de armazenamento. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v. 5, p. 480-489, 2011.

LEÓN-MARTÍNEZ, F. M.; MÉNDEZ-LAGUNAS, L. L.; RODRÍGUEZ-RAMÍREZ, J. Spray drying of nopal mucilage (*Opuntia ficus-indica*): Effects on powder properties and characterization. **Carbohydrate Polymers**, v. 81, p. 864–870, 2010.

LIMA, V. L. A. G.; MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; PRAZERES, F. G.; MUSSER, R. S.; LIMA, D. E. S. Total phenolic and carotenoid contents in acerola genotypes harvested at three ripening stages. **Food Chem.**, v. 90, p. 565-568, 2005.

LIN, C-H.; CHANG, C-Y. Textural change and antioxidant properties of broccoli under different cooking treatments. **Food Chem.**, v. 90, n. 1-2, p. 9-15, 2005.

LITESCO, S.C.; EREMIA, S.A.V.; DIACONU, M.; TACHE, A.; RADU, G.-L. Biosensors applications on assessment of reactive oxygen species and antioxidants. Em: Somerset V. (ed), **Environmental Biosensors**. Rijeka, Croacia: InTech, pp. 95-114. 2011.

LORANTY, A.; REMAIAŁKOWSKA, E.; ROSA, E. A. S.; BENNETT, R. N. Identification, quantification and availability of carotenoids and chlorophylls in fruit, herb and medicinal teas. **Journal of Food Composition and Analysis**, EUA, v. 23, p. 432 – 411, 2010.

LV, J.; HUANG, H.; YUA, L.; WHENT, M.; NIU, Y.; SHI, H.; WANG, T. T. Y.; LUTHRIA, D.; CHARLES, D.; YU, L. L. Phenolic composition and nutraceutical properties of organic and conventional cinnamon and peppermint. **Food Chemistry**, Reino Unido, v. 132, p. 1442 – 1450, 2012

MACHADO, H.; NAGEM, T.J.; PETERS, V.M.; FONSECA, C.S.; OLIVEIRA, T.T. Flavonoides e seu potencial terapêutico. **Boletim do Centro de biologia Reprodução**, UFJF, v. 26, p. 33-39, 2008.

MAGALHÃES, T. M. et al.. Gengibre (*Zingiber officinale Roscoe*) Brasileiro: aspectos gerais, óleo essencial e oleoresina. Parte 1 - Aspectos gerais, óleo essencial. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 17, n. 1, p. 64-69, jan.-abr. 1997.

MARTIN, L. G. P. **Estudo da secagem de polpa de cupuaçu por atomização**. Dissertação(mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, SP, 2013.

MARTINEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J.; ROS, G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. **Arch. Latinoam. Nutr.**, v. 50, n. 1, p. 5-18, 2000.

MARTINEZ-VALVERDE; PERIAGO; ROS, 2000 MAHARAJ, V.; SANKAT, C.K. Quality changes in dehydrated dasheen leaves, effects of blanching pretreatments and drying conditions. **Food Res. Int.**, Amsterdam, v.29, p.563-568, 1996.

MARTINS, M., Açúcar invertido: propriedades e aplicações. **Revista Food Ingredients: Guia 2001 de fornecedores**, 2001, p.97.

MELO, B. *et al.*. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Universidade Federal de Uberlândia. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/pminimo.htm>> Acesso em: 18 de dez. 2010.

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. **Food Science and Technology (Campinas)**,v.26 n.3, 639-644, 2006

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; SANTANA, A. P. M. capacidade antioxidante de hortaliças submetidas a tratamento térmico. **Nutrire: rev. Soc. Bras. Alim. Nutr.= J. Brazilian Soc. Food Nutr.**, São Paulo, SP, v. 34, n. 1, p. 85-95, abr. 2009.

MELO, K. S. **Secagem por aspersão de polpa de atemoia**. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola/UFCG, 230fl., il., 2012.

MELO, P. S.; BERGAMASCHI, K. B.; TIVERON, A. P.; MASSARIOLI, A. P.; CADORIN OLDONI, T. L.; ZANUS, C. M.; PEREIRA, G. E.; ALENCAR, S. M. Composição fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.6, jun, 2011.

MELONI, P. L. S. **Produção de frutas desidratadas e cristalizadas**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2009. 120 p.

MENEZES, A. R. V.; JÚNIOR, A. S.; CRUZ, H. L. L.; ARAUJO, D. R.; SAMPAIO, D. D. Estudo comparativo do pó da acerola verde (*Malpighia emarginata* D.C) obtido em estufa por circulação de ar e por liofilização. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.11, n.1, p.1-8, 2009.

MINISTÉRIO DA SAÚDE -Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição. Ações e Incentivo ao Consumo de Frutas e Hortaliças do Governo Brasileiro. Brasília, setembro de 2009

MONTEIRO, B. A. **Valor nutricional de partes convencionais e não convencionais de frutas e hortaliças**. Dissertação (Mestrado)/UNESP-Botucatu-SP, 2009.

MORAES, F. P. **Polpa desidratada de caju amarelo (*Anacardium occidentale* L.) por atomização em *spray dryer*: caracterização físico-química, bioativa e estudo da vida de prateleira do produto**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-graduação em Engenharia Química. Natal-RN, 2014.

MOREIRA, T. B.; ROCHA, É. M. F. F.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. Comportamento das isotermas de adsorção do pó da polpa de manga liofilizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.17, n.10, p.1093–1098, 2013.

MOURA, S. M. **Estabilidade de acerola em pó oriunda de cultivo orgânico** .Dissertação de Mestrado.112fl., il DTA/UFC-2010

MURRAY, D.G.; LUFT, L.R. Low-DE corn starches hydrolysates. Multi-functional carbohydrates aid in food formulation. **Food Technology**, v.27, n.3, p.32-40, 1973.

NAIDU K. A. Vitamin C in human health and disease is still a mystery? An overview. *Nutr J* 2003; 2:7.

NIELSEN, F. H. 1997. Boron in human and animal nutrition. **Plant and Soil**, (193):199-208.

NILSSON, J., OLSSON, K., ENGGVIST, G., EKVALL, J., OLSSON, M., NYMAN, M., AKESSIN, B. Variation in the content of glucosinolates, hydroxycinnamic acids, carotenoids, total antioxidant capacity and low molecular weight carbohydrates in *Brassica* vegetables. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, p. 528–538, 2006.

NOJIRI, K. B. R.; MUNDIM, S. A. P; ARAÚJOA. C. T. Perfil Antioxidante de um Suco Misto, Composto de uma Hortalíça (Couve) e Duas Frutas (Maracujá e Laranja). **Revista Nutrição em pauta**. Ano XIX, n. 111. Nov/Dez, 2011.

NOLLET L. M. L. Quantitative determination of water-soluble vitamins: Vitamin C. *Food Analysis by HPLC*, 2 ed. New York, USA: Marcel Dekker, Inc.; 2000. p. 403-415.

NOVÁKOVÁ L., SOLICH P., SOLICHOVÁ D. HPLC methods for simultaneous determination of ascorbic and dehydroascorbic acids. *TrAC, Trends Anal Chem* 2008; 27:942-958.

NYSSONEN K., SALONEN, J.T., PARVIAINEN, M.T. Ascorbic Acid. In: *Modern Chromatographic Analysis of Vitamins*. New York, USA: Marcel Dekker, Inc.; 2000. p. 271-300.

OH, J.; JO, H.; CHO, A. R.; KIM, S. J.; HAN, J. Antioxidant and antimicrobial activities of various leafy herbal teas. **Food Control**, Europa, v. 31, p. 403 – 409, 2013

OLIVEIRA, A. DE C; VALENTIM, I. B.; GOULART, M. O. F.; SILVA, C. A.; BECHARA, E. J. H.; TREVISAN, M. T. S. **Fontes vegetais naturais de antioxidantes**. *Quim. Nova*, Vol. 32, No. 3, 689-702, 2009.

OLIVEIRA, A.R.G.; BORGES, S V.; FARIA, R.K.; GREGÓRIO, E.E.S.R. Influência das condições de secagem por atomização sobre as características sensoriais de sucos maracujá (*passiflora edullis*) e abacaxi (*ananas comosus*) desidratados. **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v. 38, n.3, p.251-256, 2007.

OLIVEIRA, M. A, **Avaliação da Influencia de adjuvantes de secagem sobre as propriedades de suco de caju atomizado**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará): Fortaleza, Ceará. 2008. 63 f.

OLIVEIRA, M. I. S; TONON, R. V.; NOGUEIRA, R. I. ; CABRAL, L. M. C.. Estabilidade da polpa de morango atomizada utilizando diferentes agentes carreadores. **Braz. Food Technol**, Campinas, v. 16, n. 4, p. 310-318, out./dez. 2013

OLIVEIRA, V. S.; AFONSO, M. R. A.; COSTA J. M. C. Caracterização físico-química e comportamento higroscópico de sapoti liofilizado **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 342-348, 2011.

OLIVEIRA, F. M. N.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Análise comparativa de polpas de pitanga integral, formulada e em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina grande, v.8, n.1, p.25-33, 2006.

ORREGO, C.E.; SALGADO, N.; BOTERO, C.A. Developments and trends in fruit bar production and characterization, **CRC Crit. Rev. Food Sci.** 53 (2013) 1–13.

PADULA, M. L.; CARCIOFI, B. A. M.; DANINENHAUER, C. E.; STRINGARI, G. B.; MONTEIRO, A. R. Influência de diferentes tipos de embalagens nas características físico-químicas e composição gasosa de brócolis (*Brassica oleracea* l. var itálica) orgânicos minimamente processados e armazenados sob refrigeração. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.17, n.3, p.259-268, jul./set. 2006.

PAGANI, M.M. **Obtenção do suco de acerola (*Malpighia emarginata*, D.C.) concentrado e pós estáveis através da integração dos processos de separação por membranas e microencapsulação por atomização**. Rio de Janeiro, 2010, 161 p. Tese (Escola de Química UFRJ).

PANZELLA, L., PETRICCIONE, M., REGA, P., SCORTICHINI, M., NAPOLITANO, A. A reappraisal of traditional apple cultivars from Southern Italy as a rich source of phenols with superior antioxidant activity. **Food Chemistry**, 140, 672–679. 2013.

PASSOS, L. S. C. **Avaliação da atividade antioxidante e perfil cromatográfico de extratos do Jaborandi (*Piper aduncum*)**. 88 f. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Aiológicas). Universidade do Vale do Rio Doce, Governador Valadares, 2010.

PAULUS, D.; MEDEIROS, S.L.P.; SANTOS, O.S; RIFFEL, C.; FABBRIN, G.; PAULUS, E.. Substratos na produção hidropônica de mudas de hortelã. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.1, p.48-50, jan.-mar. 2005.

PEDRO, M. A. M. **Influencia de encapsulantes e do método de secagem nas propriedades físico-químicas e atributos de qualidade de polpa de maracujá em pó**. 2009. 204 f. Tese (doutorado em Alociências) - Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2009.

PELLEGRINI, N. Evaluation of antioxidant capacity of some fruit and vegetable foods: efficiency of extraction of a sequence of solvents. **J. of the Science of Food and Agriculture**, v. 87, p. 103-111, 2007.

PÉREZ-JIMENÉZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. **Food Research International**, 39, 791-800, 2006.

PIAO, X., KIM, H.Y., YOKOZAWA, L.Y.A., PIAO, X.S., CHO, E.J. Protective effects of broccoli (*Brassica oleracea*) and its active components against radical-induced oxidative damage. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology**, v. 51, p.142– 147, 2005.

PODSEDEK, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review: LWT. **Food Science and Technology**. v.40, p.1-11, 2007.

PRADO, A. **Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

PUTCHALA MC, RAMANI P, SHERLIN HJ, PREMKUMAR P, NATESAN A. Ascorbic acid and its pro-oxidant activity as a therapy for tumours of oral cavity – A systematic review. **Archives of oral biology**. 58(6):563-74. 2013.

QUEIROZ, E. R.; ABREU, C. M. P., OLIVEIRA, K. S., RAMOS, V. O.; FRÁGUAS, R. M.. Aioactive phytochemicals and antioxidant activity in fresh and dried lychee fractions. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 1, p. 163-169, jan-mar, 2015

QUEK, S.Y.; CHOK, N.K.; SWEDLUND, P. The physicochemical properties of spraydried watermelon powders. **Chemical Engineering and Processing**, v. 46, p. 386-392, 2007.

RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI, E.A.G. **Química de alimentos**. 2ªEd. São Paulo: Edgard Blücher: Instituto Mauá de Tecnologia, 2007.

RIGHETTO, A. M. **Caracterização físico-química e estabilidade de suco de acerola verde microencapsulado por atomização e liofilização**. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP: 2003.

RODRIGUES, M. I e IEMMA, A. F.. **Planejamento de experimentos e otimização de processos: uma estratégia seqüencial de planejamentos**. 1ª Ed.- Campinas,SP: Casa do Pão Editora,2005.

RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, G.R.; GONZÁLEZ-GARCÍA, R.; GRAJALES-LAGUNES, A.; RUIZ-CABRERA, M.A. Spray-drying of cactus pear juice (*Opuntia streptacantha*): Effect on the physicochemical properties of powder and reconstituted product. **Drying Technology**, v.23, n.4, p.955-973, 2005.

ROOS, Y. H. Glass transition temperature and its relevance in food processing. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 1, p. 469-496, 2010.

ROUSTAPOUR, O. R.; HOSSEINALIPOUR, M.; GHOBADIAN, B.; MOHAGHEGH, F.; AZAD, N. M. A proposed numerical-experimental method for drying kinetics in a spray dryer. **Jounal of Food Engineering**, v. 90, p. 20-26, 2009.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica: determinação**

da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH, comunicado técnico 127, 4p. 2007a

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS^{•+}**, comunicado técnico 128, 4p. 2007b

SAAD, S.M.I.; CRUZ, A.G.; FARIA, J.A.F. **Probióticos e Prebióticos em Alimentos: Fundamentos e Aplicações Tecnológicas**. 1. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2011.

SALVINO, E. M. **Avaliação química e nutricional de couve (Brassica oleraceae var. acephala) desidratada e aplicação em formulações de pão de forma**. Tese(Doutorado)/ CT/UFPB- João Pessoa, 2014. 68f. : il

SAN-MIGUEL, A.; MARTIN-GIL, F.J. Importancia de las especies reactivas al oxígeno (radicales libres) y los antioxidantes en clinica. **Gaceta Médica de Bilbao**.106(3):106-13. 2009.

SANSONE, F.; MENCHERINI, T.; PICERNO, P.; D'AMORE, M.; AQUINO, R. P.; LAURO M. R. Maltodextrin/pectin microparticles by spray drying as carrier for nutraceutical extracts. **Journal of Food Engineering**, v. 105, p. 468–476, 2011.

SANTOS, G. M.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M; COSTA, J. M. C.; FIGUEIREDO, R. W.; PRADO, G. M. Correlação entre atividade antioxidante e compostos Bioativos de polpas comerciais de açaí (*Euterpe oleracea* Mart), **Arch. Latinoam. Nutri.**, Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición . v. 58, n. 2, 2008.

SCHAUSS, A.G.; WU, X.; PRIOR, R.L.; OU, B.; HUANG, D.; OWENS, J.; AGARWAL, A.; JENSEN, G.S.; HART, A.N.; SHANBROM, E. Antioxidant capacity and other bioactivities of the freeze-dried amazonian palm berry, *Euterpe oleracea* Mart. (Acai). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, n.22, p.8604-8610, 2006.

SCHUBERT, H. Food particle technology. Part I: Properties of particles and particles food systems. **Journal of Food Engineering**, v. 6, n. 1, p. 30-36, 1993

SHAPIRO, T. A.; FAHEY, J. W.; WADE, K. L. Chemo protective glucosinolates and isothiocyanates of broccoli sprouts: metabolism and excretion in humans. **Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.** 2001 May; 10 (5): 501-8.

SILVA, L. M. R. et al.. Estudo do comportamento reológico de polpas de caju (*Anacardium occidentale*, L.), acerola (*Malpighia emarginata*, D.C.) e manga (*Mangifera indica*, L.). Semina: **Ciências Agrárias**, v. 33, n. 1, p. 237-248, 2012.

SIQUEIRA, A.M.A. **Resfriamento rápido por ar forçado de goiaba cv. „Paluma“**: Avaliação dos parâmetros físicos, físico-químicos, sensoriais e do processo. 2009. 121f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

SOUSA, C.M.M.; ROCHA E SILVA, H.; VIEIRA-JR, G.M.; AYRES, M.C. C.; COSTA, C.L.S.; ARAÚJO, D.S.; CAVALCANTE, L.C.D.; BARROS, E.D.S.; ARAÚJO P.B.M.; BRANDÃO, M.S.; CHAVES, M.H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n.2, p.351-355, 2007.

SOUSA, M.M.D.; RODRIGUES,L.L; SILVA,N.J.; LIMA,A. Compostos fenólicos e atividade antioxidante in vitro do extrato seco do gengibre (*Zingiber officinale*). **In: 65ª Reunião Anual da SBPC, Recife - Pernambuco. Julho de 2013**

SOUSA, P.H.M. **Desenvolvimento de néctares mistos de frutas tropicais adicionados de *Ginko Alloba* e *Panax Ginseng***. 2006. 134f. Tese (doutorado) – Programa de pós graduação em ciência e tecnologia de alimentos, Universidade Federal de Viçosa.

SOUZA, J. S. **Secagem de misturas de polpas de frutas tropicais em leite de jorro**. 2009, 156f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Química, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal (RN).

STRATIL, P.; KLEJDUS, B.; KUBÁŇ, V. Determination of phenolic compounds and their antioxidant activity in fruits and cereals. **Talanta**, v. 71, n. 4, p. 1741-1751, 2007.

STRINGHETA, P.C.; NACHTIGALL, A.M.; OLIVEIRA, T.T.; RAMOS, A.M.; SANT'ANA, H.M.P.; GONÇALVES, M.P.J.C. Lutein: antioxidant properties and health benefits. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.17, n.2, p.229-238, abr./jun. 2006.

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

TACO. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, Núcleo de estudos e pesquisas em alimentação. **Tabela brasileira de composição de alimentos**: 4ª edição, São Paulo, NEPA/Unicamp; 2011 161 p.

TAKAI, M.; SUIDO, H.; TANAKA, T. LDL cholesterol lowering effect of a mixed green vegetable and fruit beverage containing broccoli and cabbage in hypercholesterolemic subjects. **Rinsho Byori**. 2003 Nov; 51 (11): 1073-83.

TAVARINI, S.; DEGL'INNOCENTI, E.; REMORINI, D.; MASSAI, R.; GUIDI, L. Antioxidant capacity, ascorbic acid, total phenols and carotenoids changes during harvest and after storage of Hayward kiwifruit. **Food Chemistry**, v. 107, p. 282–288, 2008.

TONON, R. V.; BARONI, A. F.; BRABET, C.; GIBERT, O.; PALLET, D.; HUAINGER, M. D.. Water sorption and glass transition temperature of spray dried açai (*Euterpe oleracea* Mart.) juice. **Journal of Food Engineering**, Essex, v. 94, p. 215-221, 2009.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUAINGER, M. D. Anthocyanin stability and antioxidant activity of spray-dried açai (*Euterpe oleraceae* Mart.) juice produced with different carrier agents. **Food Research International**, Amsterdam, v. 43, p. 907-914, 2010.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUAINGER, M. D. Influence of process conditions on the physicochemical properties of açai (*Euterpe oleraceae* Mart.) powder produced by spray drying. **J. Food Eng.** New York, v. 88, p. 411–418. 2008

TONON, R.V. **Secagem por atomização do suco de açai: influência das variáveis de processo, qualidade e estabilidade do produto**. 2009. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

TRUONG, V.; BHANDARI, B. R.; HOWES, T. Optimization of co-current spray drying process of sugar-rich foods. Part I—Moisture and glass transition temperature profile during drying. **Journal of Food Engineering**, v. 71, n. 1, p. 55–65, nov. 2005.

TURCHIULI, C.; GIANFRANCESCO, A.; PALZER, S.; DUMOULIN, E. Evolution of particle properties during spray drying in relation with stickiness and agglomeration control. **Powder Technology**, v. online, p. 1-8, 2010

UCHOA, A. M. A.; COSTA, J. M. C.; MAIA, G. A.; SILVA, E. M. C.; CARVALHO, A. F. F. U.; MEIRA, T. R. Parâmetros físico-químicos, teor de fibra bruta e alimentar de pós alimentícios obtidos de resíduos de frutas tropicais. **Revista Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 58-65, 2008.

VALKO, M.; RHODES, C.J.; MONCOL, J.; IZAKOVIC, M.; MAZUR, M. Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. **Chemico-Biological Interactions**. 160(1):1-40. 2006.

VELIOGLU, Y.S.; MAZZA, G.; GAO, L.; OOMAH, B.D. Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, n.10, p.4113-4117, 1998 VIALTA ET AL., 2010

VIANA, D. S. **Lima ácida (Citrus latifolia, Tanaka), cv. Tahiti, de cultivos convencional e orgânico biodinâmico: avaliação da capacidade antioxidante dos sucos in natura e clarificados por membranas de microfiltração**. 2010. Dissertação de Mestrado em Ciências Farmacêuticas- Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

VILAS BOAS, E.V.B. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de frutos. **In: CURSO de Pós-graduação “Lato Sensu” especialização a distância – pós-colheita de frutos e hortaliças – Manutenção e Qualidade**. Lavras: UFLA, FAEPE, 1999. 71p.

VISSOTTO, F. Z.; MONTENEGRO, F. M.; SANTOS, J. M. e OLIVEIRA, S. J. R. Avaliação da influência dos processos de lecitinação e de aglomeração nas propriedades físicas de achocolatado em pó. **Ciênc. Tecnol. Aliment**. Campinas, v. 26, n.3, p. 666-671, 2006.

VOLP, A. C. P.; RENHE, I. R. T.; BARRA, K.; STRINGUETA, P. C, Flavonoides antocianinas: características e propriedades na nutrição e saúde. **Rev. Bras. Nutr. Clin**. Porto Alegre, v. 23, n.2, p.141-149, 2008.

WENDEL S.; CELIK, M. Uma visão geral sobre o uso da tecnologia de spray-drying. **Pharmaceutical Technology**, Ames, v. 2, p. 129-134, abr. 1998.

WU, X.; BEECHER, G.R.; HOLDEN, J.M.; HAYTOWITZ, D.B.; GEBHARDT, S.E.; PRIOR, R.L. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, n.12, p.4026-4037, 2004.

YOUSEFI, S.; EMAM-DJOMEH, Z.; MOUSAVI, M. S. Effect of carrier type and spray drying on the physicochemical properties of powdered and reconstituted pomegranate juice (*Punica Granatum* L.). **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 48, n. 6, p. 677-684, 2011.

ZHANG, R. et al. Phenolic profiles and antioxidant activity of litchi pulp of different cultivars cultivated in Southern China. **Food Chemistry**, v.136, p.1169-1176, 2013. Disponível em: <[http:// dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.085](http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.085)>. Acesso em: 25 ago. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.09.085.

ANEXOS

ANEXO 1- Ficha da análise sensorial de *blends* em pó reconstituídos.

ANÁLISE SENSORIAL DE BLEND DE FRUTAS E HORTALIÇAS																																																																
Nome _____		Data _____																																																														
Faixa etária: () 18-25 () 26-35 () 36-45 () 46-50 () >50		Escolaridade: _____																																																														
Com que frequência você consome:																																																																
Suco misto:																																																																
() Todo dia () 3-4 vezes/semana () 1-2 vezes/semana () 1 vez/quinzena () 1 vez/mês () nunca																																																																
Qual (is) suco(s)? _____																																																																
Outros sucos:																																																																
() Todo dia () 3-4 vezes/semana () 1-2 vezes/semana () 1 vez/quinzena () 1 vez/mês () nunca																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Quanto você gosta de sucos</th> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">() Gosto muitíssimo</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">() Gosto muito</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">() Gosto moderadamente</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">() Gosto ligeiramente</td> </tr> </table>					Quanto você gosta de sucos	() Gosto muitíssimo	() Gosto muito	() Gosto moderadamente	() Gosto ligeiramente																																																							
Quanto você gosta de sucos																																																																
() Gosto muitíssimo																																																																
() Gosto muito																																																																
() Gosto moderadamente																																																																
() Gosto ligeiramente																																																																
OBSERVE e indique o quanto você GOSTOU ou DESGOSTOU de cada atributo da amostra.																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; padding: 5px;">ESCALA</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">Amostra</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">APARÊNCIA</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">COR</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">AROMA</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">SABOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">9. Gostei muitíssimo</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">_____</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">()</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">8. Gostei muito</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">_____</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">()</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">7. Gostei moderadamente</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">_____</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 2px;">()</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">6. Gostei ligeiramente</td> <td colspan="5" style="padding: 2px;">Comentários: _____</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">5. Nem gostei, nem desgostei</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">4. Desgostei ligeiramente</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">3. Desgostei moderadamente</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">2. Desgostei muito</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 2px;">1. Desgostei muitíssimo</td> <td colspan="5"></td> </tr> </tbody> </table>					ESCALA	Amostra	APARÊNCIA	COR	AROMA	SABOR	9. Gostei muitíssimo	_____	()	()	()	()	8. Gostei muito	_____	()	()	()	()	7. Gostei moderadamente	_____	()	()	()	()	6. Gostei ligeiramente	Comentários: _____					5. Nem gostei, nem desgostei						4. Desgostei ligeiramente						3. Desgostei moderadamente						2. Desgostei muito						1. Desgostei muitíssimo					
ESCALA	Amostra	APARÊNCIA	COR	AROMA	SABOR																																																											
9. Gostei muitíssimo	_____	()	()	()	()																																																											
8. Gostei muito	_____	()	()	()	()																																																											
7. Gostei moderadamente	_____	()	()	()	()																																																											
6. Gostei ligeiramente	Comentários: _____																																																															
5. Nem gostei, nem desgostei																																																																
4. Desgostei ligeiramente																																																																
3. Desgostei moderadamente																																																																
2. Desgostei muito																																																																
1. Desgostei muitíssimo																																																																
Assinale para cada uma das amostras, qual seria a sua atitude quanto ao consumo do produto usando a escala abaixo:																																																																
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 5px;">ESCALA</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">_____</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">_____</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">_____</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Certamente beberia</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Provavelmente beberia</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Tenho dúvidas se beberia</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Provavelmente não beberia</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Certamente não beberia</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> </tr> </tbody> </table>					ESCALA	_____	_____	_____	Certamente beberia	()	()	()	Provavelmente beberia	()	()	()	Tenho dúvidas se beberia	()	()	()	Provavelmente não beberia	()	()	()	Certamente não beberia	()	()	()																																				
ESCALA	_____	_____	_____																																																													
Certamente beberia	()	()	()																																																													
Provavelmente beberia	()	()	()																																																													
Tenho dúvidas se beberia	()	()	()																																																													
Provavelmente não beberia	()	()	()																																																													
Certamente não beberia	()	()	()																																																													
Ordene as amostras quanto a sua preferência : _____ (1º lugar) _____ (2º) _____ (3º)																																																																
LEIA COM ATENÇÃO: Esses sucos são chamados de detox, ou seja desintoxicante do organismo, além de limpar as toxinas do seu corpo ele apresenta altíssimos níveis de antioxidantes e vitamina C, ao ingerir está sendo beneficiado por ele ter propriedades de combater os radicais livres, diminuindo o risco de cânceres, aumentando as defesas do seu organismo, protegendo suas células de lesões, retardando o envelhecimento das mesmas, ou seja, ao consumi-lo estaria prolongando e aumentando a qualidade de sua vida. Se você soubesse anteriormente dessas informações mudaria sua atitude frente as respostas anteriormente? Em que sentido?																																																																
Por favor responda novamente o item 3, agora conhecendo os benefícios dos sucos.																																																																
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 5px;">ESCALA</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">_____</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">_____</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">_____</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 5px;">Certamente beberia</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Provavelmente beberia</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Tenho dúvidas se beberia</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Provavelmente não beberia</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Certamente não beberia</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">()</td> </tr> </tbody> </table>					ESCALA	_____	_____	_____	Certamente beberia	()	()	()	Provavelmente beberia	()	()	()	Tenho dúvidas se beberia	()	()	()	Provavelmente não beberia	()	()	()	Certamente não beberia	()	()	()																																				
ESCALA	_____	_____	_____																																																													
Certamente beberia	()	()	()																																																													
Provavelmente beberia	()	()	()																																																													
Tenho dúvidas se beberia	()	()	()																																																													
Provavelmente não beberia	()	()	()																																																													
Certamente não beberia	()	()	()																																																													
				<i>Agradeço sua colaboração!</i>																																																												

APÊNDICE

Apêndice 1A. Análises de variâncias para os parâmetros físicos, físico-químicos, os compostos bioativos e a capacidade antioxidantes de *blends* de frutas e hortaliças *in natura*

<i>Características</i>	<i>G.L.</i>	<i>Soma dos Quadrados</i>	<i>Quadrado médio</i>	<i>F</i>
Teor de água	1	4.44270	4.44270	3.0679 ns
Cinzas	1	0.04190	0.04190	53.9152 **
pH	1	2.62268	2.62268	400.9185 **
Acidez	1	0.08826	0.08826	98.0609 **
Sólidos Solúveis	1	119.07000	119.07000	29767.50 **
SS/AT	1	1810.87190	1810.87190	402.9420 **
Açúcares Totais	1	45.68226	45.68226	2478.3528 **
Proteínas	1	0.20895	0.20895	5.1517 *
L	1	192.80083	192.80083	2.0369 ns
a*	1	22.68750	22.68750	26.8756 **
b	1	140.76750	140.76750	1.8815 ns
C	1	98.61333	98.61333	1.5215 ns
H	1	247.52083	247.52083	1.1205 ns
Clorofila	1	1384.96431	1384.96431	623.1222 **
Carotenoides	1	31.60619	31.60619	190.1267 **
Flavonoides	1	871.81819	871.81819	32.6078 **
Antocianinas	1	11.88765	11.88765	1.1767 ns
Fenólicos	1	22502.33900	22502.33900	281.1969 **
DPPH	1	429252.39849	429252.39849	371.8330 **
ABTS	1	1.33196	1.33196	2.6715 ns

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

Apêndice 1B. Análises de variâncias para os parâmetros físicos, físico-químicos, os compostos bioativos e a capacidade antioxidantes de *blends* em pó.

<i>Características</i>	<i>G.L.</i>	<i>Soma dos Quadrados</i>	<i>Quadrado médio</i>	<i>F</i>
Teor de água	2	27.03409	13.51704	49.3138 **
Cinzas	2	8.62227	4.31113	938.1226 **
pH	2	3.50173	1.75087	977.5310 **
Acidez	2	53.59908	26.79954	5371.8786 **
Sólidos Solúveis	2	254.77778	127.38889	23.7863 **
SS/AT	2	10230.96990	5115.48495	587.4600 **
Açúcares Totais	2	4568.86524	2284.43262	213.0339 **
Proteínas	2	37.41648	18.70824	94.5950 **
Lipídios	2	0.34799	0.17400	4.6939 *
Densidade aparente	2	0.04412	0.02206	15.4824 **
Densidade real	2	0.33011	0.16506	10.9692 **
Higroscopicidade	2	0.34813	0.17406	441.4475 **
Taxa molhabilidade	2	1.61854	0.80927	58.7967 **
Solubilidade	2	922.00199	461.00099	33.0658 **
L	2	677.72028	338.86014	27.0165 **
a*	2	35.50361	17.75181	28.9301 **
b	2	276.44694	138.22347	5.9747 *
C	2	276.44694	138.22347	5.9747 *
H	2	1115.48111	557.74056	2.9657 ns
Clorofila	2	26147.41357	13073.70678	683.6414 **
Carotenoides	2	1301.13449	650.56725	512.1424 **
Flavonoides	2	197481.370	98740.6850	1024.5550 **
Antocianinas	2	95.67193	47.83596	4.6274 *
Ác.Ascórb.	2	21883188.449	10941594.2248	1184.4136 **
Fenólicos	2	10385191.336	5192595.668	38.7913 **
DPPH	2	651243.31676	325621.65838	308.0480 **
ABTS	2	14348.76352	7174.38176	962.3870 **

Apêndice 1C. Análise de variância da regressão dos dados de **Teor de água** para *blends* em pó durante armazenamento.

<i>Teor de água</i>	<i>Amostra</i>	<i>GL</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Regressão Grau 1		1	98.90230	1597.4099 **
Regressão Grau 2	AI	1	1.45389	23.4823 **
Regressão Grau 3		1	5.03319	81.2930 **
Regressão Grau 1		1	94.60851	353.5965 **
Regressão Grau 2	BI	1	13.85337	51.7766 **
Regressão Grau 3		1	13.77821	51.4957 **

QM- quadrado médio, ^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, respectivamente.

Apêndice 1D. Análise de variância da regressão dos dados de **Sólidos solúveis** para *blends* em pó durante armazenamento.

<i>Sólidos Solúveis</i>	<i>Amostra</i>	<i>GL</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Regressão Grau 1		1	26.88000	2.2732 ns
Regressão Grau 2	AI	1	0.03175	0.0027 ns
Regressão Grau 3		1	0.58778	0.0497 ns
Regressão Grau 1		1	2.38095	0.1757 ns
Regressão Grau 2	BI	1	73.14286	5.3989 *
Regressão Grau 3		1	186.77778	13.7868 **

QM- quadrado médio, ^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, respectivamente.

Apêndice 1E. Análise de variância da regressão dos dados de **Resíduo mineral fixo** para *blends* em pó durante armazenamento.

<i>Sólidos Solúveis</i>	<i>Amostra</i>	<i>GL</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Regressão Grau 1		1	0.19602	46.7381 **
Regressão Grau 2	AI	1	0.37495	89.3999 **
Regressão Grau 3		1	0.13297	31.7039 **
Regressão Grau 1		1	16.95009	453.4448 **
Regressão Grau 2	BI	1	10.50604	281.0552 **
Regressão Grau 3		1	1.96385	52.5365 **

QM- quadrado médio, ^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, respectivamente.

Apêndice 1F. Análise de variância da regressão dos dados de **Potencial hidrogeniônico** para *blends* em pó durante armazenamento.

<i>pH</i>	<i>Amostra</i>	<i>GL</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Regressão Grau 1		1	0.29501	96.3484 **
Regressão Grau 2	AI	1	0.00657	2.1464 ns
Regressão Grau 3		1	0.02560	8.3608 **
Regressão Grau 1		1	0.04600	28.1401 **
Regressão Grau 2	BI	1	0.01882	11.5137 **
Regressão Grau 3		1	0.21007	128.5016 **

QM- quadrado médio, ^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, respectivamente.

Apêndice 1G. Análise de variância da regressão dos dados de **Acidez titulável** para *blends* em pó durante armazenamento.

<i>Acidez titulável</i>	<i>Amostra</i>	<i>GL</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Regressão Grau 1		1	0.21288	46.8036 **
Regressão Grau 2	AI	1	0.36096	79.3618 **
Regressão Grau 3		1	0.18523	40.7247 **
Regressão Grau 1		1	0.18713	8.6789 **
Regressão Grau 2	BI	1	0.04068	1.8865 ns
Regressão Grau 3		1	0.81020	37.5766 **

QM- quadrado médio, ^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, respectivamente.

Apêndice 1H. Análise de variância da regressão dos dados de **Açúcares totais** para *blends* em pó durante armazenamento.

<i>Açúcares totais</i>	<i>Amostra</i>	<i>GL</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Regressão Grau 1		1	6869.49970	860.0405 **
Regressão Grau 2	AI	1	96.76098	12.1142 **
Regressão Grau 3		1	266.40562	33.3532 **
Regressão Grau 1		1	7141.06705	675.5221 **
Regressão Grau 2	BI	1	163.58851	15.4749 **
Regressão Grau 3		1	32.72748	3.0959 ns

QM- quadrado médio, ^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, respectivamente.

Apêndice 1I. Análise de variância da regressão dos dados de **Luminosidade** para *blends* em pó durante armazenamento.

<i>L</i>	<i>Amostra</i>	<i>GL</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Regressão Grau 1		1	257.53619	60.9477 **
Regressão Grau 2	AI	1	370.96317	87.7910 **
Regressão Grau 3		1	688.14406	162.8541 **
Regressão Grau 1		1	77.91597	8.9412 **
Regressão Grau 2	BI	1	2.86612	0.3289 ns
Regressão Grau 3		1	137.19816	15.7441 **

QM- quadrado médio, ^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, respectivamente.

Apêndice 1J. Análise de variância da regressão dos dados de **coordenada a*** para *blends* em pó durante armazenamento.

<i>A*</i>	<i>Amostra</i>	<i>GL</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Regressão Grau 1		1	15.95934	112.6390 **
Regressão Grau 2	AI	1	23.79018	167.9081 **
Regressão Grau 3		1	7.32604	51.7063 **
Regressão Grau 1		1	4.19073	21.1833 **
Regressão Grau 2	BI	1	5.88068	29.7257 **
Regressão Grau 3		1	9.95004	50.2954 **

QM- quadrado médio, ^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, respectivamente.

Apêndice 1L. Análise de variância da regressão dos dados de **coordenada b*** para *blends* em pó durante armazenamento.

<i>b*</i>	<i>Amostra</i>	<i>GL</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Regressão Grau 1		1	130.98952	55.8610 **
Regressão Grau 2	AI	1	2.71994	1.1599 ns
Regressão Grau 3		1	111.07403	47.3679 **
Regressão Grau 1		1	195.91870	23.6914 **
Regressão Grau 2	BI	1	12.82275	1.5506 ns
Regressão Grau 3		1	94.45605	11.4220 **

QM- quadrado médio, ^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, respectivamente.

Apêndice 1M. Análise de variância da regressão dos dados de **Crohma*** para *blends* em pó durante armazenamento.

<i>C</i>	<i>Amostra</i>	<i>GL</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Regressão Grau 1		1	102.27361	31.8248 **
Regressão Grau 2	AI	1	6.13365	1.9086 ns
Regressão Grau 3		1	87.23560	27.1454 **
Regressão Grau 1		1	140.96192	26.7233 **
Regressão Grau 2	BI	1	498.32638	94.4719 **
Regressão Grau 3		1	101.06375	19.1595 **

QM- quadrado médio, ^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, respectivamente.

Apêndice 1N. Análise de variância da regressão dos dados de **Ângulo Hue** para *blends* em pó durante armazenamento.

<i>H</i>	<i>Amostra</i>	<i>GL</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Regressão Grau 1		1	1045.28032	106.9322 **
Regressão Grau 2	AI	1	206.20167	21.0944 **
Regressão Grau 3		1	0.97845	0.1001 ns
Regressão Grau 1		1	0.53701	0.0097 ns
Regressão Grau 2	BI	1	0.04970	0.0009 *
Regressão Grau 3		1	394.36466	7.1355 *

QM- quadrado médio, ^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, respectivamente.

Apêndice 1O. Análise de variância da regressão dos dados de **Ácido Ascórbico** para *blends* em pó durante armazenamento.

<i>Ác. Ascórbico</i>	<i>Amostra</i>	<i>GL</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Regressão Grau 1		1	11904040.6507	1278.6521 **
Regressão Grau 2	AI	1	1397603.14061	150.1211 **
Regressão Grau 3		1	185440.41697	19.9188 **
Regressão Grau 1		1	214637.13682	248.7584 **
Regressão Grau 2	BI	1	212774.40510	246.5995 **
Regressão Grau 3		1	144628.29283	167.6201 **

QM- quadrado médio, ^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, respectivamente.

Apêndice 1P. Análise de variância da regressão dos dados de **Clorofila** para *blends* em pó durante armazenamento.

<i>Clorofila</i>	<i>Amostra</i>	<i>GL</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Regressão Grau 1		1	224.16379	2.8808 ns
Regressão Grau 2	AI	1	246.15174	3.1634 ns
Regressão Grau 3		1	112.07504	1.4403 ns
Regressão Grau 1		1	2200.06263	93.8065 **
Regressão Grau 2	BI	1	0.00227	0.0001 *
Regressão Grau 3		1	74.12005	3.1603 ns

QM- quadrado médio, ^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, respectivamente.

Apêndice 1Q. Análise de variância da regressão dos dados de **Carotenoides** para *blends* em pó durante armazenamento.

<i>Carotenoides</i>	<i>Amostra</i>	<i>GL</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Regressão Grau 1		1	5052.29963	459.1248 **
Regressão Grau 2	AI	1	4811.04127	437.2006 **
Regressão Grau 3		1	45.90932	4.1720 *
Regressão Grau 1		1	3619.92156	721.6110 **
Regressão Grau 2	BI	1	15.32275	3.0545 ns
Regressão Grau 3		1	373.40338	74.4359 **

QM- quadrado médio, ^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, respectivamente.

Apêndice 1R. Análise de variância da regressão dos dados de **Flavonoides** para *blends* em pó durante armazenamento.

<i>Flavonoides</i>	<i>Amostra</i>	<i>GL</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Regressão Grau 1		1	37537.44750	87.9915 **
Regressão Grau 2	AI	1	3297.59352	7.7299 **
Regressão Grau 3		1	4871.96555	11.4204 **
Regressão Grau 1		1	6140.88230	76.9511 **
Regressão Grau 2	BI	1	7245.72409	90.7958 **
Regressão Grau 3		1	1561.63412	19.5688 **

QM- quadrado médio, ^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, respectivamente.

Apêndice 1S. Análise de variância da regressão dos dados de **Compostos Fenólicos** para *blends* em pó durante armazenamento.

<i>Fenólicos</i>	<i>Amostra</i>	<i>GL</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Regressão Grau 1	AI	1	280355.67429	10.8881 **
Regressão Grau 2		1	211938.20462	8.2310 **
Regressão Grau 3		1	147956.64824	5.7462 *
Regressão Grau 1	BI	1	142104.71486	31.3302 **
Regressão Grau 2		1	3.91055	0.0009 *
Regressão Grau 3		1	12260.97788	2.7032 ns

QM- quadrado médio, ^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, respectivamente.

Apêndice 1T. Análise de variância da regressão dos dados de **DPPH** para *blends* em pó durante armazenamento.

<i>DPPH</i>	<i>Amostra</i>	<i>GL</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Regressão Grau 1		1	2832.12170	329.2569 **
Regressão Grau 2	AI	1	169.11301	19.6607 **
Regressão Grau 3		1	129.44222	15.0487 **
Regressão Grau 1		1	19761.97687	1260.5306 **
Regressão Grau 2	BI	1	1736.04034	110.7345 **
Regressão Grau 3		1	272.14452	17.3589 **

QM- quadrado médio, ^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, respectivamente.

Apêndice 1U. Análise de variância da regressão dos dados de **ABTS** para *blends* em pó durante armazenamento.

<i>ABTS</i>	<i>Amostra</i>	<i>GL</i>	<i>QM</i>	<i>F</i>
Regressão Grau 1		1	20324.22608	1332.3918 **
Regressão Grau 2	AI	1	16583.07990	1087.1341 **
Regressão Grau 3		1	5976.54825	391.8035 **
Regressão Grau 1		1	19650.75897	989.6937 **
Regressão Grau 2	BI	1	8960.91845	451.3090 **
Regressão Grau 3		1	215.67184	10.8621 **

QM- quadrado médio, ^{ns} – não significativo; ** e * significativa a 1 e 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, respectivamente.

