



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ
CAMPUS LIMOEIRO DO NORTE
MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

ÉRICA JAMILY DO NASCIMENTO ALMEIDA

**ELABORAÇÃO DE POLPAS DE FRUTA ENRIQUECIDAS COM O RESÍDUO DE
SEU DESPOLPAMENTO**

LIMOEIRO DO NORTE – CE

2017

ÉRICA JAMILY DO NASCIMENTO ALMEIDA

ELABORAÇÃO DE POLPAS DE FRUTA ENRIQUECIDAS COM O RESÍDUO DE SEU
DESPOLPAMENTO

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *campus* Limoeiro do Norte, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Maria Lopes dos Santos.

Coorientadora: Profa. Dra. Marlene Nunes Damaceno.

LIMOEIRO DO NORTE-CE

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Sistema de Bibliotecas - SIBI
Ficha catalográfica elaborada pelo SIBI/IFCE, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- A452e Almeida, Érica Jamily do Nascimento.
ELABORAÇÃO DE POLPAS DE FRUTA ENRIQUECIDAS COM O RESÍDUO DE SEU
DESPOLPAMENTO / Érica Jamily do Nascimento Almeida. - 2017.
112 f. : il. color.
- Dissertação (Mestrado) Instituto Federal do Ceará, Mestrado em Tecnologia de Alimentos, Campus
Limoeiro do Norte, 2017.
Orientação: Profa. Dra. Sandra Maria Lopes dos Santos.
Coorientação: Profa. Dra. Marlene Nunes Damaceno.
1. Fibra Alimentar. 2. Goiaba. 3. Maracujá. I. Título.

CDD 664

ÉRICA JAMILY DO NASCIMENTO ALMEIDA

ELABORAÇÃO DE POLPAS DE FRUTA ENRIQUECIDAS COM O RESÍDUO DE SEU
DESPOLPAMENTO

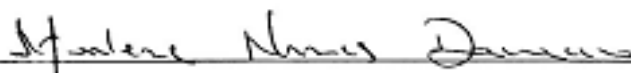
Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado
em Tecnologia de Alimentos do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Ceará *campus* Limoeiro do Norte, como
requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Aprovado em: 27/07/17

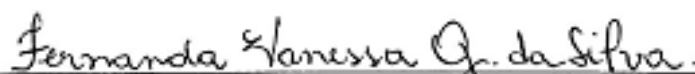
BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dra. Sandra Maria Lopes dos Santos (Orientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte



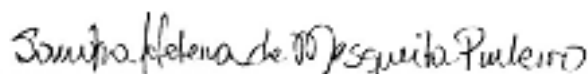
Prof.^a Dra. Marlene Nunes Damaceno (Coorientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte



Prof.^a Dra. Fernanda Vânia Gomes da Silva
Universidade Federal da Paraíba



Prof. Dr. Pahlevi Augusto de Souza
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará *Campus* Limoeiro do Norte



Prof.^a Dra. Sandra Helena de Mesquita Pinheiro
Universidade Federal do Piauí

*Àqueles que buscam vencer pelo empenho e
dedicação ao que se propõem,
À minha família e ao meu amor,
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

Ao longo dessa jornada chamada MESTRADO, tenho muito o que e a quem agradecer...

Primeiramente, agradeço a esta força maior a qual chamamos Deus, por me manter firme e forte em todos os momentos.

Agradeço ao IFCE *campus* Limoeiro do Norte e ao curso de Mestrado em Tecnologia de Alimentos pelo suporte crucial na realização deste trabalho, especialmente a coordenação do curso na pessoa da Prof.^a Dra. Renata Chastinet Braga, por estar sempre disposta a fazer o possível pelos alunos. É muito bom poder pesquisar numa instituição onde se está cercada de pessoas disponíveis a lhe ajudar. Tenho muito orgulho de fazer parte do IFCE.

Agradeço fortemente à minha orientadora Prof.^a Dra. Sandra Maria Lopes dos Santos e à minha coorientadora Prof.^a Dra. Marlene Nunes Damaceno por serem inspiração profissional, por serem educadoras tão competentes e por todas as considerações e contribuições a este trabalho. Muito obrigada!

Agradeço, em especial, aos meus pais, Regina Fabia do Nascimento e Francisco Barboza de Lima e às minhas irmãs, Karoline Lima e Karolayne Lima por me incentivarem e acreditarem em mim sempre. Vocês fazem parte das razões pelas quais eu me mantenho em frente. Amo vocês!

Agradeço àquele que é meu par, Milson Ribeiro, por ser o meu maior incentivador, por estar sempre ao meu lado, por todo o apoio nas horas boas ou más. És um exemplo de companheirismo e amor. Por isso e por tantas coisas mais eu te amo.

Agradeço a todos os meus familiares (avós, tios e tias) pelo incentivo, carinho e amor que têm por mim. Cada um de vocês tem um lugar especial no meu coração.

Agradeço aos meus verdadeiros amigos, aos quais nem preciso citar nomes, pois sei de cada um que torce por mim, que entendem as minhas ausências e correrias. Em especial, meu muito obrigada aquelas as quais eu tenho como irmãs, Vanessa Vidal de Freitas e Leila Fernandes. Vocês são muito importantes na minha vida. Amo vocês!

Agradeço aos meus colegas de mestrado, em especial Lúcia Mara Lemos, Elisabeth Mariano, Lunian Fernandes, Clarissa Maia e Hérica Mendes, por toda a ajuda, seja

ela em laboratório ou até mesmo com uma palavra amiga. Muito obrigada pelo companheirismo ao longo destes dois anos de convivência. Torço muito por cada um de vocês.

Agradeço aos bolsistas, Clauberto Cálido e Geane Souza, por participarem junto comigo na realização desta pesquisa. Desejo todo sucesso nas suas vidas acadêmicas. Espero ter contribuído de alguma forma.

Agradeço à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro, sem o qual seria muito difícil a realização desta pesquisa.

Agradeço a banca avaliadora pelas considerações pertinentes, as quais muito contribuíram para o aperfeiçoamento deste trabalho.

Agradeço a todos os funcionários do IFCE, em especial, aos técnicos de laboratório, pela ajuda nas análises e/ou esclarecimentos dados quando assim busquei.

Agradeço a empresa Fruta Boa, na pessoa do Sr. Ancelmo Nunes de Andrade Filho, pelo fornecimento dos resíduos das polpas e pelo atendimento gentil e prestativo.

Por fim, agradeço a todos os professores que, ao longo da minha vida acadêmica, me passaram ensinamentos grandiosos, fossem estes bons ou ruins, contribuíram muito para a minha formação.

Minha alma está repleta de GRATIDÃO por todos vocês,
...por mais uma vitória alcançada,
...pela vida.

“Se você encontrar um caminho sem obstáculos, ele provavelmente não leva a lugar nenhum”

Frank Clark

RESUMO

O adequado consumo de fibras é de vital importância, visto que estas desempenham diversas funções benéficas à saúde. Há uma grande perda do teor de fibras durante o processamento das polpas de fruta, sendo importante o desenvolvimento de alternativas para o seu enriquecimento neste aspecto. O objetivo deste trabalho foi elaborar polpas de fruta congeladas de maracujá e goiaba enriquecidas com seus resíduos de modo a elevar o teor de fibras. Os resíduos foram obtidos numa indústria produtora de polpas localizada em Limoeiro do Norte - CE. Após o processo de desidratação (liofilização ou secagem em estufa), estes foram moídos e peneirados. Os pós foram analisados quanto a granulometria, solubilidade, composição centesimal (incluindo composição mineral), avaliação físico-química (cor, pH, acidez, sólidos solúveis, atividade de água), teor de compostos bioativos (fenólicos, vitamina C, carotenoides) e atividade antioxidantes (pelos métodos de redução de ferro - FRAP e sequestro de radical ABTS). A elaboração das polpas foi feita com a adição de 5 e 10% de pó de resíduo na polpa de goiaba (PG 5; PG 10) e 5 e 7% de pó na polpa de maracujá (PM 5 e PM 7). Avaliou-se as mesmas quanto a sedimentação e demais análises citadas acima, além de análises microbiológica e sensorial. Os pós apresentaram alto valor nutricional, destacando-se o elevado teor de fibras. O pó do resíduo de goiaba liofilizado apresentou melhores resultados para fibras, compostos bioativos e minerais quando comparado ao seco em estufa; enquanto que para os pós de resíduo de maracujá houveram muitas semelhanças entre os dois processos, com resultados mais favoráveis para o seco em estufa quanto aos microminerais, atividade de água e umidade. Por uma relação custo-benefício escolheu-se a aplicação dos pós secos em estufa. Quanto a elaboração das polpas, a adição dos resíduos elevou consideravelmente o teor de fibras, sendo o aumento de acordo com a concentração adicionada, onde as formulações com o máximo de adição puderam receber alegações de alto conteúdo e fonte de fibra, respectivamente para PG 10 e PM 7. Houve influência positiva na sedimentação, e todas as polpas se encontraram dentro da legislação vigente para os parâmetros físico-químicos e microbiológicos. As polpas se destacaram quanto ao teor de minerais, sendo particularmente relevante o conteúdo de ferro. Os compostos bioativos e a atividade antioxidante diferiram pouco entre as formulações. Quanto a aceitação sensorial, todas as formulações foram bem aceitas, uma vez que apresentaram aceitação acima de 6 (gostei ligeiramente) na escala hedônica. Foi possível a elaboração de polpas de fruta congeladas de maracujá e goiaba com alto teor de fibras.

Palavras-chave: Fibra alimentar. Goiaba. Maracujá.

ABSTRACT

An adequate fiber intake is vitally important, since these perform several functions beneficial to health. There is a great loss of the fiber content during the fruit pulps processing, being important to find alternatives for its enrichment in this aspect. The aim of this work was to elaborate passion fruit and guava frozen pulps, enriched with their residues, increasing their fiber content. The residues were obtained from a pulp-producing industry located in Limoeiro do Norte-CE. After the dehydration process (freeze dryer or oven dryer), they were milled and sieved. The powders were analyzed for particle size, solubility, centesimal composition (including mineral distribution), physical and chemical evaluations (color, pH, acidity, soluble solids, water activity), bioactive compounds contents (phenolic, vitamin C, carotenoids) and antioxidant activity (by the ferric reducing method - FRAP and ABTS radical sequestration). The preparation of the pulps was done with the addition of 5 and 10% of residue powder in guava pulp (PG 5, PG 10) and 5 and 7% powder in passion fruit pulp (PM 5 and PM 10). The pulps were evaluated for sedimentation and the others analysis mentioned above, including microbiological and sensory analysis. The powders presented high nutritional value, with a high fiber content. The lyophilized guava residue powder showed better results for fibers, bioactive compounds and minerals when compared to the oven dried while for the passion fruit residues powders, there were many similarities between the two processes, with more favorable results for the oven dried powder concerning to microminerals, water activity and humidity. Due to the cost-benefit ratio, the application of the oven dried powder was chosen. Concerning the preparation of the pulps, the addition of the residues increased considerably the fiber content, being the increase according to the added concentration. The formulations with maximum addition could receive allegations of high fiber content and fiber source, respectively PG 10 and PM 7. There was a positive influence on sedimentation and all pulps were in accordance with current legislation for physicochemical and microbiological parameters. All the pulps stood out for the mineral content, being particularly relevant the iron content. Bioactive compounds and antioxidant activity differed little among the formulations. Regarding the sensorial acceptance, all formulations were well accepted, since they showed acceptance above 6 (like slightly) on the hedonic scale. It was possible to elaborate passion fruit and guava frozen pulps with high fiber content.

Keywords: dietary fiber, guava, passion fruit.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 3

Tabela 3.1 – Rendimento e distribuição granulométrica de pós de resíduos de goiaba (PRG) e maracujá (PRM) desidratados por liofilização (L) e secagem em estufa (E) com circulação de ar forçada.	49
Tabela 3.2 - Solubilidade dos pós de resíduo de goiaba (PRG) e maracujá (PRM) liofilizados (L) e secos em estufa (E) em diferentes granulometrias.	50
Tabela 3.3 - Composição centesimal dos pós de resíduo de goiaba (PRG) e maracujá (PRM) liofilizados (L) e secos em estufa (E) com granulometria definida.....	52
Tabela 3.4 - Composição mineral dos pós de resíduo de goiaba (PRG) e maracujá (PRM) liofilizados (L) e secos em estufa (E) com granulometria definida.....	55
Tabela 3.5 - Parâmetros físico-químicos em pós de resíduo de goiaba (PRG) e maracujá (PRM) liofilizados (L) e secos em estufa (E) com granulometria definida.....	57
Tabela 3.6 - Compostos bioativos e atividade antioxidante em pós de resíduo de goiaba (PRG) e maracujá (PRM) liofilizados e secos em estufa com granulometria definida.....	59
Tabela 3.7 - Correlação de Pearson (R) entre os compostos bioativos e a atividade antioxidante em pós de resíduo de goiaba (PRG) e maracujá (PRM) liofilizados e secos em estufa.....	60

CAPÍTULO 4

Tabela 4.1 - Sistema de classificação NBS - <i>National Bureau of Standards</i>	75
Tabela 4.2 - Composição centesimal e sólidos totais das polpas de goiaba (PG) e maracujá (PM) enriquecidas com os pós do resíduo desidratado de seu despulpamento em diferentes concentrações.....	79
Tabela 4.3 - Composição mineral de polpas de goiaba (PG) e maracujá (PM) enriquecidas com os pós do resíduo desidratado de seu despulpamento em diferentes concentrações	82
Tabela 4.4 - Parâmetros físico-químicos de polpas de goiaba (PG) e maracujá (PM) enriquecidas com os pós do resíduo desidratado de seu despulpamento em diferentes concentrações.....	84

Tabela 4.5 - Compostos bioativos e atividade antioxidante em polpas de goiaba (PG) e maracujá (PM) enriquecidas com os pós do resíduo desidratado de seu despolpamento em diferentes concentrações.....	86
Tabela 4.6 - Correlação de Pearson (R) entre os compostos bioativos e a atividade antioxidante em polpas de goiaba (PG) e maracujá (PM) enriquecidas com os pós do resíduo desidratado de seu despolpamento	89
Tabela 4.7 - Soma das ordens obtidas no teste de ordenação preferência e índice de aceitabilidade (%) em sucos preparados com polpas de goiaba (PG) e maracujá (PM) enriquecidas com os pós do resíduo desidratado de seu despolpamento em diferentes concentrações.....	92

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 3

- Figura 3.1** - $L^*a^*b^*$ cromaticidade do espaço de cor – diagrama (tonalidade e saturação)....**47**
- Figura 3.2** - Pós de resíduo de goiaba <0,5 mm (A) e pós de resíduo de maracujá <0,2 mm (B) liofilizados e secos em estufa, da esquerda para a direita.**51**

CAPÍTULO 4

- Figura 4.1** - Fluxograma da elaboração das polpas enriquecidas com pó de resíduo de fruta.**73**
- Figura 4.2** - Polpas de goiaba (A) e maracujá (B) adicionadas de pó de resíduo em diferentes concentrações.....**77**
- Figura 4.3** - Distribuição percentual de frequência das respostas (nos escores) atribuídos pelos provadores no teste de escala hedônica em sucos de polpas de goiaba (PG) e maracujá (PM) enriquecidas com os pós do resíduo desidratado de seu despulpamento em diferentes concentrações.....**91**

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1: APRESENTAÇÃO

1 INTRODUÇÃO	15
2 JUSTIFICATIVA	16
3 OBJETIVOS	17
3.1 Geral	17
3.2 Específicos	17
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17

CAPÍTULO 2: REVISÃO DE LITERATURA

1 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
1.1 Resíduos agroindustriais.....	19
1.2 Resíduos do processamento de maracujá (<i>Passiflora edulis</i> S.) e goiaba (<i>Psidium guajava</i> L.)	20
1.3 Aproveitamento de subprodutos	21
1.4 Fibras alimentares e seus efeitos na saúde	23
1.5 Compostos bioativos e atividade antioxidante	26
1.5.1 Quantificação de atividade antioxidante	29
1.6 Inovação em alimentos: utilização de resíduos agroindustriais	30
2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

CAPÍTULO 3: RESÍDUOS DE GOIABA E MARACUJÁ EM PÓ PARA O ENRIQUECIMENTO DE ALIMENTOS

1 INTRODUÇÃO	41
2 MATERIAL E MÉTODOS	43
2.1 Coleta dos resíduos	43
2.2 Processos de secagem.....	43
2.3 Granulometria dos pós de resíduos.....	44
2.4 Solubilidade.....	44
2.5 Composição centesimal	45

2.6 Análises físico-químicas	46
2.7 Determinação dos compostos bioativos e atividade antioxidante	47
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4 CONCLUSÃO.....	62
5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

CAPÍTULO 4: ELABORAÇÃO DE POLPAS CONGELADAS DE MARACUJÁ E GOIABA COM ALTO TEOR DE FIBRAS ENRIQUECIDAS COM O RESÍDUO DE SEU DESPOLPAMENTO

1 INTRODUÇÃO	70
2 MATERIAL E MÉTODOS	72
2.1 Elaboração dos resíduos e das polpas enriquecidas	72
2.2 Sedimentação	74
2.3 Composição centesimal e análises físico-químicas:	74
2.4 Determinação de compostos bioativos e atividade antioxidante	75
2.5 Análises microbiológicas	76
2.6 Testes Sensoriais	76
2.7 Análise Estatística.....	77
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	77
4 CONCLUSÃO.....	93
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	102
APÊNDICES	103
ANEXOS	107

CAPÍTULO 1

APRESENTAÇÃO

1 INTRODUÇÃO

As frutas são alimentos muito saudáveis, sendo excelentes fontes de fibras, vitaminas, minerais e de compostos que contribuem para a prevenção de muitas doenças. No entanto, a substituição do consumo da fruta pelo suco pode não ser a melhor opção para a obtenção de nutrientes, pois nem sempre este vai conter todos os micronutrientes e fibras presentes na fruta *in natura*, já que ocorrem perdas durante o preparo doméstico ou durante o processamento de polpas de fruta congeladas, sendo que neste último, as perdas principalmente de fibras, em alguns casos, podem ser muito elevadas (BRASIL, 2014; SALGADO; GUERRA; MELO FILHO, 1999).

A última Pesquisa de Orçamentos Familiares realizada entre 2008 e 2009 demonstrou que na população brasileira há um consumo muito aquém do recomendado para frutas, entre outros alimentos, sendo elevado o consumo de bebidas com adição de açúcar, como os sucos (IBGE, 2011).

Uma das formas de se consumir o suco de determinada fruta é através da utilização das polpas congeladas, produto que vem ganhando cada vez mais espaço no mercado nacional, possibilitando, inclusive, a comercialização em regiões onde a fruta na forma *in natura* não chegaria (SILVA; ARAÚJO, 2009). A polpa de fruta é um produto proveniente da parte comestível da fruta obtido por adequado processo tecnológico, sendo não-fermentado, não-concentrado e não-diluído, possuindo teor mínimo de sólidos totais (MATTA et al., 2005).

Segundo a última publicação da Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará - ADECE (2012), o Nordeste é um grande produtor de frutas, sendo o estado do Ceará o quarto maior produtor. O referido estado é ainda o segundo maior produtor de maracujá e o sétimo produtor de goiaba do país. Estas frutas geram grandes quantidades de resíduos durante o seu processamento, os quais nem sempre recebem a destinação correta. Segundo Uchoa et al. (2008), os resíduos destas frutas apresentam elevados teores de fibras e quando transformados em pós alimentícios têm elevado potencial para serem utilizados em diversos produtos.

Uma vez que o consumo de sucos em detrimento do consumo da fruta *in natura* é cada vez maior, o enriquecimento de polpas de frutas é uma medida importante para minimizar, principalmente, o baixo teor de fibras desses produtos, oferecendo, assim, um maior valor nutricional para quem opta pelo consumo de polpas de fruta, uma vez que é de extrema importância um adequado consumo de fibras, visto que estas desempenham diversas funções benéficas que vão desde à promoção de um adequado funcionamento intestinal até o controle de certos níveis séricos como os de glicose e colesterol (FRUET et al., 2014).

Além disso, estas partes ditas “não comestíveis” de frutas (compostas por cascas, sementes e bagaços) podem conter teores consideráveis de compostos bioativos, tais como fenólicos, carotenoides, antocianinas, vitaminas, entre outros. Estas substâncias apresentam diversas propriedades benéficas à saúde devido aos seus efeitos biológicos, sendo o principal deles seu potencial antioxidante que atua na redução de diversas doenças envolvidas no estresse oxidativo, tais como câncer, diabetes, inflamação e doenças crônicas não transmissíveis de uma forma geral (COOK; SAMMON, 1996; AJILA et al., 2007; KRIS-ETHERTON et al., 2002).

Assim, a utilização desses subprodutos torna-se relevante para o enriquecimento de alimentos, principalmente com o objetivo de fornecer produtos que apresentam componentes benéficos à saúde, tais como fibras e compostos com atividade antioxidante.

2 JUSTIFICATIVA

A literatura reporta a utilização de resíduos de polpas de frutas na fabricação de diversos produtos com principal objetivo de enriquecimento. Este trabalho torna-se relevante à medida que busca analisar a possibilidade da produção de polpas de frutas congeladas fabricadas com frutas comuns no estado do Ceará (maracujá e goiaba) enriquecidas com seus próprios resíduos, como forma, principalmente, de elevar o teor de fibras, uma vez que o processamento convencional dessas polpas resulta num produto com teor reduzido dessas substâncias tão benéficas à saúde.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Elaborar polpas de frutas congeladas de maracujá e goiaba enriquecidas com seus resíduos visando o aumento do teor de fibras.

3.2 Específicos

- Elaborar pós alimentícios dos resíduos da produção de polpas de maracujá e goiaba através de dois métodos de desidratação;
- Avaliar os pós alimentícios obtidos quanto a composição nutricional, compostos bioativos, atividade antioxidante e parâmetros físico-químicos;
- Desenvolver polpas de frutas com diferentes concentrações dos pós alimentícios e avaliar as características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais;
- Identificar as concentrações de pós alimentícios mais adequadas com base nos parâmetros nutricionais e físico-químicos avaliados;

No próximo capítulo (Capítulo 2) será apresentado uma breve revisão da literatura atual sobre o tema estudado. Em seguida, será abordado toda a elaboração e caracterização dos pós alimentícios obtidos a partir dos resíduos da produção das polpas de goiaba e maracujá (Capítulo 3) e, por último, será apresentado as formulações e análises realizadas nas polpas enriquecidas com os pós alimentícios previamente preparados (Capítulo 4).

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO CEARÁ – ADECE. **Frutas do Ceará**. Fortaleza: ADECE, 2012. 23p.

AJILA, C. M.; NAIDU, K. A.; BHAT, S. G.; PRASADA RAO, U. J. S. Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. **Food Chemistry**, v. 105, s. n., p. 982–988, 2007.

BRASIL. **Guia alimentar para a população brasileira**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 156 p.

COOK, N. C.; SAMMON, S. Flavonoids-Chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. **Nutritional Biochemistry**, v. 7, s. n., p. 66-76, 1996.

FRUET, A. P. B.; STEFANELLO, F. S.; SILVA, M. S.; KIRINUS, J. K.; NORNBORG, L.; TEIXEIRA, C.; DORR, A. C. Incorporação de fibra alimentar em produtos cárneos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, n. Especial, p. 11-17, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009**: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 150 p.

KRIS-ETHERTON, P. M.; HECKER, K. D.; BONANOME, A.; COVAL, S. M.; BINKOSKI, A. E.; HILPERT K. F.; GRIEL, A. E.; ETHERTON, T. D. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. **The American Journal of Medicine**, v. 113, s.n., p. 71S–88S, 2002.

MATTA, V. M.; FREIRE JUNIOR, M.; CABRAL, L. M. C.; FURTADO, A. A. L. **Polpa de fruta congelada**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 35 p.

SALGADO, S. M.; GUERRA, N. B.; MELO FILHO, A. B. Polpa de fruta congelada: efeito do processamento sobre o conteúdo de fibra alimentar. **Revista de Nutrição**, v. 12, n. 3, p. 303-308, 1999.

SILVA, A. R. A.; ARAÚJO, D. G. A. Suco tropical enriquecido com polpa de banana (*Musa* spp.) verde. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 3, n. 2, p. 47-55, 2009.

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. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 15, n. 2, p. 58-65, 2008.

CAPÍTULO 2

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Resíduos agroindustriais

A indústria de alimentos é responsável por 15% do faturamento industrial do país. De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Alimentos (ABIA), a produção de alimentos faturou 562 bilhões de reais em 2015. Em relação a isso, o Brasil tem grande destaque como produtor e exportador de frutas tropicais. Os últimos dados do ABRAFRUTAS demonstram que em 2016 o valor correspondente aos frutos exportados pelo Brasil ultrapassou 700 milhões de dólares, representando quase 790 mil toneladas de frutas (ABRAFRUTAS, 2017).

A agroindústria de sucos e polpas de frutas cítricas e tropicais tem bastante relevância no cenário mundial, possuindo ainda grande potencial a ser explorado. A conservação pelo congelamento tem demonstrado ser uma ótima alternativa para manter a qualidade das frutas evitando o uso de substâncias químicas, algo que é cada vez mais prezado pelo consumidor (SOUSA et al., 2005).

Outro ramo da indústria de frutas que vem crescendo é o das frutas frescas vendidas na forma de minimamente processadas, ou seja, passadas por etapas mínimas de processamento, como descascamento e corte. A evidência de que o consumo de frutas e verduras leva a prevenção de várias doenças, tais como câncer, doenças cardiovasculares, condições crônicas como catarata, asma e bronquite associado ao fato de que a demanda por produtos “fáceis de comer” é crescente, favorecem a comercialização desse tipo de produto (AYLA-ZAVALA et al., 2010).

As frutas minimamente processadas produzem variadas quantidades de resíduos, como demonstrado por Ayla-Zavala et al. (2010), onde o percentual de rendimento de frutas minimamente processadas foi de 89,09%; 83,95%; 52,96%; 48,04% e 57,56% para maçã, tangerina, mamão, abacaxi e manga, respectivamente. Segundo esses autores, muitas frutas geram grandes quantidades de resíduos advindos do seu processamento, devendo ser consideradas alternativas para agregar valor a esses materiais.

A quantidade de resíduos que é gerada pela indústria alimentícia acumula enorme potencial, uma vez que o aproveitamento das matérias-primas não ultrapassa 85%, podendo

chegar a uma geração de resíduos de 30% ou mais. Os resíduos de frutas são desperdiçados ao longo de toda a comercialização, desde os agricultores até o consumidor final. Os resíduos do processamento de frutas e vegetais, em geral, contêm grandes quantidades de carboidratos, tais como hemicelulose, celulose e lignina. Esses resíduos consistem principalmente em hidrocarbonos e umidade (em geral 80 a 90%) e possuem quantidades relativamente pequenas de proteínas e gorduras (MIRABELLA; CASTELLANI; SALA, 2014).

Apesar da utilização desses subprodutos para ração animal (uma importante parte da sua destinação), os mesmos poderiam ser utilizados como fonte de nutrientes para a alimentação humana como, por exemplo, os compostos bioativos encontrados nos mesmos, diminuindo o desperdício e possibilitando a agregação de valor para produtos no caso da indústria (BERGAMASCHI, 2010; DO NASCIMENTO FILHO; FRANCO, 2015).

Essas partes vegetais tradicionalmente não consumidas são fontes ricas de antioxidantes que podem agir prevenindo o efeito dos radicais livres no organismo em sinergia ou não com outras substâncias, além da deterioração oxidativa nos alimentos, reduzindo o uso de antioxidantes sintéticos e agentes conservadores. Os subprodutos de frutas, por exemplo, podem ter diversas aplicações tais como antioxidantes, antimicrobianos, flavorizantes, corantes e aditivos de textura (MELO; VILELA, 2005; AYLA-ZAVALA et al., 2010).

1.2 Resíduos do processamento de maracujá (*Passiflora edulis* S.) e goiaba (*Psidium guajava* L.)

Entre as frutas que geram grandes quantidades de resíduos, principalmente na industrialização de polpas e sucos, o maracujá se destaca. É uma cultura crescente no mercado brasileiro, sendo que o maracujá amarelo é o mais utilizado (com até 95% da produção de suco em todo Brasil por sua produtividade e rendimento) (MELETTI, 2011). Contudo, o percentual de casca em relação ao fruto do maracujá pode variar entre 51 a 67%, demonstrando seu grande potencial gerador de resíduo (COSTA, 2012).

As cascas (albedo) e as sementes compõem o resíduo gerado pelo processamento do maracujá. Esses resíduos apresentam diversas propriedades funcionais, podendo ser utilizadas para o desenvolvimento de produtos. A casca possui grande quantidade de fibra, principalmente pectina, além de açúcares, proteínas e minerais, podendo ainda ser uma boa fonte de antioxidantes naturais (PINHEIRO et al., 2008; ZERAIK et al., 2011).

A casca do maracujá tem potencial de utilização na formulação de diversos produtos, sendo visto na literatura o emprego do pó elaborado a partir da mesma para a fabricação de doces, geleias, bolos, barras de cereais e produtos de panificação (COSTA, 2012). Além disso, as cascas são uma importante matéria-prima para a extração de pectina, tendo sido demonstrado propriedades químicas e reológicas de pectinas extraídas da casca do maracujá muito similares aquelas já comercializadas obtidas de outras fontes como casca de tangerina e maçã (CANTERI et al., 2010; KULKARNI; VIJAYANAND, 2010).

Outra fruta que apresenta uma geração de resíduo considerável é a goiaba, bastante utilizada na produção de sucos, polpas e doces, gerando aproximadamente 30% de resíduo, o qual é constituído principalmente pelas sementes do fruto. A produção e o consumo brasileiro de goiaba são voltados para a goiaba de polpa vermelha, apesar da preferência internacional ser pela goiaba branca (AMARANTE et al., 2008). De acordo com o IBGE (2011) a região Nordeste é uma das maiores produtoras de goiaba do país, sendo que dentro da região destacam-se o estado de Pernambuco como maior produtor.

Há uma estimativa de que cerca de 202 mil toneladas de goiaba são processadas por ano e que destas 12 mil toneladas correspondem ao resíduo gerado. A umidade elevada, assim como acontece para a maioria dos resíduos agroindustriais, é um dos principais empecilhos para a sua reutilização. No resíduo de goiaba essa umidade pode chegar a 53% (CÔRREA et al., 2005; ROBERTO, 2012). Os resíduos de goiaba se destacam pelo teor de proteínas, lipídios e constituintes antioxidantes, tais como carotenoides e fenólicos totais. Uchôa-Thomaz (2014) relata que diversos estudos demonstram que os resíduos de goiaba possuem ainda altos teores de fibra, compostos bioativos, tais como resveratrol e cumarina, grande concentração de ácidos graxos poli-insaturados, possuindo potencial até mesmo de utilização no tratamento de efluentes industriais (SOUSA et al., 2011).

1.3 Aproveitamento de subprodutos

Para a recuperação de compostos de alto valor em subprodutos alimentares, diversas etapas de modificações podem ser introduzidas no processamento dos mesmos. No caso de subprodutos de frutas e verduras, uma etapa de moagem é necessária para facilitar e melhorar o rendimento dos próximos estágios de separação e extração (GALANAKIS, 2012).

Mirabella, Castellani e Sala (2014), em sua revisão, observaram que de uma forma geral os resíduos alimentares necessitam de etapas de processamento que podem trazer custos elevados em investigação e desenvolvimento, sendo por isso essencial a obtenção de

produtos com alto valor agregado. No entanto, os mesmos destacam que os benefícios da reutilização não devem ser prejudicados pelos novos processos de produção, sendo preferível a reutilização direta sem manipulação ou ainda avaliar os processos de modo a adotar metodologias ambientalmente corretas.

Ao lidar com o aproveitamento de subprodutos, é importante a escolha do método adequado de conservação, visto que isso pode ser a chave para o sucesso da operação. A desidratação ou secagem é um dos métodos mais utilizados para a conservação de alimentos. Ainda na pré-história o homem passou a colocar carne ao sol para secar, observando que uma camada externa era criada para proteger a parte interna, permitindo sua utilização por mais tempo. Um dos pontos importantes para a conservação dos alimentos desidratados foi o controle do teor de umidade. A ciência e a tecnologia nos últimos anos fizeram grandes avanços nessa área, aprimorando as formas de secagem de alimentos (RATTI, 2001; MELONI, 2003; FIOREZE, 2003).

A desidratação, secagem ou dessecação pode ser definida como sendo a extração de água de um material sob condições controladas. É uma operação básica feita por evaporação ou por sublimação da água (no caso da liofilização). Assim, esse processo constitui uma técnica de conservação que reduz a quantidade de água normalmente presente no alimento e ainda mais precisamente sua atividade de água. Diversas alterações enzimáticas, reações químicas e desenvolvimento de microrganismos podem ser prevenidos por essa simples redução (ORDÓÑEZ, 2005; BEZERRA, 2009). No entanto, a qualidade dos produtos desidratados depende também das alterações que podem ocorrer durante o processamento e armazenamento, mudanças estas que podem afetar a estrutura física, a reidratação e aparência do produto (MELONI, 2009).

Do ponto de vista energético, a secagem é um processo que consome grande quantidade de energia, uma vez que normalmente requer um meio de aquecimento onde ocorra a transferência de calor e de massa entre o ar da secagem e o alimento que está sendo desidratado. Assim, as práticas de sustentabilidade precisam ser incorporadas aos processos de secagem (PUTRANO et al., 2011).

A secagem normalmente envolve o uso de temperaturas que podem provocar perdas de alguns nutrientes, podendo causar também perdas no aspecto sensorial do alimento. As alterações que afetam a qualidade de um alimento durante um processo de secagem são dependentes da temperatura, do tempo e do conteúdo de umidade presente. (TONON; BARONI; HUBINGER, 2006; VIEIRA; NICOLETI; TELIS, 2012).

O processo de secagem em estufa corresponde a aplicação de calor produzido de forma artificial em condições controladas de temperatura, umidade e corrente de ar. Nessa forma de secagem, a transferência de calor do ar para o alimento se dá basicamente por convecção. O ar ambiente aquecido nesse processo tem duas finalidades básicas: conduzir calor para o produto e absorver a umidade do mesmo. Outros métodos que realizam secagem por esses processos são a secagem ao sol, secagem realizada em secadores com bandejas, de túnel e ainda de leito fluidizado e atomizadores (MELONI, 2003).

Outro método de secagem bastante estudado é a liofilização, onde a água é removida por sublimação. O produto é congelado e mantido a baixas temperaturas. Sob condição de vácuo, a água presente no alimento passa diretamente do estado sólido para o gasoso. Devido à ausência de água líquida e a baixa temperatura (aproximadamente -50°C), a maior parte da deterioração e as reações microbiológicas são cessadas, oferecendo excelente qualidade ao produto final (FELLOWS, 2006; BORCHANI et al., 2011).

A liofilização, em geral, é um método de conservação bastante oneroso. Comparando-o com a secagem por ar quente, ele pode custar 4 a 8 vezes mais. No entanto, seu custo depende de variáveis como tipo de amostra, produto, embalagem, duração do ciclo de secagem, etc. A energia gasta em um processo de liofilização, por si só, torna-se insignificante ao lidar com uma matéria-prima de alto valor de mercado. Logo, a liofilização não necessariamente deve ser rotulada como um processo proibitivamente caro quando agrega razoável valor a um produto ou se mantém o alto valor já presente naquela matéria-prima quando comparado a outro método de conservação (RATTI, 2001).

Assim, uma vez que frutas e legumes são extensivamente processados gerando grande quantidade de resíduo rico em nutrientes e considerando que este material naturalmente apresenta susceptibilidade a degradação microbiológica, limitando seu uso, a aplicação de secagem e posterior transformação em pó ou farinha se torna uma alternativa viável para o armazenamento e uso desses subprodutos (CARLE; SCHIEBER, 2006; FERREIRA et al., 2015).

1.4 Fibras alimentares e seus efeitos na saúde

A definição de fibra alimentar já sofreu grandes alterações ao longo do tempo, sendo que em anos próximos a sua descoberta até pouco antes da década de 70, esses compostos eram definidos muito mais do ponto de vista químico, ignorando-se sua função fisiológica. Atualmente, as fibras alimentares são muito mais do que “carboidratos não

digeríveis”, sendo levado em consideração primariamente seus efeitos fisiológicos, além de sua quantificação, uma vez que há uma quantidade mínima requerida para seus efeitos. (FULLER et al., 2016).

As fibras alimentares são componentes resistentes a digestão enzimática, sendo constituídas principalmente de polímeros de carboidratos com três ou mais unidades. Em geral, as fibras se encontram na parede celular de plantas, podendo ser solúveis (pectinas, gomas, mucilagens, beta-glucanas, psillium e algumas hemiceluloses) ou insolúveis (celulose, algumas hemiceluloses e lignina). Há ainda as fibras de origem animal, tais como quitina, quitosana, colágeno e condroitina (TUNGLAND; MAYER, 2002; EUFRÁSIO et al., 2009).

Uma vez que a maioria dos tipos de fibra são pelo menos parcialmente fermentados, é aceito classificá-las como parcialmente ou pouco fermentada e muito fermentada. Em geral, fibras que são muito fermentadas são também solúveis em água enquanto as pouco fermentadas são em sua maioria insolúveis (TUNGLAND; MAYER, 2002). Fibras solúveis são facilmente fermentadas no cólon, enquanto as insolúveis têm ação no aumento do bolo fecal.

Os efeitos positivos das fibras, relacionados a fermentação no intestino grosso, produzem impactos sobre o trânsito intestinal, sobre o pH do colón e sobre a produção de substâncias com funções fisiológicas benéficas como os ácidos graxos de cadeia curta, os quais contribuem para a proliferação de bactérias benéficas e para a inibição da proliferação de patógenos. Um consumo adequado de fibras está associado com menor prevalência de doenças cardiovasculares, hipertensão arterial, obesidade, dislipidemias, neoplasias, constipação, diabetes, entre outros (BERNAUD; RODRIGUES, 2013).

Resíduos ricos em fibras obtidos a partir de frutas apresentaram propriedades funcionais, tais como capacidade de retenção de água, tumefação, formação de gel, ligação a ácidos biliares e capacidade de permuta catiônica. A gama de atributos das fibras presentes em resíduos de frutos pode ser atribuída a sua propriedade de solubilidade e insolubilidade, podendo ser usado até mesmo como substituto de gordura. Estas propriedades os tornam potenciais ingredientes para a elaboração de novos produtos com propriedades funcionais (LAMSAL; FAUBION, 2009; O’SHEA; ARENDT; GALLAGHER, 2012).

Além de propriedades tecnológicas, diversas propriedades fisiológicas podem ser atribuídas as fibras alimentares, tais como aumento do bolo fecal, redução do colesterol total e ou lipoproteína de alta densidade (LDL), atenuação da glicemia pós-prandial, redução da pressão sanguínea, modulação da microflora intestinal, aumento da saciedade, favorecimento da absorção de minerais, prevenção do câncer de cólon, entre outros (FULLER et al., 2016).

Apesar de ser bem claro o papel do consumo de frutas e verduras na saúde dos indivíduos, os efeitos fisiológicos de fibras obtidas a partir desses alimentos estão bem menos elucidados quando se compara aos efeitos das fibras presentes em cereais (CHO; SAMUEL, 2009; FULLER et al., 2016). No entanto, alguns resultados importantes são relatados na literatura, como o estudo de Jenkins et al. (2001), que analisou o consumo de três tipos de dieta, dentre elas uma dieta rica em fibras a partir de frutas e vegetais, em indivíduos saudáveis durante 2 semanas e averiguaram resultados significativos, onde a dieta rica em fibras vegetais possibilitou uma maior redução de LDL, colesterol, maior excreção de ácidos biliares pelas fezes e aumento do bolo fecal em comparação as demais.

Santo et al. (2012), ao avaliarem a influência da adição de fibras obtidas a partir de resíduo de maracujá, banana e maçã em iogurtes probióticos, observaram que todas as fibras levaram ao aumento do teor de aminoácidos de cadeia curta e ácidos graxos poli-insaturados quando comparado ao iogurte controle. Além disso, especificamente, a fibra de maracujá foi a mais significativa no aumento do CLA (ácidos linoleicos conjugados), os quais são promotores de adesão de *Lactobacillus* na mucosa intestinal, além de aliviarem os sintomas associados à inflamação intestinal.

Chau e Huang (2005) obtiveram resultados favoráveis para a redução de triglicerídeo sérico, colesterol total, aumento da excreção fecal de lipídios colesterol e ácidos biliares, além de aumento no volume fecal e hidratação em ratos alimentados com uma dieta hipercolesterolêmica contendo 5% de fração rica em fibra obtida a partir de semente desengordurada de maracujá.

Além disso, os resíduos obtidos do processamento do maracujá, constituídos principalmente por casca, são uma importante fonte de pectina, fibra alimentar com diversas propriedades, tais como: redução do colesterol e dos níveis plasmáticos de glicose (após uma refeição rica em carboidratos), influência positiva no metabolismo das lipoproteínas e do ácido biliar e na ligação de radionuclídeos em doenças gástricas (CANTERI et al., 2010). Vários outros estudos têm afirmado que o consumo de casca de maracujá pode contribuir positivamente no controle glicêmico (diminuindo a glicemia de jejum e hemoglobina glicada) além do controle lipêmico (redução de LDL-colesterol). (RAMOS et al., 2007; DE QUEIROZ et al., 2012).

Foi relatado por Arévalo-Ninõ et al. (2010) o efeito da pectina na remoção de metais pesados (chumbo, cádmio e zinco), atuando melhor num meio de pH ácido, tendo o tempo de 15 minutos sido suficiente para a remoção. Aprikian et al. (2002) e Dongowski, Lorenz e Proll (2002) demonstraram ainda que o consumo de pectinas, principalmente aquelas

com alto grau de metoxilação, levaram a importante redução do colesterol sérico em ratos obesos. Pectina com alto grau de metoxilação foi obtida a partir da casca do maracujá no trabalho de Canteri et al. (2010) com 72% de teor de metoxil.

Os resíduos do processamento da goiaba (constituído principalmente por semente) são tidos como ricos em fibra do tipo insolúvel, sendo essa fração consideravelmente maior do que a de fibra solúvel, fato demonstrado por muitos autores (RAMÍREZ; DELAHAYE, 2009; UCHÔA-THOMAZ, 2014). Esta fração pode corresponder a até 98,04% do total de fibra alimentar encontrado neste subproduto (VERMA et al., 2013).

Teores elevados de fibra insolúvel encontrados em resíduos de frutas são um indicativo da presença de celulose e hemicelulose. As fibras insolúveis, como citado anteriormente, tem diversos efeitos benéficos associados à saciedade, aumento do volume e peso das fezes e melhora da função digestiva. Do ponto de vista comercial, o alto teor de fibra insolúvel encontrado nesses subprodutos fazem desses um potencial ingrediente a ser usado na indústria alimentícia para aumentar o conteúdo de compostos insolúveis indigestíveis (KU; MUN, 2008; NAVARRO-GONZÁLEZ, 2011).

1.5 Compostos bioativos e atividade antioxidante

O estresse oxidativo é caracterizado pelo acúmulo de radicais livres no organismo. Estas substâncias são espécies reativas de oxigênio e nitrogênio que possuem elétrons desemparelhados, tornando-os altamente reativos, promovendo o ataque a lipídios, proteínas e DNA. Mesmo aqueles radicais pouco reativos podem gerar espécies danosas. O excesso destas substâncias é controlado por antioxidantes produzidos endogenamente (principalmente proteínas tais como a superóxido dismutase, catalase, glutathione peroxidase), assim como por aqueles obtidos da dieta, tais como vitamina E, β -caroteno, ácido ascórbico e compostos fenólicos (BARREIROS; DAVID, 2006).

Compostos bioativos, principalmente fenólicos encontrados em frutas e hortaliças, pertencem ao grupo de compostos com grandes benefícios a saúde. Esses fitoquímicos apresentam diversas propriedades que lhes confere efeitos biológicos, sendo o principal deles o fato de desempenharem atividade antioxidante no organismo. O potencial antioxidante desses compostos contribui para a redução dos níveis de estresse oxidativo, o qual ocorre em diversas doenças, tais como aterosclerose, inflamação, câncer, diabetes, entre outras (COOK; SAMMON, 1996; KRIS-ETHERTON, 2002).

A combinação de nutrientes, como vitaminas, minerais, fibras e compostos bioativos podem ser considerados os responsáveis pelos efeitos benéficos a saúde, tais como a redução do risco de doenças crônicas, promovida pelo consumo frequentes de frutas e hortaliças (SAURA-CALIXTO; GOÑI, 2006).

Além dos compostos encontrados nas partes ditas “comestíveis” das frutas, os subprodutos (originados do processamento de produtos como sucos, geléias, néctares, compotas, polpas, etc.) podem conter teor considerável de compostos bioativos, podendo ser particularmente maior em cascas e sementes de alguns frutos do que até mesmo o teor presente no fruto como um todo (AJILA et al., 2007).

Silva et al. (2014) concluíram em sua pesquisa que os resíduos de diversos frutos tropicais, tais como abacaxi, acerola, caju, mamão, tamarindo, manga, goiaba, maracujá e outras, apresentaram níveis maiores de β -caroteno e licopeno, assim como antocianinas e flavonoides quando comparados as polpas desses frutos. Concentrações significativamente maiores de atividade antioxidante (pelo método FRAP) foram encontradas em sementes de logan, lichia, uva roxa e manga quando comparados a polpa, segundo observado por Guo et al., (2003). Esses autores também observaram maior atividade antioxidante nas cascas quando comparadas as polpas dos 28 frutos exóticos analisados.

Até mesmo a desidratação e transformação em pós alimentícios a partir de resíduos de frutas tropicais podem gerar um produto com grande concentração de compostos bioativos, podendo ser maiores do que os teores presentes nas frutas frescas ou em polpas congeladas de frutos (CORREIA et al., 2012). No entanto, é importante destacar que há uma concentração de compostos bioativos nestas partes “não-comestíveis” dos vegetais devido também ao menor teor de água presente quando comparado a umidade encontrada na parte polposa (GUO et al., 2003).

Além disso, é relevante citar que é bem estabelecido na literatura a correlação entre compostos bioativos (principalmente fenólicos) e capacidade antioxidante, sendo que, em geral, quanto maior o teor desses compostos maior será a capacidade antioxidante. Assim, alimentos ricos em polifenóis podem elevar a capacidade antioxidante do organismo (DUDONNÉ et al., 2009; PANDEY; RIZVI, 2009; VIEIRA et al., 2011). No entanto, essa correlação forte pode depender do tipo de alimento e composto bioativo presente (SANTOS et al., 2008; INFANTE et al., 2013; MELO et al., 2011). A correlação entre compostos fenólicos e capacidade antioxidante foi forte em sementes e cascas de 24 frutas produzidas na Colômbia, segundo Contreras-Calderón et al. (2011), sendo os teores de fenólicos maiores nas cascas quando comparados aos teores nas polpas desses frutos.

Fica bem estabelecido a riqueza em compostos com potencial antioxidante presente em resíduos de frutos e vegetais, sendo que, especificamente os resíduos do processamento da goiaba, possuem quantidades elevadas de fenólicos, como demonstrado por Martinez et al. (2012) que encontraram teores consideráveis de fenólicos totais em pó obtido a partir de resíduo de goiaba (desidratados a 60 °C) assim como expressiva atividade antioxidante pelos métodos ABTS, DPPH e FRAP, sendo o segundo com maiores valores entre quatro resíduos agroindústrias de frutos.

Níveis elevados de vitamina C também foram reportados por Uchôa-Thomaz (2014) que obtiveram 87,44 mg/100 g dessa vitamina em pó de semente de goiaba. Outros compostos antioxidantes encontrados foram o resveratrol e cumarina em resíduos de goiaba e pitanga no trabalho de Silva et al. (2014). Os teores se destacaram quando comparados a alimentos conhecidamente fontes destes bioativos. O resveratrol, principalmente na sua forma *trans*, tem sido muito estudado por suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias. A cumarina e seus derivados, além das propriedades citadas, também estão associados a atividade antimicrobiana (DENG et al., 2007; KALANTARI; DAS, 2010).

Zeraik et al. (2010), em sua revisão de literatura, relatam a presença de teores de flavonóides C-glicosídeos (prevalência de glicose) em cascas de frutos maduros de maracujá *Passiflora edulis*. Além desse, o maracujá roxo também possui a presença de diversos compostos flavonoides, sendo os principais: cianidina, quercetina e ácido edulílico. Os flavonoides possuem atividades antibacterianas, antiviral, anti-inflamatória, antialérgica e vasodilatadora além da sua capacidade de sequestro de radicais livres no organismo. Além das cascas, as sementes de maracujá também apresentam propriedades importantes, destacando-se a presença de ácidos poli-insaturados como os ω -3 e ω -6.

O conteúdo de polifenóis encontrados por Cazarin et al. (2014) em farinha da casca de maracujá foi semelhante ao encontrado em outras cascas de frutos, tais como tangor, limão, kumquat e bergamota. Esses autores relatam ainda atributos como efeito anti-inflamatório e anti-hipertensivo. A aplicação da desidratação (etapa muito importante no aproveitamento de resíduos) também resulta em bons níveis de compostos bioativos, os quais, apesar de sensíveis a altas temperaturas, tiveram seus teores consideravelmente aumentados em casca de maracujá desidratada por micro-ondas (potência de 480 W), elevando os teores de fenólicos, flavonoides e ácido ascórbico (SILVA et al., 2015).

Lopés-Vargas et al. (2013) observaram atividade antimicrobiana em pós de resíduo de casca de maracujá e de sementes e polpa contra bactérias gram positivas e negativas. Como citado anteriormente, essa atividade pode ser atribuída aos compostos

polifenóis e/ou flavonoides. Apesar dos diversos estudos que envolvem a aplicação da casca do maracujá em ensaios clínicos devido as propriedades advindas das fibras alimentares presentes (principalmente pectina), a presença de compostos bioativos nesses resíduos agroindustriais também merece atenção e mais estudos voltados a esclarecer os efeitos fisiológicos dessas substâncias a partir dessa fonte, assim como seus efeitos antioxidante em alimentos.

1.5.1 Quantificação de atividade antioxidante

Existem muitas formas de determinação da atividade antioxidante, sendo os métodos *in vitro*/espectrofotométricos os mais comuns. As determinações de atividade antioxidante através da utilização de espectrofotômetro podem ser classificadas como métodos indiretos, os quais são mediados pela transferência de elétrons. Nesses métodos, o oxidante é reduzido pelo antioxidante gerando mudanças de coloração, cuja intensidade vai estar relacionada à concentração ou à atividade desse antioxidante. Dentre esses, temos os métodos de redução de radicais, tais como ABTS e a redução de ferro, conhecido como FRAP (HUANG; OU; PRIOR, 2005).

O ensaio FRAP, originado do inglês *Ferric Reducing Antioxidante Power*, representa a capacidade de redução de ferro da sua forma férrica (Fe^{3+}) para a forma ferrosa (Fe^{2+}), sendo o procedimento realizado em condições ácidas (pH 3,6). A redução de ferro é acompanhada por um complexo corado de Fe^{2+} com absorção máxima a 595 nm. Esse método possui a vantagem de ser rápido e facilmente reproduzível, podendo ser aplicado tanto em extratos de alimentos e bebidas quanto para a eficiência antioxidante de substâncias puras. Em geral, essa técnica se correlaciona bem com os teores de ácido ascórbico (PULIDO; BRAVO; SAURA-CALIXTO, 2000; HUANG; OU; PRIOR, 2005; THAIPONG et al., 2006).

Uma desvantagem desse método pode ser a mensuração de resultados falso positivos, uma vez que o oxidante usado pode conter outras espécies de Fe^{+++} que podem reagir com quelantes de metais presentes no alimento e formar complexos capazes de reagir com antioxidantes (HUANG; OU; PRIOR, 2005).

O método de captura do radical ABTS (2,2 – azinobis-3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) é amplamente usado na avaliação da capacidade antioxidante em alimentos e bebidas, principalmente devido a sua aplicação para medir a atividade de compostos hidrofílicos e hidrofóbicos, além de sua simplicidade operacional. Em geral, o antioxidante sintético TROLOX é utilizado como padrão, sendo o resultado expresso em equivalente de

Trolox ou ainda TEAC (KUSKOSKI et al., 2006; HUANG; OU; PRIOR, 2005). Em espectrofotômetro, a atividade é medida pela descoloração do meio, a qual é proporcional a redução do radical, sendo a leitura feita a uma absorbância de 734 nm. Uma desvantagem desse método se dá pela baixa seletividade da reação com doadores de hidrogênio, além da reação lenta com o ABTS que pode ocorrer com alguns polifenóis, por exemplo, influenciando na mensuração dos resultados (SURVESWARAN et al., 2007).

1.6 Inovação em alimentos: utilização de resíduos agroindustriais

As inovações na área de alimentos são em sua maioria incrementais, ou seja, as grandes inovações ocorrem principalmente na área de formulação de ingredientes e aditivos, alimentos funcionais, transgênicos e embalagens. Ingredientes que caracterizam os alimentos como funcionais merecem destaque como a maioria das inovações, tais como microrganismos probióticos, antioxidantes, imunopeptídeos, isoflavonas entre outros (GOUVEIA, 2006).

A alta funcionalidade das fibras obtidas a partir de frutos as torna uma importante matéria prima para a utilização em novos alimentos. Isso se deve ao fato de que as mesmas apresentam diversas propriedades desejáveis para produtos alimentícios, tais como capacidade de retenção de água, solubilidade, formação de gel, entre outras. Além disso, essas fibras derivam de alimentos atrativos e suculentos que já fazem parte da alimentação normal da população, sendo um fator favorável do ponto de vista comercial (CHO; SAMUEL, 2009).

Foi observada na literatura principalmente a utilização desses subprodutos de frutas na formulação de produtos de panificação, tais como barras de cereais, biscoitos e pães (ISHIMOTO et al., 2007; ABUD; NARAIN, 2009; HENRIQUEZ et al., 2010; MARQUES et al., 2015) além de geleias, produtos cárneos e até mesmo iogurtes funcionais (SANTO et al., 2012; FRUET et al., 2014; O' SHEA et al., 2015).

Apesar do uso clássico de fibras de frutas em produtos semi-secos, como pães e barras de cereais (principalmente quando se trata de fibras insolúveis), atualmente, com a melhora nos métodos de reidratação, materiais fibrosos têm se tornado possíveis de serem aplicados até mesmo em emulsões de água/óleo sem ocorrência de arenosidade ou aspecto granuloso (CHO; SAMUEL, 2009).

Logo, torna-se importante avaliar a possibilidade da utilização desses subprodutos no enriquecimento de outros tipos de alimentos. Uma alternativa possivelmente viável seria o enriquecimento das próprias polpas de fruta congeladas. A instrução normativa nº 1 de 2000, a qual aprova os padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta destinado ao consumo

como bebida, designa a mesma como um produto não fermentado, não concentrado e não diluído, obtido a partir de frutos polposos por processo tecnológico adequado. Deve ser composta por frutas frescas, sãs e maduras, devendo apresentar características físicas, químicas e organolépticas similares ao fruto (BRASIL, 2000).

A produção de polpas tem importância destacada, uma vez que o Brasil, como grande produtor mundial de frutas, sofre grandes perdas de frutas *in natura* ao longo de sua comercialização, principalmente a longas distâncias, apresentando-se como uma alternativa para o aproveitamento de frutas, de modo que possam ser comercializadas fora da época de sua produção (BRUNINI; DURIGAN; OLIVEIRA, 2002; MORAIS; ARAÚJO; MACHADO, 2010).

O tratamento e aplicação dos resíduos obtidos do despulpamento de frutas nas próprias polpas pode ser uma alternativa bastante sustentável, onde as próprias empresas geradoras do resíduo poderiam emprega-los em seus produtos e agregar valor aos mesmos. Além disso, o consumidor seria também beneficiado pela oferta de um produto mais rico nutricionalmente.

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUD, A. K. S.; NARAIN, N. Incorporação da farinha de resíduo do processo de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 4, p. 257-265, 2009.

AJILA, C. M.; NAIDU, K. A.; BHAT, S. G.; PRASADA RAO, U. J. S. Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. **Food Chemistry**, v. 105, s. n., p. 982–988, 2007.

AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; DUCROQUET, J. P. H. J.; SASSO, A. Qualidade de goiaba serrana em resposta à temperatura de armazenamento e ao tratamento com 1-metilciclopropano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, n. 12, p. 1683-1689, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES, EXPORTADORES DE FRUTAS E DERIVADOS - ABRAFRUTAS. Disponível em: <http://abrafrutas.org/index.php?option=com_content&view=article&id=235:estatistica-de-exportacoes-brasileiras-de-frutas-frescas-2016&catid=95&Itemid=259&lang=pt-br> acesso em: 03 de agosto de 2017.

AYALA-ZAVALA, J. F.; ROSAS-DOMÍNGUEZ, C.; VEJA-VEJA, V.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. Antioxidant enrichment and antimicrobial protection of fresh-cut fruits using their own byproducts: looking for integral exploitation. **Journal of Food Science**, v. 75, n. 8, p. 175-181, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO (ABIA): FATURAMENTO 2015. Disponível em: <<http://www.abia.org.br/vsn/anexos/faturamento2015.pdf>>. Acesso em 16 de janeiro de 2017.

APRIKIAN, O.; BUSSEROLLES, J.; MANACH, C.; MAZUR, A.; MORAND, C.; DAVICCO, M. J.; BESSON, C.; RAYSSIGUIES, Y.; REMESY, C.; DEMIGNÉ, C. Lyophilized apple counteracts the development of hypercholesterolemia, oxidative stress, and renal dysfunction in obese Zucker rats. **Journal of Nutrition**, v.132, n.7, p.1969–1976, 2002.

ARÉVALO-NIÑO, K.; SALAZAR-GONZÁLEZ H. I.; ROJAS-VERDE, G.; FLORES-GONZÁLEZ, M. S.; SOLÍS-ROJAS, C. Removal of heavy metals by natural polymer: pectin, under laboratory conditions. **Materials Research Society Symposia Proceedings**, v. 1276, s. n., p. 6–18, 2010.

BARREIROS, A. L. B. S.; DAVID, J. M. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p.113-123, 2006.

BERGAMASCKI, K. B. **Capacidade antioxidante e composição química de resíduos vegetais visando seu aproveitamento**. 2010. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba – SP. 2010.

BERNAUD, F. S. R.; RODRIGUES, T. C. Fibra alimentar – Ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolia**, v. 57, n. 6, p. 397-405, 2013.

BEZERRA, T. S. **Comportamento higroscópico de pós de diferentes variedades de manga (*Mangifera indica* L.)**. 2009. 101 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

BORCHANI, C. BESBES, S.; MASMOUDI, M.; BLECKER, C.; PAQUEOT, M.; ATTIA, H. Effect of drying methods on physico-chemical and antioxidant properties of date fibre concentrates. **Food Chemistry**, v. 125, p. 1194–1201, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 01, de 07 de janeiro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico Geral para Fixação dos Padrões de

Identidade e Qualidade para Polpa de Fruta. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2000, seção 1, p. 54.

BRUNINI, M. A.; DURIGAN, J. F.; OLIVEIRA, A. L. Avaliação das alterações em polpa de manga ‘Tommy Atkins’ congeladas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 651-653, 2002.

CANTERI, M.H.G.; SCHEER, A.P.; WOSIACKI, G.; GINIES, C.; REICH, M.; RENARD, C. M. C. G. A Comparative Study of Pectin Extracted from Passion Fruit Rind Flours. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 18, s. n., p. 593–599, 2010.

CARLE, R.; SCHIEBER, A. Functional food components obtained from waste of carrot and apple juice production. **Ernährungs umschau**, v. 53, s. n., p. 348–352, 2006.

CAZARIN, C. B. B.; SILVA, J. K. D.; COLOMEU, T. C.; ZOLLNER, R. D. L.; MARÓSTICA JUNIOR, M. R. Capacidade antioxidante e composição química da casca de maracujá (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural**, v. 44, n. 9, 1699-1704, 2014.

CHAU, C. F.; HUANG, Y. L. Effects of the insoluble fiber derived from *Passiflora edulis* seed on plasma and hepatic lipids and fecal output. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 49, s. n., p.786-790, 2005.

CHO, S. S.; SAMUEL, P. (editors) **Fiber ingredients: food applications and health benefits**. CRC Press, 2009. 499 p.

CONTRERAS-CALDERÓN, J.; CALDERÓN-JAIMES, L.; GUERR-HERNÁNDEZ, E.; GARCÍA-VILLANOVA, B. Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. **Food Research International**, v. 44, s. n., p. 2047-2053, 2011.

COOK, N. C.; SAMMON, S. Flavonoids-Chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. **Nutritional Biochemistry**, v. 7, s. n., p. 66-76, 1996.

CÔRREA, M. C. M.; FERNANDES, G. C.; PRADO, R. M.; NATALE, W. Propriedades químicas do solo tratado com resíduo orgânico da indústria processadora da goiaba. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 11, n. 2, p. 241-243, 2005.

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. 0, n. 0, p.1-9, 2012

COSTA, J. N. **Estudo da estabilidade de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Degener) em pó, proveniente de cultivo orgânico.** 2012. 101 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

DENG, S.; PALU, A. K.; WEST, B. J.; SU, C. X.; ZHOU, B. N.; JENSEN, J. C. Lipoxygenase inhibitory constituents of the fruits of noni (*Morinda citrifolia*) collected in Tahiti. **Journal of Natural products**, v. 70, n.5, p. 859-862, 2007.

DE QUEIROZ, M. D. S. R.; JANEIRO, D. I.; DA CUNHA, M. A. L.; DOS SANTOS MEDEIROS, J.; SABAA-SRUR, A. U.; MARGARETH DE FATIMA, F. M.; DOS SANTOS, S. C. Effect of the yellow passion fruit peel flour (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* deg.) in insulin sensitivity in type 2 diabetes mellitus patients. **Nutrition Journal**, v. 11, n. 89, s. p., 2012.

DO NASCIMENTO FILHO, W. B.; FRANCO, C. R. Avaliação do potencial dos resíduos produzidos através do processamento agroindustrial no Brasil. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 6, p. 1968-1987, 2015.

DONGOWSKI, G.; LORENZ, A.; PROLL, J. The degree of methylation influences the degradation of pectin in the intestinal tract of rats and in vitro. **The journal of nutrition**, v. 132, n. 7, p. 1935-1944, 2002.

DUDONNÉ, S.; VITRAC, X.; COUTIÉRE, P.; WOILLEZ, M.; MÉRILLON, J. M. Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 5, p. 1768-1774, 2009.

EUFRÁSIO, M. R.; BARCELOS, M. F.P.; SOUSA, R.V.; ABREU, W. C.; LIMA, M. A.C.; PEREIRA, M. C. A. Efeito de diferentes tipos de fibras sobre frações lipídicas do sangue e fígado de ratos wistar. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 6, p. 1608-1614, 2009.

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: princípios e prática.** 2ª ed. Porto Alegre. Artmed, 2006.

FERREIRA, M. S. L.; SANTOS, M. C. P.; MORO, T. M. A.; BASTO, G. J.; ANDRADE, R. M. S.; GONÇALVES, E. C. B. A. Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 2, p. 822-830, 2015.

FIGUEIRE, R. **Princípios da secagem de produtos biológicos**. João Pessoa: Editora da Universidade Federal da Paraíba, 2003. 262 p.

FRUET, A. P. B.; STEFANELLO, F. S.; SILVA, M. S.; KIRINUS, J. K.; NORNBERG, L.; TEIXEIRA, C.; DORR, A. C. Incorporação de fibra alimentar em produtos cárneos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, ed. Especial, p. 11-17, 2014.

FULLER, S. BECK, E. SALMAN, H. TAPSELL. New Horizons for the Study of Dietary Fiber and Health: A Review. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 71, s. n., p.1-12, 2016.

GALANAKIS, C. M. Recovery of high added-value components from food wastes: Conventional, emerging technologies and commercialized applications. **Food Science and Technology**, v. 26, s.n., p. 68-87, 2012.

GOUVEIA, F. Indústria de alimentos: no caminho da inovação e de novos produtos. **Inovação Uniemp**, v. 2, n. 5, p. 32-37, 2006.

GUO, C.; YANG, J.; WEI, J.; LI, Y.; XU, J.; JIANG, Y. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay. **Nutritional Research**, v. 23, s. n., p. 1719-1726, 2003.

HENRIQUEZ, C.; SPEISKY, H.; CHIFFELLE, I.; VALENZUELA, T.; ARAYA, M.; SIMPSON, R.; ALMONACID, S. Development of an ingredient containing apple peel, as a source of polyphenols and dietary fiber. **Journal of Food Science**, v. 75, n. 6, p. 172–181, 2010.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R.L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.53, p.1841-1856, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro: IBGE, 2011, 84 p.

INFANTE, J.; SELANI, M. M.; TOLEDO, N. M. V.; SILVEIRA-DINIZ, M. F.; ALENCAR, S. M.; SPOTO, M. H. F. Atividade antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas tropicais. **Alimentos e Nutrição**, v. 24, n. 1, p. 87-91, 2013.

ISHIMOTO, F. Y.; HARADA, A. I.; BRANCO, I. G.; CONCEIÇÃO, W. A. S.; COUTINHO, M. R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá amarelo (*Passiflora*

edulis f. var. *flavicarpa* Deg.) para produção de biscoitos. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 9, n. 3, p. 279-292, 2007.

JENKINS, D. J. A.; KENDALL, C. W. C.; POPOVICH, D. G.; VIDGEN, E.; MEHLING, C. C.; VUKSAN, V.; RANSOM, T. P. P.; RAO, A. V.; ROSENBURG-ZAND, R.; TARIQ, N.; COREY, P.; JONES, P. J. H.; RAEINI, M.; STORY, J. A.; FURUMOTO, E. J.; ILLINGWORTH, D. R.; PAPPU, A. S.; CONNELLY, P. W. Effect of a very-high-fiber vegetable, fruit, and nut diet on serum lipids and colonic function. **Metabolism**, v. 50, n. 4, p. 494-503, 2001.

KALANTARI, H.; DAS, D. K. Physiological effects of resveratrol. **BioFactors**, v. 36, n. 5, p. 401-406, 2010.

KRIS-ETHERTON, P. M.; HECKER, K. D.; BONANOME, A.; COVAL, S. M.; BINKOSKI, A. E.; HILPERT K. F.; GRIEL, A. E.; ETHERTON, T. D. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. **The American Journal of Medicine**, v. 113, s.n., p. 71S–88S, 2002.

KU, C. S.; MUN, S. P. Optimization of the extraction of anthocyanin from Bokbunja (*Rubus coreanus* Miq.) marc produced during traditional wine processing and characterization of the extracts. **Bioresource Technology**, v. 99, s. n., 8325–8330, 2008.

KULKARNI, S. G.; VIJAYANAND, P. Effect of extraction conditions on the quality characteristics of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* L.). **LTW-Food Science and Technology**, v. 43, n. 7, p. 1026-1031, 2010.

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

LAMSAL, B. P.; FAUBION, J. M. The beneficial use of cereal and cereal components in probiotic foods. **Food Reviews International**, v. 25, s. n., p. 103–114, 2009.

LÓPEZ-VARGAS, J. H.; FERNÁNDEZ-LOPEZ, J.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A.; VIUDAMARTOS. Chemical, physico-chemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of dietaryfiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. **Food Research International**, v. 51, s. n., p. 756-763, 2013.

MARQUES, T. R.; CORRÊA, A. D.; DE CARVALHO ALVES, A. P.; SIMÃO, A.A.; PINHEIRO, A. C.; DE OLIVEIRA RAMOS, V. Cereal bars enriched with antioxidant

substances and rich in fiber, prepared with flours of acerola residues, **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 8, p. 5084-5092, 2015.

MARTINEZ, R.; TORRES, P.; MENESES, M. A.; FIQUEROA, J. G.; PÉREZ-ÁVAREZ, J. A.; VIUDA-MARTOS, M. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. **Food Chemistry**, v. 135, s. n., p. 1520-1526, 2012.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. especial, s.n., p. 83-91, 2011.

MELO, E. A.; VILELA, N. J. Desafios e perspectivas para a cadeia brasileira de tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 154-157, 2005.

MELONI, P. L. S. **Desidratação de frutas e hortaliças**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2003. 87 p.

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

MELO, P. S.; BERGAMASCHI, B.; TIVERON, A. P.; MASSARIOLI, A. P.; OLDONI, T. L. C.; ZANUS, M. C.; PEREIRA, G. E.; ALENCAR, S. M. Composição fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais. **Ciência Rural**, v. 41, n. 6, p. 1088-1093, 2011.

MIRABELLA, N. CASTELLANI, V.; SALA, S. Current options for the valorization of food manufacturing waste: a review. **Journal of Cleaner Production**, v. 65, s.n., p. 28-41, 2014.

MORAIS, F. A.; ARAÚJO, F. M. M. C.; MACHADO, A. V. Influência da atmosfera modificada sob a vida útil pós-colheita do mamão ‘formosa’. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 4, p. 01-09, 2010.

NAVARRO-GONZÁLEZ, I.; GARCÍA-VALVERDE, V.; GARCÍA-ALONSO, J.; PERIAGO, M. J. Chemical profile, functional and antioxidant properties of tomato peel fiber. **Food Research International**, v.44, s. n., p.1528–1535, 2011.

ORDÓÑEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. 294 p.

O'SHEA, N.; ARENDT, E. K.; GALLAGHER, E. Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products, **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 16, s. n., p. 1-10, 2012.

O' SHEA, N.; KTENIOUDAKI, A.; SMYTH, T. P.; MCLOUGHLIN, P.; DORAN, L.; AUTY, M. A. E.; ARENDT, E; GALLAGHER, E. . Physicochemical assessment of two fruit by-products as functional ingredients: Apple and orange pomace, **Journal of Food Engineering**, v. 153, s. n., p. 89-95, 2015.

PANDEY, K. B.; RIZVI, S. I. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2, n. 5, p. 270-278, 2009.

PINHEIRO, E. R.; SILVA, I. M. D. A.; GONZAGA, L. V.; AMANTE, E. R.; TEÓFILO, R. F.; FERREIRA M. M. C. Optimization of extraction of high-ester pectin from passion fruit rinds (*Passiflora edulis* flavicarpa) with citric acid by using response surface methodology. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 13, p. 5561-5566, 2008.

PULIDO, R.; BRAVO, L.; SAURA-CALIXTO, F. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 48, n. 8, p. 3396-3402, 2000.

PUTRANO, A.; CHEN, X.D.; DEVAHASTIN, S.; XIAO, Z.; WEBLEY, P.A. Application of the reaction engineering approach (REA) for modeling intermittent drying under time-varying humidity and temperature. **Chemical Engineering Science**, v. 66, p. 2149–2156, 2011.

RAMÍREZ, A.; DELAHAYE, E. P. Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de piña, guayaba y guanábana. **Interciencia**, v. 34, n. 4, p. 293-298, 2009.

RAMOS, A. T.; CUNHA, M. A. L.; SABAA-SRUR, A. U.; PIRES, V. C. F.; CARDOSO, A. A.; DINIZ, M. D. F.; MEDEIROS, C. C. M. Use of *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* on cholesterol reduction. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 4, p.592-597, 2007.

RATTI, C. Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review. **Journal of Food Engineering**, v. 49, s. n., p. 311-319, 2001.

ROBERTO, B. S. **Resíduo de goiaba: metabolismo em ratos e aplicabilidade em barras de cereais**. 2012. 160 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

SANTO, A. P. E.; CARTOLANO, N. S.; SILVA, T. F.; SOARES, F. A. S. M.; GIOIELLI, L. A.; PEREGO, P.; CONVERTI, A.; OLIVEIRA, M. N. Fibers from fruit by-products enhance probiotic viability and fatty acid profile and increase CLA content in yoghurts. **International Journal of Food Microbiology**, v. 154, s. n., p. 135-144, 2012.

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.). **Archivos Latino-Americanos de Nutricion**, v. 58, n. 2, p. 187-192, 2008.

SAURA-CALIXTO, F.; GOÑI, I. Antioxidant capacity of the Spanish Mediterranean diet. **Food Chemistry**, v. 94, s. n.; p. 442–447, 2006.

SILVA, L. M. R.; FIGUEIREDO, E. A. T.; RICARDO, N. M. P. S.; VIEIRA, I. G. P.; FIGUEIREDO, R. W.; BRASIL, I. M.; GOMES, C. L. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 143, s. n., p. 398-404, 2014.

SILVA, N. C.; FREITAS, L. V. D.; SILVA, T. C.; RODRIGUES, L. M.; DUARTE, C. R.; BARROZO, M. A. S. Análise da desidratação de resíduos de processamento de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* flavicarpa) por micro-ondas. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 2, n. 1, p. 1628-1637, 2015.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M. V.; SILVA, M. J. M. S.; LIMA, A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 3, p. 554-559, 2011.

SOUSA, S. C.; SANTIAGO, R. R.; VAL, F. G.; RAMOS, B. F.; FARIA, E. R. **Estudo da viabilidade técnica e econômica para abertura de uma agroindústria processadora de polpas de frutas no município Aimorés – MG**. Viçosa: Intec Assessoria e Consultoria em Gestão Estratégica, 2005, 103 p.

SURVESWARAN, S.; CAI, Y. Z.; CORKE, H.; SUN, M. Systematic evaluation of natural phenolic antioxidants from 133 Indian medicinal plants. **Food Chemistry**, v. 102, s. n., p. 938-953, 2007.

THAIPONG, K.; BOONPRAKOB, U.; CROSBY, K.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.; BYRNE, D. H. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **Journal of food composition and analysis**, v. 19, n. 6, 669-675, 2006.

TONON, R.V.; BARONI, A.F.; HUBINGER, M.D. Study of osmotic dehydration of tomato in ternary solutions through response surface methodology. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p.715-723, 2006.

TUNGLAND, B. C.; MAYER, D. Nondigestible oligo- and polysaccharides (dietary fiber): their physiology and role in human health and food. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 1, s. n., p. 73-92, 2002.

UCHÔA-THOMAZ, A. M. A. **Avaliação das potencialidades biotecnológicas da semente de goiaba (*Psidium guajava* L.)**. 2014. 225 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2014.

VERMA, A. K.; RAJKUMAR, V.; BANERJEE, R.; BISWAS, S.; DAS, A. K. Guava (*Psidium guajava* L.) Powder as an antioxidant dietary fibre in sheep meat nuggets. **Asian - Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 26, n. 6, p. 886-895, 2013.

VIEIRA, A.P.; NICOLETI, J.F.; TELIS, V.R.N. Freeze drying of pineapple slices: evaluation of drying kinetics and product quality. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 15, n. 1, p. 50-58, 2012.

VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p.888-897, 2011.

ZERAIK, M. L.; PEREIRA, C. A.; ZUIN, V. G.; YARIWAKE, J. H. Maracujá: um alimento funcional? **Revista Brasileira de farmacognosia**, v. 20, n.3, p. 459-471, 2010.

ZERAIK, M. L.; SERTEYN, D.; DEBY-DUPONT, G. WAUTERS, J.; TITS, M. YARIWAKE, J. H.; ANGENOT, L. FRANCK, T. Evaluation of the antioxidant activity of passion fruit (*Passiflora edulis* and *Passiflora alata*) extracts on stimulated neutrophils and myeloperoxidase activity assay. **Food Chemistry**, v. 128, s. n., p. 259-265, 2011.

CAPÍTULO 3

RESÍDUOS DE GOIABA E MARACUJÁ EM PÓ PARA O ENRIQUECIMENTO DE ALIMENTOS

Resumo: O objetivo do presente trabalho foi elaborar pós alimentícios dos resíduos da produção de polpas de maracujá e goiaba através de dois métodos de desidratação e avaliá-los quanto a composição nutricional, compostos bioativos, atividade antioxidante e parâmetros físico-químicos. Os resíduos foram desidratados em estufa a 50 °C e liofilizados. Após a secagem, os resíduos foram moídos, sendo analisado granulometria e solubilidade. Os tamanhos de grãos com melhor solubilidade foram avaliados quanto a composição centesimal (e distribuição mineral), parâmetros físico-químicos, teor de compostos bioativos (fenólicos totais, carotenoides e vitamina C) e capacidade antioxidante (métodos: ABTS e FRAP). Os pós dos resíduos submetidos aos dois processos de secagem apresentaram teores aproximados para todos os parâmetros avaliados, sendo observado maiores diferenças significativas principalmente para o pó de resíduo de goiaba, na maioria das variáveis. Pela relação custo-benefício, a utilização dos pós secos em estufa torna-se a melhor alternativa para a utilização em alimentos.

Palavras-chave: Fibras. Fruta. Desidratação.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, uma grande quantidade de resíduos é gerada pela indústria alimentícia. Produtos como sucos concentrados e naturais, doces em conserva, polpas e extratos são os principais responsáveis pela geração desses resíduos. As partes dos frutos mais presentes nos resíduos agroindustriais são as cascas, sementes e bagaço. A porcentagem de geração de resíduo pode chegar até 40% para frutas como manga, acerola e caju, sendo que o seu aproveitamento contribui para a preservação ambiental, abrangendo aspectos econômicos e financeiros (INFANTE et al., 2013; DO NASCIMENTO FILHO; FRANCO, 2015).

Frutas exóticas, tais como abacaxi, maracujá, manga, mamão, entre outras, são ricas em compostos bioativos e fibras, sendo que na maioria dos casos esses componentes

podem ser também encontrados nos resíduos do processamento dessas frutas em quantidade equivalente ou superior (MIRABELLA; CASTELLANI; SALA, 2014).

Os resíduos alimentares têm grande potencial de reutilização dentro da cadeia alimentícia, sendo, por isso, cada vez mais utilizado o termo “subprodutos” dentro do universo científico, de modo a destacar que esses resíduos podem ser substratos para a recuperação de componentes funcionais e desenvolvimento de novos produtos com valor agregado (GALANAKIS, 2012).

Esses resíduos agroindustriais apresentam, por exemplo, boa capacidade antioxidante, podendo ser inclusive uma opção para sua utilização como coadjuvante na conservação de alimentos. Além disso, podem conter compostos fenólicos e carotenoides, os quais elevam a vida de prateleira de alimentos, uma vez que reduzem a formação de sabores desagradáveis e a rancificação (GALANAKIS, 2012; INFANTE et al., 2013).

O maracujá é uma cultura de grande crescimento no Brasil, sendo que o maracujá amarelo (*Passiflora edulis*) é responsável por 95% de toda a produção de suco no país. O Brasil, além de produtor, é ainda o maior consumidor de maracujá do mundo. Devido ao seu grande uso há produção de toneladas de resíduos, uma vez que cerca de 70% do fruto é descartado (cascas e sementes). Com base no volume de produção de maracujá no Brasil divulgados pela ADECE (2013), pouco mais de 923 mil toneladas corresponde a um valor de aproximadamente 646 mil toneladas de resíduos gerados pelo processamento dessa fruta. Na maioria das vezes, esses resíduos não recebem destino apropriado (MELETTI, 2011; CARVALHO et al., 2005; FERRARI; COLUSSI; AYUB, 2004).

Com relação à goiaba, a produção brasileira tem sido relativamente estável, concentrando sua produção nas regiões Sudeste e Nordeste. No Brasil, a preferência está direcionada para a goiaba de polpa vermelha, enquanto o mercado internacional tem preferência pela fruta de polpa branca. Na produção de sucos e doces de goiaba cerca de 30% de seu peso é resíduo, sendo constituído principalmente por sementes. Levando-se em consideração a produção de aproximadamente 342 mil toneladas de goiaba no Brasil durante o ano de 2011, 102 mil toneladas de resíduos dessa fruta foram gerados (ADECE, 2013). O aproveitamento do resíduo do processamento da goiaba tem sido alvo de estudos nos últimos tempos, porém, seu uso ainda é limitado, fazendo-se necessário o desenvolvimento de novas tecnologias para sua reutilização (AMARANTE et al., 2008; UCHÔA-THOMAZ et al., 2014).

Com base no exposto, o presente trabalho teve como objetivo analisar a composição nutricional assim como a presença de compostos bioativos e atividade

antioxidante de pós alimentícios dos resíduos do processamento das polpas de maracujá e goiaba obtidos através de dois métodos de desidratação para avaliar a sua utilização no enriquecimento de alimentos, identificando o melhor método de secagem a ser aplicado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta dos resíduos

Os resíduos foram doados pela indústria produtora de polpas FRUTABOA localizada na comunidade Espinho em Limoeiro do Norte-CE. A referida indústria foi selecionada por não utilizar nenhum tipo de conservante ou aditivo no seu produto, realizando apenas o beneficiamento das frutas. A coleta foi realizada no período da tarde, sendo coletado aproximadamente 11 quilos do resíduo de cada fruta.

O resíduo de goiaba era composto principalmente de semente, mas continha presença de outras partes do fruto, como casca e resquícios de polpa. O resíduo de maracujá era composto por casca processada, contendo resquícios de talos e pedaços de cascas verdes, sendo esses descartados por poderem prejudicar a coloração do pó. Os mesmos foram encaminhados até a planta piloto de frutos e hortaliças do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia *Campus* Limoeiro do Norte, onde foram porcionados (para facilitar as etapas posteriores) e então congelados em freezer a -18 °C até o momento de sua utilização. A porção de cada resíduo a ser utilizado foi descongelada à temperatura ambiente e então sanitizada em água clorada a 200 ppm por 15 minutos.

2.2 Processos de secagem

Os resíduos foram desidratados por dois processos: liofilização e secagem em estufa com circulação de ar forçada. Para o resíduo de goiaba, logo após a sanitização, esse foi dividido em duas partes, de modo que cada uma delas foi destinada a um dos processos. Da mesma forma procedeu-se para o resíduo de maracujá, sendo que após a sanitização, o resíduo foi triturado em um processador de frutos doméstico com o objetivo de diminuir as partículas e assim facilitar os processos de secagem.

Para a liofilização, a temperatura e tempo médios empregados foi de -52 °C por 18 horas para o resíduo de goiaba e de 32 horas para o de maracujá. Para o processo de secagem em estufa com circulação de ar forçada, a temperatura empregada foi de 50 °C por um tempo

médio de 18 horas para ambos os resíduos. A secagem foi realizada nessa temperatura de modo a não alterar muito a coloração final do produto, assim como para uma melhor conservação de compostos instáveis ao calor, uma vez que temperaturas maiores levam ao maior escurecimento e/ou maiores perdas de compostos (FERREIRA; PENA, 2011; PINHO et al., 2011).

Finalizados os processos de secagem, os resíduos foram triturados em moinho de facas utilizando inicialmente peneira com 0,75 mm de passagem. O rendimento de pó seco e moído foi calculado com base no peso inicial do resíduo após a higienização. Após peneiramento das amostras e determinação dos tamanhos de grãos ideais quanto a solubilidade, novas remessas dos resíduos desidratados foram moídos utilizando peneira de passagem mais aproximada do tamanho de partícula escolhido.

2.3 Granulometria dos pós de resíduos

O pó obtido foi pesado e então peneirado em agitador de peneiras com diferentes granulometrias: 1,6; 1,0; 0,5; 0,2 e 0,09 mm. As quantidades retidas em cada peneira foram pesadas em balança semianalítica com resultado expresso em porcentagem para se estimar a distribuição dos grãos.

2.4 Solubilidade

Para o teste de solubilidade, os pós foram classificados quanto a granulometria desde que apresentassem, pelo menos, o rendimento mínimo necessário para a análise (três gramas). Assim, para o pó de resíduo de goiaba liofilizado (PRGL) e seco em estufa (PRGE) foram avaliadas dois tamanhos de grãos: $0,5 < PRG < 1,0$ mm; $0,2 < PRG < 0,5$ mm e para o pó de resíduo de maracujá liofilizado (PRML) e seco em estufa (PRME) foram avaliados quatro tamanhos de grãos: $0,5 < PRM < 1,0$ mm; $0,2 < PRM < 0,5$ mm; $0,09 < PRM < 0,2$ mm e $PRM < 0,09$ mm.

Os pós retidos nas peneiras foram avaliados quanto a solubilidade segundo metodologia adaptada de Moraes (2014). Cerca de um grama (1 g) da amostra foi diluída em 100 mL de água destilada e submetida a agitação mecânica (1000 rpm) por 10 minutos. Em seguida, a solução resultante foi centrifugada (3000 rpm por 5 minutos). Uma alíquota de 25 mL do sobrenadante foi transferida para placas de Petri previamente pesadas para a secagem

em estufa a 105 °C por 5 horas. Por diferença, determinou-se a massa final do pó na placa, sendo o resultado expresso em % de solubilidade (em base seca) segundo a Equação 1.

$$S = \frac{(m_f \times 4)}{m_i} \times 100 \quad (1)$$

onde: S se refere a Solubilidade (%); m_f é a massa final da amostra após secagem (g) e m_i é a massa inicial da amostra em base seca (g).

Após avaliação da solubilidade, os tamanhos de grãos mais solúveis foram selecionados para a realização de todas as análises que se seguem.

2.5 Composição centesimal

Para a determinação de umidade, as amostras foram secas em estufa à temperatura de 105 °C até peso constante (método 934.06). O método utilizado para proteínas foi o de Kjeldahl (método 920.152), multiplicando-se o valor de nitrogênio total encontrado pelo fator 6,25 ($N \times 6,25$). Para a extração lipídica utilizou-se o método à quente durante seis horas em equipamento de refluxo (extrator tipo Soxhlet) com posterior secagem em estufa à 105 °C até peso constante (método 945.16). O teor de carboidrato foi calculado a partir da determinação de açúcares redutores e não redutores seguindo para ambos a metodologia de Lane-Eynon (método 945.66), sendo esses somados ao final. As metodologias citadas se deram conforme AOAC (2005).

O valor calórico total (kcal/100 g) foi calculado pela soma dos resultados da multiplicação do valor calórico fornecido por grama (4,0; 4,0 e 9,0 kcal) de cada um dos componentes, respectivamente, carboidrato, proteína e lipídio (ATWATER, 1910).

A quantificação dos minerais se deu por meio de calcinação da amostra em forno mufla à 550 °C até obtenção de cinzas claras, sendo pesado até peso constante. Foram também quantificados os macrominerais (P, K, Ca e Mg) e microminerais (Fe, Zn, Cu, Mn e Na). Com exceção do fósforo, determinado por colorimetria de azul de molibdênio, os demais minerais foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). O teor de fibra bruta foi determinado em analisador de fibra, o qual emprega uma digestão ácida e básica. Definiu-se o valor da matéria orgânica resistente a

digestão descontando-se o teor de matéria mineral determinado ao final da análise (Instituto Adolfo Lutz – IAL, 2008).

2.6 Análises físico-químicas

Determinou-se o pH com potenciômetro de bancada previamente calibrado com soluções tampão (pH 4,0; 7,0; 10,0). Para a acidez titulável (AT) a amostra diluída em água foi titulada com solução de hidróxido de sódio 0,1 N, sendo os resultados expressos em % de ácido cítrico. Os sólidos solúveis foram medidos em refratômetro digital e os resultados expressos em °Brix. A atividade de água (A_w) foi determinada em higrômetro, equipamento que mede a água condensada em superfície espelhada e fria, detectada por sensor infravermelho.

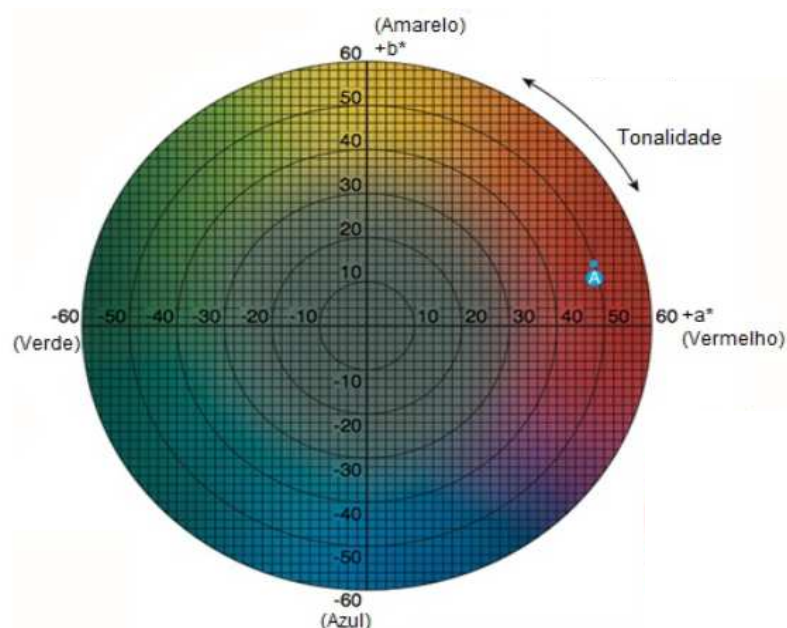
Para a determinação da cor utilizou-se o colorímetro Bras Eq, direcionado para a região central da amostra, sendo determinado as coordenadas L^* (luminosidade), a^* (intensidade da cor vermelha/verde) e b^* (intensidade da cor amarela/azul). Avaliou-se ainda a cromaticidade (C^*) e ângulo de tonalidade (H°) (Equações 2 e 3) segundo McGuire (1992). Os resultados foram interpretados com o auxílio do diagrama de cor abaixo (Figura 3.1).

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (2)$$

$$H^\circ = \arctg\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (3)$$

onde: C^* corresponde a cromaticidade; H° , a tonalidade e a^* e b^* , coordenadas de intensidade da cor.

Figura 3.1 - $L^*a^*b^*$ cromaticidade do espaço de cor – diagrama (tonalidade e saturação)



Fonte: <http://sensing.konicaminolta.com.br/2013/11/entendendo-o-espaco-de-cor-lab/>

2.7 Determinação dos compostos bioativos e atividade antioxidante

Inicialmente, elaborou-se um extrato acetometanólico preparado com cerca de cinco gramas para os PRM, e 15 gramas para os PRG. A amostra foi diluída em 40 mL de metanol 50% e 40 mL de acetona 70%, permanecendo em repouso por duas horas (uma hora para cada solução), sendo centrifugada a 5.000 rpm por 15 minutos ao final da cada hora, e o sobrenadante colhido para um balão volumétrico de 100 mL. Os extratos foram elaborados em triplicata e armazenados sob refrigeração em frascos de vidro âmbar. Esse extrato foi utilizado para as análises de polifenóis e atividades antioxidantes.

Para a análise de carotenoides seguiu-se a metodologia de Rodriguez-Amaya (1997), utilizando como solvente extrator o éter de petróleo. Para os PRG o comprimento de onda foi de 470 nm (indicado para licopeno extraído com éter de petróleo, carotenoide predominante na goiaba vermelha), enquanto para os PRM o comprimento de onda foi de 400 nm (correspondente ao ζ -caroteno extraído com éter de petróleo), sendo o resultado expresso em $\mu\text{g/g}$ de amostra, segundo Rodriguez-Amaya (2001). O teor de vitamina C foi determinado por titulometria pela metodologia da AOAC (1990) com adaptações, utilizando-se a solução de Tillmans 0,02%, sendo o resultado expresso em mg/100 g. Para a determinação de compostos fenólicos utilizou-se o reagente Folin Ciocalteu (1:3) e foi preparada uma curva

padrão de ácido gálico. Os resultados foram expressos em mg/100 g de amostra (LARRAURI; RUPÉREZ; SAURA-CALIXTO, 1997; OBANDA; OWUOR, 1977).

Na determinação da atividade antioxidante pela captura do radical livre ABTS^{•+} preparou-se uma curva padrão de trolox adicionado de uma solução do radical ABTS^{•+}. A leitura foi efetuada a um comprimento de onda de 734 nm. A partir da equação da reta calculou-se a absorbância referente a 1000 µM de trolox. Os resultados foram expressos em µM trolox/g de amostra (RUFINO et al., 2007). Para a determinação da atividade antioxidante pelo Método de redução do ferro (FRAP) construiu-se uma curva padrão de sulfato ferroso adicionada do reagente FRAP. A leitura foi realizada à 595 nm e os resultados foram expressos em µM de sulfato ferroso/g de amostra (RUFINO et al., 2006).

Os resultados dos compostos bioativos foram expressos em base seca de modo a representar melhor as mudanças entre os dois processos de secagem empregados. Para a atividade antioxidante os resultados foram expressos em base úmida.

2.8 Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando o programa Statistica 7.0 (Statsoft, 2004). Foi calculado a estatística descritiva básica, One-way análise de variância (ANOVA) e teste de médias Tukey e t de Student ($p < 0,05$) a depender do número de amostras. Foi ainda estabelecida a correlação de Pearson entre os compostos bioativos e a atividade antioxidante.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação ao rendimento dos resíduos após serem secos e moídos observou-se que nos dois processos de desidratação houve resultado semelhante entre os mesmos tipos de pó. O pó de resíduo de maracujá (PRM) apresentou um baixíssimo rendimento com menos de 10% (Tabela 3.1).

Tabela 3.1– Rendimento e distribuição granulométrica de pós de resíduos de goiaba (PRG) e maracujá (PRM) desidratados por liofilização (L) e secagem em estufa (E) com circulação de ar forçada.

Amostra	Rendimento (%)	Granulometria (%)			
		0,5 < x < 1 mm	0,2 < x < 0,5 mm	0,090 < x < 0,2 mm	<0,090 mm
PRGL	31,63	59,00	37,80	1,56	0,00
PRGE	32,00	56,28	40,08	1,74	0,00
PRML	7,03	65,40	20,64	10,60	2,88
PRME	7,40	41,78	29,86	17,30	10,80

Fonte: Elaborada pela autora.

A distribuição de grãos foi variável, sendo que para as amostras de pó de resíduo de goiaba (PRG) o percentual de concentração em cada tamanho foi semelhante entre os dois processos de secagem. O mesmo não ocorreu com o PRM, observando-se que a forma de secagem influenciou bastante a distribuição de grãos, sendo que, a partir do tamanho 0,2 < PRM < 0,5 mm, o PRME obteve maior percentual quando comparado ao PRML.

No trabalho de Matias et al. (2005) 37,95% dos grãos de farinha de resíduo de goiaba desidratado em estufa se concentraram entre 0,5 e 0,23 mm, resultado semelhante ao encontrado no presente trabalho. Verzana et al. (2009) encontraram uma distribuição de aproximadamente 43,46% dos grãos de farelo de maracujá comercial entre 0,149 e 0,250 mm enquanto 22,45% foram grãos de tamanho <0,149 mm, resultados mais significativos que os encontrados no presente trabalho.

Matias et al. (2005), a partir de um teste sensorial com cookies elaborados com farinhas de bagaço de caju e goiaba contendo grãos de diferentes tamanhos, observaram que grãos retidos em peneiras com passagem de 0,230 mm e 0,149 mm foram considerados os mais adequados para serem utilizadas em produtos alimentícios, uma vez que os julgadores justificaram que cookies elaborados com esses tamanhos de grãos não apresentavam aspecto arenoso, sendo preferidos.

Quanto a solubilidade dos grãos pode-se observar que para o PRGL os grãos de menor tamanho foram significativamente mais solúveis, não sendo observado tal diferença com relação ao PRGE. No entanto, considerando os dois processos de secagem, o PRGL com a granulometria $0,2 < PRG < 0,5$ mm foi a que apresentou melhor resultado, diferindo dos demais (Tabela 3.2).

Tabela 3.2 - Solubilidade dos pós de resíduo de goiaba (PRG) e maracujá (PRM) liofilizados (L) e secos em estufa (E) em diferentes granulometrias.

Granulometria (mm)	PRGL	PRGE	PRML	PRME
$0,5 < PR < 1,0$	$10,55 \pm 0,38^{bB}$	$8,30 \pm 0,28^{aC}$	$36,78 \pm 0,98^{bC}$	$38,31 \pm 0,08^{cC}$
$0,2 < PR < 0,5$	$11,54 \pm 0,49^{aA}$	$7,95 \pm 0,28^{aC}$	$37,85 \pm 0,45^{bC}$	$41,89 \pm 0,50^{bB}$
$0,09 < PR < 0,2$	-	-	$44,66 \pm 0,58^{aA}$	$43,96 \pm 0,60^{aA}$
$PR < 0,09$	-	-	$43,56 \pm 0,52^{aAB}$	$44,32 \pm 0,71^{aA}$

Fonte: Elaborada pela autora. *Médias seguidas de letras minúsculas iguais indicam que não houve diferença entre os grãos na mesma amostra segundo o teste de Tukey ($p \geq 0,05$) para os pós de resíduo de maracujá e segundo o teste t de Student para os pós de resíduo de goiaba. Letras maiúsculas iguais indicam que não houve diferença considerando-se os dois tipos de secagem segundo o teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

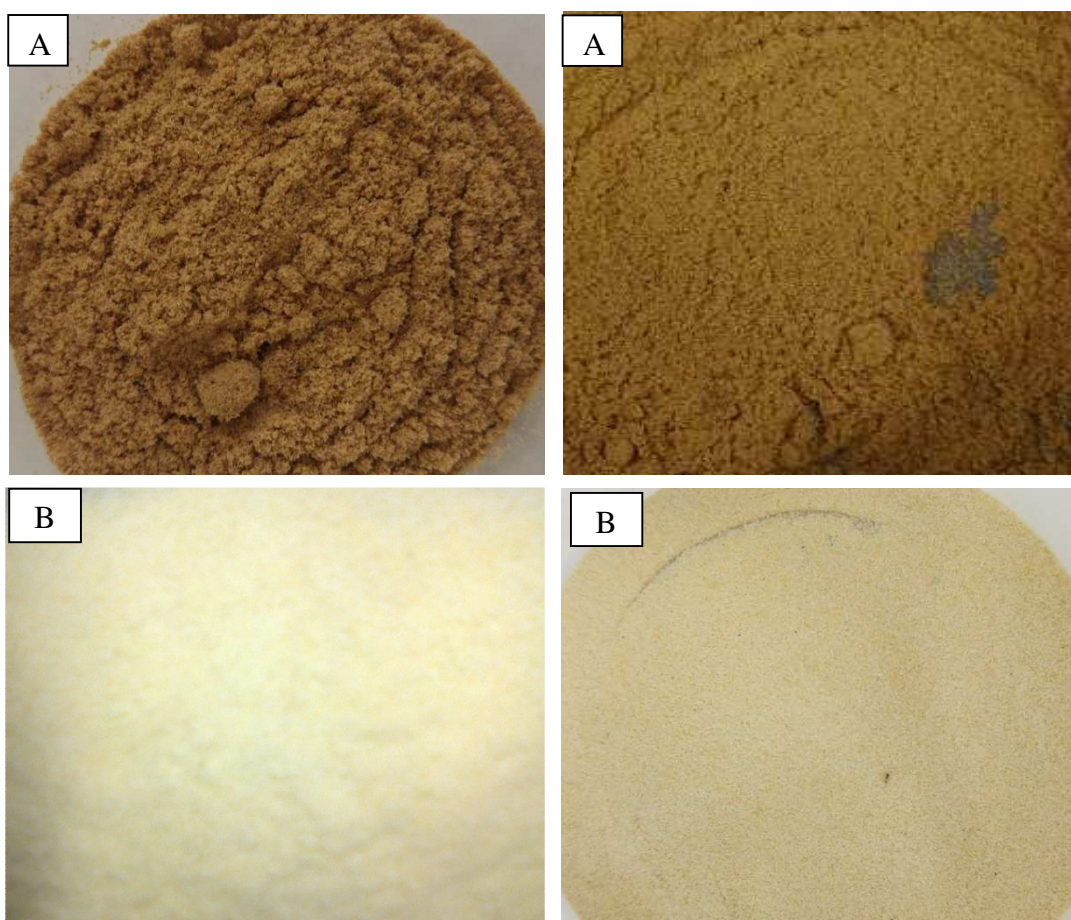
Os PRM se comportaram de forma semelhante, ou seja, grãos com menor tamanho mostram-se mais solúveis, não havendo diferença significativa entre os dois menores tamanhos de grãos para ambos os processos de secagem. A solubilidade é um parâmetro importante, utilizado para averiguar a capacidade de um pó em se manter homogêneo com a água. Esse resultado era esperado, uma vez que partículas menores se dispersam de forma mais eficiente em um líquido (VISSOTO et al., 2006).

De forma geral, pode-se considerar que o PRG se apresentou pouco solúvel, com valores próximos a 10% na menor granulometria avaliada. Isso se deve provavelmente ao seu alto teor de fibra insolúvel (UCHÔA-THOMAZ et al., 2014) assim como o fato de possuir teor considerável de lipídios (Tabela 3.2). Para os PRM a solubilidade encontrada foi semelhante aos reportados por Borges et al. (2015) para pós de bagaço de jambolão, pitanga e acerola desidratados em leito de jorro, todos com pouco mais de 40% de solubilidade.

Apesar do pó de resíduo de maracujá apresentar teor elevado de fibra insolúvel (50,16% de um total de fibra alimentar de 64,11%), segundo encontrado por Vernaza, Chang e Steel (2009), o fato de possuir altas concentrações de pectina (CANTERI et. al., 2010) (uma fibra alimentar solúvel) provavelmente influenciou positivamente na solubilidade do mesmo.

Considerando-se a distribuição de grãos nos diferentes tamanhos e os resultados da análise de solubilidade, todos os grãos de tamanho $< 0,5$ mm para o PRG e os de tamanho $< 0,2$ mm para o PRM por ambos os processos de secagem foram os escolhidos para serem analisados (Figuras 3.2A e 3.2B).

Figura 3.2 - Pós de resíduo de goiaba $<0,5$ mm (A) e pós de resíduo de maracujá $<0,2$ mm (B) liofilizados e secos em estufa, da esquerda para a direita.



Fonte: Própria autora

Os resultados quanto a composição centesimal demonstraram que entre as amostras de PRG houve diferença significativa no teor de umidade, lipídios, proteínas e valor energético, com resultados mais favoráveis para o PRGE. Já o PRGL obteve melhores resultados quanto ao teor de fibras. Para os PRM houve diferença significativa apenas quanto ao teor de umidade e cinza, com melhores resultados para o PRME. Para os demais parâmetros não foi observada diferença significativa entre os dois processos de secagem (Tabela 3.3).

Tabela 3.3 - Composição centesimal dos pós de resíduo de goiaba (PRG) e maracujá (PRM) liofilizados (L) e secos em estufa (E) com granulometria definida.

Amostra	Umidade (%)	Proteína(%)	Lipídio (%)	Cinzas (%)	Carboidratos (%)**	Fibra Bruta (%)	Valor Energético (kcal/100g)
PRGL (<0,5 mm)	6,38 ± 0,07 ^a	16,09 ± 1,03 ^b	17,19 ± 0,32 ^b	1,89 ± 0,02 ^b	2,25 ± 0,15 ^a	50,42 ± 0,36 ^a	227,24 ± 10,28 ^b
PRGE (<0,5 mm)	4,16 ± 0,09 ^b	18,25 ± 0,25 ^a	19,62 ± 0,33 ^a	2,04 ± 0,01 ^a	2,40 ± 0,15 ^a	44,73 ± 0,42 ^b	260,95 ± 2,71 ^a
PRML (<0,2 mm)	10,61 ± 0,17 ^a	6,26 ± 0,15 ^a	0,91 ± 0,06 ^a	6,32 ± 0,05 ^b	18,31 ± 2,10 ^a	62,84 ± 2,44 ^a	106,42 ± 9,15 ^a
PRME (<0,2 mm)	9,71 ± 0,06 ^b	6,17 ± 0,15 ^a	0,79 ± 0,10 ^a	6,78 ± 0,03 ^a	14,44 ± 1,27 ^a	63,17 ± 6,36 ^a	92,14 ± 2,64 ^a

Fonte: Elaborada pela autora. ** açúcares totais pela soma de açúcar redutor e não redutor. Médias seguidas de letras iguais indicam que não houve diferença entre as amostras do mesmo resíduo segundo o teste t de Student ($p \geq 0,05$).

Com relação a umidade, com exceção do PRG seco em estufa, todas as amostras apresentaram umidade acima de 5%, valor indicado para a comercialização de pós de fruta (COSTA et al., 2013). No entanto, a depender da aplicação desses pós em certos produtos, como aqueles com considerável teor de umidade, esse parâmetro torna-se não tão relevante. Uma importante vantagem da desidratação é a preparação de produtos onde apenas matérias-primas desidratadas podem ser empregadas (GAVA; SILVA; FRIAS, 2008).

O elevado teor de proteína encontrado nas amostras PRG permite classificá-las como um produto com alto conteúdo de proteína, já que a legislação brasileira determina um mínimo de 12 g/100 g para esse atributo, enquanto os PRM podem receber alegação de fonte de proteína devendo para tal apresentar teor mínimo de 6 g/100 g (BRASIL, 2012). O teor de proteína encontrado para os PRM assemelhou-se ao reportado por Ferreira e Pena (2010), os quais observaram 6,0% para farinha de casca de maracujá seca em estufa a 60 °C.

O presente trabalho observou resultados levemente maiores quanto ao teor de lipídios totais quando comparado ao encontrado por Uchôa-Thomaz et al. (2014), os quais observaram valores de 13,93% em pós de semente de goiaba. Os autores ainda destacaram a prevalência de altos níveis de ácidos graxos insaturados (87,06%), principalmente os poli-insaturados, ácidos graxos de grande relevância a saúde humana, uma vez que podem reduzir os níveis de colesterol sanguíneo e atuar no tratamento da aterosclerose.

O percentual correspondente a matéria mineral também foi aproximada ao encontrado por esses autores: 1,18%, sendo que na distribuição dos minerais, esses autores observaram prevalência de Ferro e Zinco. Valores levemente maiores de lipídios e cinzas foram verificados por Souza, Ferreira e Vieira (2008) analisando farinha de maracujá comercial com 1,64% e 8,13%, respectivamente.

O teor de carboidratos totais, calculado pela soma dos açúcares redutores e não redutores, se apresentou próximo ao encontrado por Uchôa-Thomaz et al. (2014), os quais encontraram 3,08% de carboidrato (calculado por diferença) para pó de semente de goiaba. Souza, Ferreira e Vieira (2008), por sua vez, encontraram valores muito baixos de açúcares totais para farinha da casca do maracujá, apenas 1,56%. No entanto, o estágio de maturação parece ser uma influência para valores discrepantes encontrados entre autores, uma vez que o teor dos nutrientes é diferente a depender desse estágio, onde a casca de maracujá totalmente amarela apresenta, por exemplo, maior teor de carboidratos totais (REOLON; BRAGA; SALIBE, 2009).

Com relação ao teor de fibra bruta podemos considerar que todas as amostras apresentaram alto teor, podendo ser consideradas ricas nesse componente segundo a

legislação brasileira (BRASIL, 2012). Uchôa-Thomaz et al. (2014) encontraram resultados mais elevados de fibra para pó de semente de goiaba, com 63,94% de fibra alimentar total. Ferreira e Pena (2010) encontraram valores semelhantes ao do presente estudo para farinha de casca de maracujá: 62%. Considerando que a análise de fibra bruta subestima os teores de fibra alimentar e que a diminuição da granulometria implica na diminuição do teor desse nutriente (STORCK et al., 2015), os pós analisados podem ser considerados excelentes fontes de fibras, inclusive em grãos com tamanhos reduzidos.

Siriwattananon e Maneerate (2016) concluíram em seu trabalho que o método de secagem aplicado a frutas e vegetais afeta grandemente o teor de fibra alimentar, uma vez que os mesmos observaram uma tendência de decréscimo no conteúdo de fibra para abóbora, feijão de jarda, repolho roxo e goiaba de acordo com os processos de secagem, com resultados maiores para secagem natural com sol, por ar quente em estufa e liofilização, respectivamente. No presente trabalho pode-se verificar que ambos os métodos de secagem avaliados, quando aplicados a amostra com alto conteúdo fibroso, não levaram a diferenças tão alarmantes (Tabela 3.3).

Os valores energéticos observados foram aproximados (no caso dos PRM) aos encontrados no trabalho de Ferreira e Pena (2010) para farinha de maracujá amarelo desidratado em estufa a 60 °C, os quais encontraram aproximadamente 127 kcal/100 g. Matias et al. (2005) e Sousa et al. (2011) encontraram ambos valores de 150 kcal/ 100 g para resíduos desidratados de goiaba, valores menores do que os observados no presente trabalho (tabela 3.3).

A distribuição da matéria mineral presente nos pós alimentícios avaliados demonstrou diferença significativa nos teores de Fósforo (P) para os PRG, com melhores resultados para o PRGE, enquanto para os microminerais foram observadas maior número de resultados significativamente diferentes para ambas as amostras, com valores mais favoráveis de Zinco (Zn) e Cobre (Cu) para o PRGL, enquanto o teor de Manganês (Mn) foi maior no PRGE. Para os PRM houve diferença quanto ao teor de Ferro (Fe), Zn e Cu, mas com teores mais elevados para o PRME (Tabela 3.4).

Tabela 3.4 - Composição mineral dos pós de resíduo de goiaba (PRG) e maracujá (PRM) liofilizados (L) e secos em estufa (E) com granulometria definida.

Macrominerais (mg/100g)					Microminerais (mg/100g)				
Amostras	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	Na
PRGL (<0,5 mm)	300,50 ± 4,95 ^b	390,00 ± 11,31 ^a	40,00 ± 0,00 ^a	115,00 ± 7,07 ^a	90,45 ± 6,43 ^a	3,45 ± 0,07 ^a	3,50 ± 0,14 ^a	0,23 ± 0,04 ^b	29,00 ± 0,42 ^a
PRGE (<0,5 mm)	356,00 ± 4,24 ^a	407,50 ± 2,12 ^a	35,50 ± 4,95 ^a	130,00 ± 0,00 ^a	83,85 ± 4,45 ^a	3,00 ± 0,00 ^b	3,00 ± 0,0 ^b	0,75 ± 0,07 ^a	25,75 ± 0,07 ^a
PRML (<0,2 mm)	112,50 ± 2,12 ^a	264,70 ± 10,18 ^a	195,00 ± 4,24 ^a	92,50 ± 3,54 ^a	20,25 ± 0,07 ^b	1,45 ± 0,07 ^b	1,45 ± 0,07 ^b	0,70 ± 0,14 ^a	220,10 ± 21,92 ^a
PRME (<0,2 mm)	117,00 ± 0,25 ^a	263,50 ± 0,85 ^a	184,00 ± 7,07 ^a	93,00 ± 4,24 ^a	48,70 ± 0,42 ^a	2,80 ± 0,14 ^a	2,55 ± 0,21 ^a	0,70 ± 0,28 ^a	198,40 ± 1,56 ^a

Fonte: Elaborada pela autora. Médias seguidas de letras iguais indicam que não houve diferença entre as amostras do mesmo resíduo segundo o teste t de Student (p≥0,05). P: Fósforo; K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; Fe: Ferro; Zn: Zinco; Cu: Cobre; Mn: Manganês; Na: Sódio.

Com base na RDC nº 54 de 2012 (que dispõe sobre o regulamento técnico sobre informação nutricional complementar) e nas recomendações dietéticas de referência (IOM, 2002) pode-se considerar que o PRG apresenta alto conteúdo de P, Magnésio (Mg) (se considerada apenas a recomendação para mulheres adultas), Mn (apenas para o PRG seco em estufa), Fe e Cu, sendo que para esses últimos os pós possuem teores que ultrapassam em aproximadamente 5 e 3 vezes, respectivamente, a recomendação para população adulta (no caso do Ferro considerou-se a recomendação especificamente para mulheres adultas, uma vez que essa é maior).

O PRM, por sua vez, pode ser considerado fonte de P além de apresentar alto conteúdo de Mn, Cu e Fe, onde para os dois últimos o PRM seco em estufa ultrapassou em aproximadamente 2,5 e 3 vezes, respectivamente, a recomendação diária nas mesmas condições anteriores. Pode-se perceber que os pós analisados se destacaram principalmente quanto ao conteúdo de Fe e Cu. Juntamente com o Zn, o Fe e Cu são minerais com importante função no funcionamento e desenvolvimento cerebral. No entanto, deve-se ter cuidado quanto ao consumo excessivo ou outros fatores que possam levar a problemas na homeostase desses metais, uma vez que isso está relacionado com neurotoxicidade (MORRIS et al., 2006).

Para os parâmetros físico-químicos avaliados houve diferença significativa nos PRG quanto as coordenadas de cor e Atividade de água (Aw), com resultados mais favoráveis para o PRGE. Para os PRM houve diferença significativa quanto a Aw, coordenada a^* e ângulo H° , com melhores resultados para o PRML, assim como sólidos solúveis foram mais elevados nesse último (Tabela 3.5).

Os valores encontrados para sólidos solúveis foram bastante elevados para os PRM, diferente do observado por Storck et al. (2015) que obteve resultados variando entre 1,23 e 3,77 °Brix para pós de resíduo de acerola, laranja, maçã e uva. Uchôa et al. (2008) obteve 20,56 °Brix para pó de resíduo de maracujá seco em estufa, próximo ao resultado do presente trabalho. Já os PRG foram inferiores, com baixíssimos valores de sólidos solúveis. Os resultados demonstram que a casca do maracujá apresenta conteúdo considerável de açúcares, enquanto o resíduo de goiaba praticamente não contém esses componentes, fato confirmado na Tabela 3.3.

Tabela 3.5 - Parâmetros físico-químicos em pós de resíduo de goiaba (PRG) e maracujá (PRM) liofilizados (L) e secos em estufa (E) com granulometria definida.

Amostra	SS (°Brix)	pH	AT **	Aw	Cor				
					L*	a*	b*	C*	H°
PRGL (<0,5 mm)	0,93 ± 0,06 ^a	5,90 ± 0,01 ^b	0,27 ± 0,06 ^a	0,201 ± 0,00 ^a	38,74 ± 1,02 ^b	7,67 ± 0,14 ^b	22,32 ± 0,35 ^b	23,60 ± 0,38 ^b	71,05 ± 0,05 ^a
PRGE (<0,5 mm)	0,73 ± 0,21 ^a	5,96 ± 0,03 ^a	0,29 ± 0,03 ^a	0,054 ± 0,01 ^b	44,93 ± 2,39 ^a	12,36 ± 0,37 ^a	28,27 ± 0,90 ^a	30,85 ± 0,98 ^a	66,38 ± 0,14 ^b
PRML (<0,2 mm)	37,50 ± 2,12 ^a	4,00 ± 0,01 ^a	3,85 ± 0,15 ^a	0,235 ± 0,00 ^a	53,87 ± 3,95 ^a	1,99 ± 0,20 ^b	21,26 ± 0,95 ^a	21,35 ± 0,93 ^a	84,62 ± 0,77 ^a
PRME (<0,2 mm)	23,00 ± 1,41 ^b	4,04 ± 0,04 ^a	3,99 ± 0,15 ^a	0,184 ± 0,01 ^b	49,99 ± 2,18 ^a	2,99 ± 0,18 ^a	20,91 ± 0,83 ^a	21,12 ± 0,85 ^a	81,87 ± 0,17 ^b

Fonte: Elaborado pela autora. Aw: atividade de água/ SS: sólidos solúveis. **Acidez titulável expressa em % de ácido cítrico. Médias seguidas de letras iguais indicam que não houve diferença entre as amostras do mesmo resíduo segundo o teste t de Student ($p \geq 0,05$).

A partir do valor de pH observado, as amostras de PRG podem ser classificadas como pouco ácidas, enquanto os PRM seriam ditos ácidos (GAVA, SILVA, FRIAS, 2008). Os PRG apresentaram baixo conteúdo de ácidos orgânicos, enquanto as amostras de PRM demonstraram maior teor. Apesar de não haver uma correlação perfeita entre pH e acidez titulável, segundo Ferreira (2002), no presente trabalho pode-se observar que quanto maior o teor de ácidos menor o pH.

A atividade de água foi satisfatória para todas as amostras, uma vez que valores menores que 0,4 representam perigo muito baixo de desenvolvimento microbiano (LAVELLI; TORRESANI, 2012). Para os pós secos em estufa os resultados foram ainda mais favoráveis, com valores abaixo de 0,1 e 0,2 para PRGE e PRME, respectivamente.

As coordenadas a^* e b^* avaliadas conjuntamente indicam que para todas as amostras as cores se situam no primeiro quadrante do diagrama de cor (Figura 3.1), o qual está entre o vermelho e o amarelo. Uma vez que as coordenadas a^* e b^* não são variáveis independentes e por isso não devem ser interpretadas sozinhas, o cálculo dos valores de H° e C^* torna-se mais apropriado para a mensuração da cor (MCGUIRE, 1992). Os resultados indicam que o PRGE é mais claro e de tom mais vermelho e intenso do que o PRGL ficando, portanto, mais próximo da coloração real da fruta *in natura*. Para as amostras de PRM o valor de H° indica que o PRML é mais amarelo quando comparado ao PRME, não apresentando diferença quanto a cromaticidade.

De forma geral, pode-se observar que ambos os processos de secagem atuaram de forma semelhante na manutenção dos nutrientes avaliados quanto a composição centesimal e parâmetros físico-químicos, uma vez que para grande parte dos resultados não houve diferença significativa e, ainda quando existentes, as diferenças não foram excessivamente discrepantes (Tabelas 3.4 e 3.5).

Com relação aos compostos bioativos e capacidade antioxidante, pode-se observar que houve diferença significativa para todos os compostos bioativos analisados nos PRG, com maiores teores presentes no PRGL. Para os PRM a diferença foi significativa apenas para o teor de ácido ascórbico. As atividades antioxidantes nos dois métodos avaliados não diferiram estatisticamente em nenhuma das amostras (Tabela 3.6).

Tabela 3.6 - Compostos bioativos e atividade antioxidante em pós de resíduo de goiaba (PRG) e maracujá (PRM) liofilizados e secos em estufa com granulometria definida.

Amostra	Polifenóis Totais mg/100 g (b.s.)	Carotenoides µg/g (b.s.)	Ácido ascórbico mg/100 g (b.s.)	At. Antiox. ABTS µM trolox/g	At. Antiox. FRAP µM de sulfato ferroso/g
PRGL (<0,5mm)	244,22 ± 17,87 ^a	22,53 ± 0,86 ^{a *}	29,46 ± 4,20 ^a	19,33 ± 2,79 ^a	46,44 ± 6,93 ^a
PRGE (<0,5mm)	163,55 ± 8,71 ^b	13,53 ± 0,22 ^{b *}	13,04 ± 3,26 ^b	15,26 ± 0,36 ^a	35,52 ± 0,51 ^a
PRML (<0,2mm)	389,93 ± 62,58 ^a	23,38 ± 5,79 ^{a **}	249,29 ± 9,43 ^a	23,73 ± 2,64 ^a	74,28 ± 12,36 ^a
PRME (<0,2mm)	381,63 ± 46,57 ^a	17,65 ± 1,10 ^{a **}	171,88 ± 17,13 ^b	20,69 ± 0,59 ^a	68,64 ± 10,53 ^a

b.s.: base seca/ sulf. fe.: sulfato ferroso / * expresso em licopeno/ ** expresso em ζ-Caroteno. Médias seguidas de letras iguais indicam que não houve diferença entre as amostras do mesmo resíduo segundo o teste t de Student ($p \geq 0,05$).

Todas as amostras podem ser consideradas como possuindo teores médios de fenólicos, uma vez que possuem entre 100 e 500 mg/100g, segundo classificação de Vasco, Ruales e Kamal-Eldin (2008). Martinez et al. (2012) encontraram teor de fenólicos de aproximadamente 250 mg/100 g para concentrado de fibra de goiaba obtido a partir do resíduo da mesma seco a 60 °C em túnel de secagem com tamanho de partícula definida entre 220 e 640 µm, resultado aproximado do PRG liofilizado encontrado no presente estudo.

Na literatura consultada, diversos autores observaram valores de compostos antioxidantes bastante divergentes dos encontrados no presente estudo: 1987,9 mg de compostos fenólicos/100 g em resíduo de goiaba liofilizado (SILVA et al., 2014), e para pó de casca de maracujá seco em estufa valores variando entre 64 e 230 mg de compostos fenólicos/100 g (LÓPEZ-VARGAS et al., 2013; CAZARIN et al., 2014).

Quanto ao teor de carotenoides, Silva et al. (2014) encontraram 0,18 µg/g e 0,57 µg/g para resíduo de goiaba e maracujá liofilizados, respectivamente, enquanto Uchôa-Thomaz et al. (2014) encontraram valores semelhantes para pó de semente de goiaba seco em estufa com 12,5 µg/g. O teor de ácido ascórbico encontrado foi bastante significativo para os PRM em ambos os processos de secagem, sendo que as duas amostras contêm valores bem acima da recomendação para essa vitamina que é de 75 e 90 mg/dia, considerando-se mulheres e homens adultos, respectivamente (IOM, 2000).

Os PRG apresentaram resultados bem inferiores, porém, relevantes. Com exceção do PRGE, todas as amostras poderiam ser consideradas como possuindo alto conteúdo de

vitamina C, segundo a RDC nº 54 de 2012. Notou-se uma significativa diferença entre os dois processos de secagem. Menezes et al. (2009) encontraram diferença significativa no teor de vitamina C ao longo de 180 dias de armazenamento para polpa de acerola verde em pó seca em estufa (70 °C) e liofilizada, com teores consideravelmente maiores para o pó liofilizado.

As diferenças observadas quanto ao conteúdo dos compostos bioativos comparados com a literatura podem ser justificados pelos diversos fatores que influenciam os níveis dessas substâncias em frutos e seus subprodutos, como tipo de cultivo, clima, variedade e época do ano (DENG; WEST; JENSEN, 2010), além do fato de ter sido realizada uma lavagem prévia à desidratação dos resíduos no presente estudo, o que provavelmente levou a perda de alguns compostos bioativos solúveis em água.

Resultado próximo quanto a capacidade de sequestro do ABTS foi verificada por Bergamaschi (2010) para resíduo de casca de maracujá desidratado em estufa a vácuo, com 23,21 µM Trolox/g. Infante et al. (2013) encontraram valores inferiores para capacidade de redução de ferro pelo método FRAP com 34,91 µM/g para resíduo de maracujá liofilizado. Martinez et al. (2012), avaliando concentrados de fibra obtidos a partir de resíduos de maracujá e goiaba, obtiveram, respectivamente, 5,5 e 20,9 µM Trolox/g para capacidade de sequestro do radical ABTS além de 6,9 e 11,1 µM Trolox/g para capacidade de redução de ferro, resultados bem inferiores aos encontrados nesse estudo.

No presente trabalho, analisando-se principalmente os teores de fenólicos e ácido ascórbico, pode-se perceber que os maiores teores desses compostos encontrados para os PRM em comparação aos PRG foram equivalentes a maiores atividades antioxidantes pelos métodos avaliados, destacando-se o FRAP.

A correlação entre os compostos bioativos e a atividade antioxidante se mostrou muito variável a depender da amostra, não apresentando significância estatística a 5% em nenhuma das amostras (Tabela 3.7).

Tabela 3.7 - Correlação de Pearson (R) entre os compostos bioativos e a atividade antioxidante em pós de resíduo de goiaba (PRG) e maracujá (PRM) liofilizados e secos em estufa.

Composto Bioativo	PRGL (<0,5mm)		PRGE (<0,5mm)		PRML (<0,2mm)		PRME (<0,2mm)	
	ABTS	FRAP	ABTS	FRAP	ABTS	FRAP	ABTS	FRAP
Fenólicos	0,70	0,89	-0,39	0,05	1,00	0,99	-0,68	0,98
Carotenoides	0,66	0,86	0,69	0,31	-0,58	-0,74	-0,72	-0,21
Ácido Ascórbico	0,28	-0,02	0,79	0,44	-0,05	0,16	-0,99	0,39

Fonte: Elaborada pela autora. $R \geq 0,70$: Correlação forte

Observou-se uma correlação forte positiva entre o teor de fenólicos e capacidade antioxidante para as amostras PRGL e PRML, enquanto para o PRME a correlação foi forte apenas para o método FRAP. O teor de carotenoides se correlacionou positivamente apenas com o método FRAP e somente para a amostra PRGL, tendo apresentado correlação negativa para as amostras PRM liofilizado e seco em estufa. O teor de ácido ascórbico correlacionou-se positivamente apenas para o método ABTS na amostra PRGE, tendo apresentado correlação negativa muito forte (-0,99) para a amostra PRME no método ABTS (Tabela 3.7).

É largamente relatado na literatura a forte correlação positiva entre teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante, ou seja, em geral, quanto maior o teor desses compostos maior será a capacidade antioxidante. É bem estabelecido que alimentos ricos em polifenóis podem elevar a capacidade antioxidante do organismo (DUDONNÉ et al., 2009; PANDEY; RIZVI, 2009; VIEIRA et al., 2011).

No entanto, alguns autores relatam que essa correlação pode depender do tipo de alimento assim como do método de avaliação da capacidade antioxidante, como observado por Santos et al. (2008) que não encontraram correlação positiva e significativa em polpas de açaí comercial para fenólicos, mas para carotenoides e antocianinas. Infante et al. (2013), por sua vez, observou correlação significativa apenas para o método DPPH para resíduos de abacaxi, caju, maracujá e manga, enquanto Melo et al. (2011) encontraram correlação positiva para os métodos DPPH, beta-caroteno e ABTS, sendo mais significativa com esse último em bagaços de uva roxa, branca e bagaço de goiaba.

No presente trabalho, apesar de ter sido observado diferenças significativas entre os teores de compostos bioativos, principalmente para o PRG, não houve diferença entre as atividades antioxidantes pelos métodos avaliados. A correlação entre os compostos bioativos e a atividade antioxidante no presente trabalho foi muito variável, não seguindo um padrão, tendo apresentando inclusive correlação negativa para algumas amostras, como ocorreu para o ácido ascórbico e a atividade pelo método ABTS na amostra PRME.

Apesar do ácido ascórbico ser uma importante vitamina antioxidante, em alguns casos, como em certas condições de pressão parcial de oxigênio, alta concentração dessa vitamina ou ainda presença de metais de transição como cobre e ferro, o mesmo pode atuar como pró-oxidante (ODIN, 1997; AYDOĞAN et al., 2010). O teor elevado de ácido ascórbico combinado com um alto teor de ferro da amostra PRME pode ter contribuído para esse resultado. No entanto, as propriedades antioxidantes dessa vitamina costumam predominar *in vivo* (BARREIROS; DAVID, 2006).

Pode-se perceber que mesmo os pós que foram previamente submetidos a secagem em estufa apresentaram capacidade antioxidante compatível com aqueles liofilizados. Borchani et al. (2011) ao analisarem concentrados de fibra obtidos a partir de variedades de tâmaras cultivadas na Tunísia submetidos a três métodos de secagem (liofilização; secagem em estufa à 40 °C; secagem ao sol) também observaram que a capacidade de redução de radical DPPH não foi afetada pelo método de secagem.

Pode-se considerar que para os parâmetros de grande importância nutricional como fibras, compostos bioativos e minerais, o PRG apresentou melhores resultados para o pó liofilizado, enquanto para o PRM houveram muitas semelhanças entre os dois processos de secagem, havendo ainda resultados mais favoráveis para o seco em estufa quanto aos microminerais, Aw e umidade.

Jorge et al. (2014) ao analisarem a influência de três processos de secagem na composição nutricional de pó de tomate observaram que entre a secagem convencional por estufa (70 °C) e a liofilização não houve diferença significativa quanto a umidade, cinzas e acidez, enquanto houve diferença, embora com valores aproximados, para atividade de água, proteína, lipídios e pH. Diferenças maiores foram observadas para os compostos bioativos.

De uma forma geral, os pós dos resíduos submetidos aos dois processos de secagem apresentaram teores aproximados para todos os parâmetros avaliados, sendo observado maiores diferenças significativas principalmente para os PRG. No entanto, considerando-se que a liofilização torna-se um processo muito oneroso quando aplicada a uma matéria-prima que não possui tanto valor de mercado, a escolha pelos pós secos em estufa seria mais acertada.

4 CONCLUSÃO

Pode-se observar que ambos os processos de secagem resultaram em produtos ricos nutricionalmente com grande potencial de aplicabilidade em novos produtos. A liofilização foi significativamente melhor na manutenção do teor de fibras, compostos bioativos e minerais no caso do PRG, fato que não ocorreu no caso do PRM, o que pode indicar que não apenas o processo, mas a matéria prima utilizada pode influenciar nos teores mantidos ou perdidos com a secagem. Os resíduos secos em estufa foram ainda aqueles que apresentaram melhores parâmetros de cor. Considerando uma relação custo-benefício, a utilização dos pós secos em estufa torna-se a melhor alternativa para utilização em alimentos.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO CEARÁ – ADECE. **Perfil da produção de frutas Brasil e Ceará 2013**. Fortaleza: ADECE, 2013. 31p.

AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; DUCROQUET, J. P. H. J.; SASSO, A. Qualidade de goiaba serrana em resposta à temperatura de armazenamento e ao tratamento com 1-metilciclopropeno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, n. 12, p. 1683-1689, 2008.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. 15 ed., v. 2. Arlington: A.O.A.C., 1990. p. 1058-1059.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis of AOAC international**. 18 ed. Gaithersburg: AOAC International. 2005.

ATWATER, W. O. **Principles of nutrition and nutritive value of food**. Washington, DC: Government Printing Office (version of corrected of an original issued published in 1902). US Departament of agriculture, Farmers’ Bulletin 142. 1910.

AYDOGAN, M.; KORKMAZ, A.; BARLAS, N.; KOLANKAYA, D. Pro-oxidant effect of vitamin C coadministration with bisphenol A, nonylphenol, and octylphenol on the reproductive tract of male rats. **Drug and Chemical Toxicology**, v. 33, n. 2, p. 193-203, 2010.

BARREIROS, A. L. B. S; DAVID, J. M. Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova**, v. 29, n. 1, p. 113-123, 2006.

BERGAMASCHI, K. B. **Capacidade antioxidante e composição química de resíduos vegetais visando seu aproveitamento**. 2010. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP, 2010.

BORCHANI, C.; BESBES, S.; MASMOUDI, M.; BLECKER, C.; PAQUEOT, M.; ATTIA, H. Effect of drying methods on physico-chemical and antioxidant properties of date fibre concentrates. **Food Chemistry**, v. 125, p. 1194-1201, 2011.

BORGES, K. C.; AZEVEDO, J. C.; MEDEIROS, M. F.; CORREIA, R. T. P. Physicochemical characterization and bioactive value of tropical berry pomaces after spouted bed drying. **Journal of Food Quality**, v. 39, n. 3, p. 192-200, 2015.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2012, seção 1, p. 122.

CANTERI, M. H. G.; SCHEER, A. P.; WOSIACKI, G.; GINIES, C.; REICH, M.; RENARD, C. M. C. G. A comparative study of pectin extracted from passion fruit rind flours. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 18, s. n., p. 593-599, 2010.

CARVALHO, A. V.; VASCONCELOS, M. A. M.; ALVES, S. M.; FIGUEIRÊDO, F. J. C. **Aproveitamento do mesocarpo do maracujá na fabricação de produtos flavorizados**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2005, 6p (Comunicado Técnico, 147).

CAZARIN, C. B. B.; SILVA, J. K.; COLOMEU, T. C.; ZOLLNER, R. L.; MARÓSTICA JUNIOR, R. M. Capacidade antioxidante e composição química da casca de maracujá (*Passiflora edulis*). **Ciência Rural**, v. 44, n. 9, p. 1699-1704, 2014.

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 edulis* f. flavicarpa) powder from organic farming. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 705-716, 2013.

DENG, S., WEST, B. J.; JENSEN, C. J. A quantitative comparison of phytochemical components in global noni fruits and their commercial products. **Food Chemistry**, v. 122, s. n., p. 267-270, 2010.

DO NASCIMENTO FILHO, W. B.; FRANCO, C. R. Avaliação do potencial dos resíduos produzidos através do processamento agroindustrial no Brasil. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 6, p. 1968-1987, 2015.

DUDONNÉ, S.; VITRAC, X.; COUTIÈRE, P.; WOILLEZ, M.; MÉRILLON, J. M. Comparative study of antioxidant properties and total phenolic content of 30 plant extracts of industrial interest using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 5, p. 1768-1774, 2009.

FERRARI, R. A.; COLUSSI, F.; AYUB, R. A. Caracterização de subprodutos da industrialização do maracujá – aproveitamento das sementes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 1, p. 101-102, 2004.

FERREIRA, C. L. **Acidez em leite e produtos lácteos: aspectos fundamentais**. Caderno Didático 53-Ciências Exatas e Tecnológicas, 1ª ed. Universidade Federal de Viçosa, p.11-17, 2002.

FERREIRA, M. F. P.; PENA, R. S. Estudo da secagem da casca do maracujá amarelo. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 12, n. 1, p. 15-28, 2010.

GALANAKIS, C. M. Recovery of high added-value components from food wastes: conventional, emerging technologies and commercialized applications. **Food Science and Technology**, v. 26, s. n., p. 68-87, 2012.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. 9 ed. São Paulo: Nobel, 2008. 505 p.

INFANTE, J.; SELANI, M. M.; TOLEDO, N. M. V.; SILVEIRA-DINIZ, M. F.; ALENCAR, S. M.; SPOTO, M. H. F. Atividade antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas tropicais. **Alimentos e Nutrição**, v. 24, n. 1, p. 87-91, 2013.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary reference intakes: applications in dietary assessment**. Washington (DC): National Academy Press, 2000. 306 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

JORGE, A.; ALMEIDA, D. M.; CANTERI, M. H. G.; SEQUINEL, T.; KUBASKI, E. T.; TEBCHERANI, S. M. Evaluation of the chemical composition and colour in long-life tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill) dehydrated by combined drying methods. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 49, s. n., p. 2001-2007, 2014.

KONICA MINOLTA – Entendendo o espaço de cor L* a* b*. Disponível em:<<http://sensing.konicaminolta.com.br/2013/11/entendendo-o-espaco-de-cor-lab/>>. Acesso em 17 de janeiro de 2017.

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

LAVELLI, V.; TORRESANI, M. C. Modelling the stability of lycopene-rich by-products of tomato processing. **Food Chemistry**, v. 125, s.n. p. 529–535, 2011.

LÓPEZ-VARGAS, J. H.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A.; VIUDA-MARTOS, M. Chemical, physico-chemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of dietary fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. **Food Research International**, v. 51, s. n., p. 756-763, 2013.

MALAVOLTA, E; VITTI, G.C; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 210 p.

MARTINEZ, R.; TORRES, P.; MENESES, M. A.; FIQUEROA, J. G.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A.; VIUDA-MARTOS, M. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. **Food Chemistry**, v. 135, s. n., p. 1520-1526, 2012.

MATIAS, M. F. O.; OLIVEIRA, E. L.; GERTRUDES, E.; MAGALHÃES, M. M. A. Use of fibers obtained from the chashew (*Anacardium occidentale*, L.) and Guava (*Psidium guajava*) fruits for enrichment of food products. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. special, p. 143-150, 2005.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v. 27, s. n., p. 254-255, 1992.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. especial, s. n., p. 83-91, 2011.

MELO, P. S.; BERGAMASCHI, B.; TIVERON, A. P.; MASSARIOLI, A. P.; OLDONI, T. L. C.; ZANUS, M. C.; PEREIRA, G. E.; ALENCAR, S. M. Composição fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais. **Ciência Rural**, v. 41, n. 6, p. 1088-1093, 2011.

MENEZES, A. R. V.; SILVA JÚNIOR, A.; 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**, v. 11, n. 1, p. 1-8, 2009.

MIRABELLA, N. CASTELLANI, V.; SALA, S. Current options for the valorization of food manufacturing waste: a review. **Journal of Cleaner Production**, v. 65, s. n., p. 28-41, 2014.

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**. 2014. 122 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). UFRN, Natal, 2014.

MORRIS, M. C.; DENIS, A. E.; TANGNEY, C. C.; BIENIAS, J. L.; SCHNEIDER, J. A.; WILSON, R. S.; SCHERR, P. A. Dietary copper and high saturated and *trans* fat intakes associated with cognitive decline. **Archives of Neurology**, v. 63, s. n., p.1085-1088, 2006.

OBANDA, M.; OWUOR, P. O. Flavonol composition and caffeine content of green leaf as quality potential indicators of Kenyan black teas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 74, s. n., p. 209-215, 1997.

ODIN, A. P. Vitamins as antimutagens: Advantages and some possible mechanisms of antimutagenic action. **Mutation Research**, v. 386, s. n., p.39-67, 1997.

PANDEY, K. B.; RIZVI, S. I. Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2, n. 5, p. 270-278, 2009.

PINHO, L. X.; AFONSO, M. R. A.; CARIOCA, J. O. B.; DA COSTA, J. M. C.; RYBKA, A. C. P. Desidratação e aproveitamento de resíduo de pedúnculo de caju como adição de fibra na elaboração de hambúrguer. **Brazilian Journal of Food & Nutrition**, v. 22, n. 4, p. 571-576, 2011.

REOLON, C. A.; BRAGA, G. C.; SABIBE, A. B. Características físico-químicas da casca do maracujá amarelo em diferentes estádios de maturação. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 305-312, 2009.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington DC: ILSI Press, 2001, 71 p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Análisis de carotenoides. In: MORÓN, C.; ZACARÍAS, I.; PABLO, S.; CHILE, S. **Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición**. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Universidad de Chile. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. p.231-241, 1997.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S.M; SAMPAIO, C. G.; JIMÉNEZ, J. P.; CALIXTO, F. D. S. **Metodologia científica: determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS.+**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2007, 4p (Comunicado Técnico 128).

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S.M; SAMPAIO, C. G.; JIMÉNEZ, J. P.; CALIXTO, F. D. S. **Metodologia Científica: Determinação da Atividade**

Antioxidante Total em Frutas pelo método de redução do Ferro (FRAP). Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2006, 4p (Comunicado técnico 125).

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). **Archivos Latino-Americanos de Nutricion**, v. 58, n. 2, p. 187-192, 2008.

STATSOFT, Inc. (2004). STATISTICA (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M. V.; SILVA, M. J. M. S.; LIMA, A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 3, p. 554-559, 2011.

SILVA, L. M. R.; FIGUEIREDO, E. A. T.; RICARDO, N. M. P. S.; VIEIRA, I. G. P.; FIGUEIREDO, R. W.; BRASIL, I. M.; GOMES, C. L. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 143, s. n., p. 398-404, 2014.

SIRIWATTANANON; L; MANEERATE, J. Effect of drying methods on dietary fiber content in dried fruit and vegetable from non-toxic agricultural field. **International Journal of Geomate**, v.11, n. 28, p. 2896-2900, 2016.

SOUZA, M. W. S.; FERREIRA, T. B. O.; VIEIRA, I. F. R. Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 1, p. 33-36, 2008.

STORCK, C. R.; BASSO, C.; FAVARIN, F. R.; RODRIGUES, A. C. Qualidade microbiológica e composição de farinhas de resíduos da produção de suco de frutas em diferentes granulometrias. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 4, p. 227-284, 2015.

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. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 15, n. 2, p. 58-65, 2008.

UCHÔA-THOMAZ, A. M. A.; SOUSA, E.C.; CARIOCA, J. B.; MORAIS, S. M.; LIMA, A.; MARTINS, C. G. ALEXANDRINO, C. D.; FERREIRA, P. A. T.; RODRIGUES, A. L. M.; RODRIGUES, S. P.; THOMAZ, J. C. A.; RODRIGUES, L. R. Chemical composition, fatty

acid profile and bioactive compounds of guava seeds (*Psidium guajava* L.). **Food Science and Technology**, v. 34, n. 3, p. 485-492, 2014.

VERNAZA, M. G.; CHANG, Y. K.; STEEL, C. J. Efeito do teor de farelo de maracujá e da umidade e temperatura de extrusão no desenvolvimento de cereal matinal funcional orgânico. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 2, p. 145-154, 2009.

VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p.888-897, 2011.

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

CAPÍTULO 4

ELABORAÇÃO DE POLPAS CONGELADAS DE MARACUJÁ E GOIABA COM ALTO TEOR DE FIBRAS ENRIQUECIDAS COM O RESÍDUO DE SEU DESPOLPAMENTO

Resumo: O presente trabalho objetivou elaborar polpas congeladas de goiaba (PG) e maracujá (PM) enriquecidas com seus resíduos (desidratado e moído) visando o aumento do teor de fibras. Foram elaboradas seis formulações enriquecidas com diferentes concentrações de resíduo: três de polpa de goiaba (PG 0= 0%, PG 5= 5% e PG 10= 10%) e três formulações de polpa de maracujá (PM 0= 0%, PM 5= 5% e PM 7= 7%). Foram avaliados a sedimentação, composição centesimal e mineral, compostos bioativos e atividade antioxidante, além de avaliação microbiológica e sensorial. As polpas enriquecidas mostraram-se estáveis quanto a sedimentação. Obteve-se enriquecimento significativo dos teores de fibras e minerais (destacando-se o ferro) nas formulações com maior concentração de resíduo (PG 5 e PM 7). Os compostos bioativos e atividade antioxidante variaram pouco entre as formulações. Todas as polpas se encontraram dentro dos padrões microbiológicos e obtiveram aceitação sensorial com escores entre 6 e 7, os quais correspondem, respectivamente, a gostei ligeiramente e gostei moderadamente. Foi possível a elaboração de polpas de goiaba e maracujá ricas em fibras, tornando-se uma alternativa viável para o aproveitamento de resíduos do despolpamento de frutas.

Palavras-chave: Aproveitamento. Fibra alimentar. *Passiflora edulis*. *Psidium guajava*.

1 INTRODUÇÃO

A polpa de fruta é um produto não fermentado, não concentrado ou diluído que é obtido a partir de frutos polposos por processo tecnológico adequado, devendo possuir teor mínimo de sólidos solúveis estabelecido para cada polpa específica (BRASIL, 2000).

A indústria de polpas de frutas tropicais tem grande relevância no mercado nacional e internacional, sendo esse um setor com muito potencial a ser explorado. As polpas de fruta têm como forma de conservação o congelamento, o qual tem demonstrado ser uma

ótima alternativa para preservar a qualidade das frutas sem a utilização de produtos químicos, algo cada vez mais prezado pelo consumidor (SOUSA et al., 2005; MARTINS et al., 2010).

As polpas de fruta podem ser classificadas como alimento minimamente processado, uma vez que o atual Guia Alimentar para a População Brasileira os descreve como sendo alimentos *in natura* que passaram por etapas de limpeza, remoção de partes não comestíveis, fracionamento, moagem, fermentação, pasteurização, refrigeração e congelamento, desde que não tenham sido adicionados de açúcar, óleos, gorduras ou outras substâncias. Juntamente com os alimentos *in natura*, os minimamente processados devem compor a base de uma alimentação saudável (BRASIL, 2014).

Em contrapartida, a produção de polpas de fruta congelada gera grandes volumes de resíduos resultantes do seu processamento, os quais, quando não aproveitados, são fontes de poluição ambiental. A reutilização desses resíduos representa uma possibilidade para a redução do desperdício e a agregação de valor para produtos no caso da indústria, uma vez que esses contêm grandes quantidades de fibras, tais como hemicelulose, celulose e lignina, além da presença de compostos bioativos com capacidade antioxidante importante (FELIPE et al., 2006; BERGAMASCHI, 2010; MIRABELLA; CASTELLANI; SALA, 2014; DO NASCIMENTO FILHO; FRANCO, 2015).

O maracujá e a goiaba são duas das frutas com grande produção e consumo no Brasil, destacando-se a região Nordeste, sendo o Ceará o segundo maior produtor de maracujá e o sétimo maior produtor de goiaba. O processamento de ambas as frutas gera grandes quantidades de resíduos, com valores de até 67 e 30% para maracujá e goiaba, respectivamente. O resíduo de maracujá é constituído principalmente por casca, enquanto o de goiaba correspondente quase que inteiramente a sementes (AMARANTE et al., 2008; ADECE, 2012; COSTA et al., 2013).

A casca do maracujá é bastante estudada, sendo largamente relatado seu alto teor de fibra, principalmente pectina, além de conter açúcares, proteínas, minerais e antioxidantes naturais. Da mesma forma, os resíduos de goiaba demonstram possuir altos teores de fibra, compostos bioativos e até mesmo lipídios compostos por ácidos graxos poli-insaturados (PINHEIRO et al., 2008; ZERAIK et al., 2011; UCHÔA-THOMAZ et al., 2014 a).

As fibras alimentares, largamente presente em resíduos de frutas, são bastante estudadas pelos seus diversos benefícios à saúde, tais como: redução da glicemia e do colesterol sanguíneo, melhora da função intestinal, diminuição do risco de certas doenças como as cardiovasculares, hipertensão arterial, obesidade, dislipidemias, neoplasias, constipação, diabetes, entre outros (BERNAUD; RODRIGUES, 2013; FRUET et al., 2014).

As fibras podem ainda contribuir para certas propriedades reológicas como solubilidade, viscosidade, formação de gel, capacidade de retenção de água e aumento do volume pela associação de moléculas (MUDGIL; BARAK, 2013).

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi elaborar polpas de frutas congeladas de maracujá e goiaba enriquecidas com seus resíduos visando o aumento do teor de fibras.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Elaboração dos resíduos e das polpas enriquecidas

Os resíduos de maracujá (cascas) e goiaba (majoritariamente sementes) foram fornecidos por uma indústria produtora de polpas de fruta. O resíduo foi porcionado e então congelado em freezer a -18 °C até o momento de sua utilização para facilitar o descongelamento apenas da quantidade a ser utilizada. A porção de cada resíduo a ser utilizada foi descongelada sob refrigeração e então sanitizada em solução clorada a 200 ppm por 15 minutos.

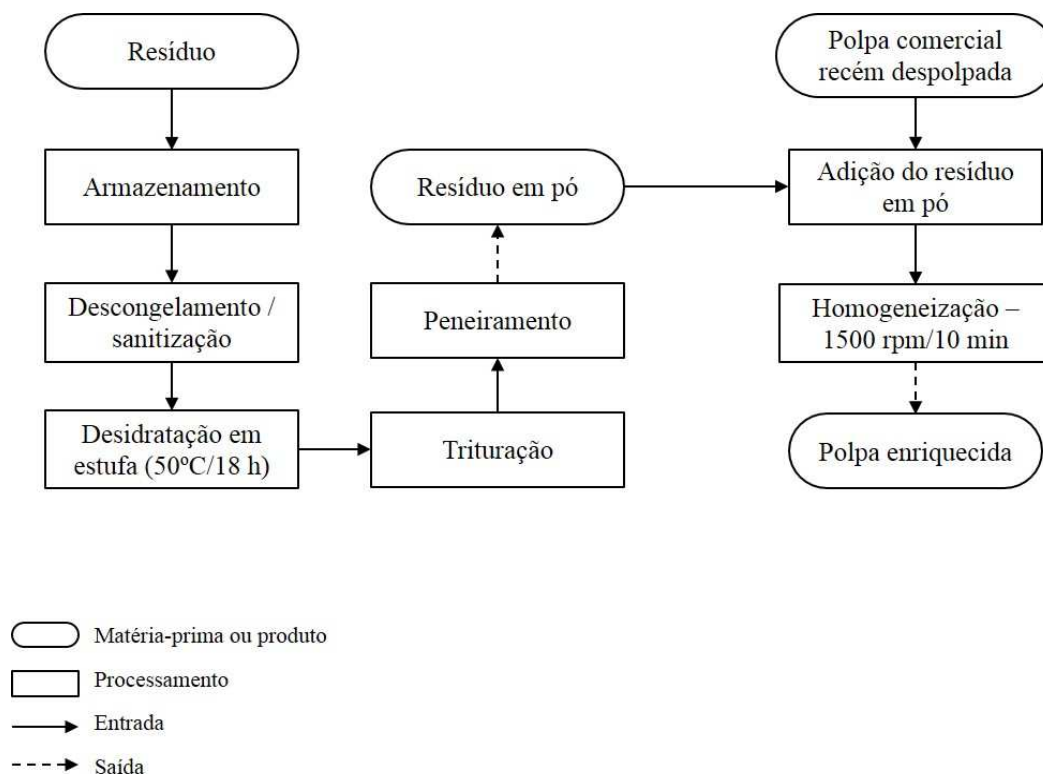
Para o processo de secagem em estufa, a temperatura empregada foi de 50 °C por um tempo médio de 18 horas para ambas as amostras (tempo onde se observou que o material se apresentava quebradiço). Foi empregada uma baixa temperatura de modo a não alterar muito a coloração do produto, assim como para uma melhor conservação de compostos que são perdidos com o calor, uma vez que temperaturas maiores levam ao maior escurecimento e/ou maiores perdas de compostos (FERREIRA; PENA, 2010; PINHO et al., 2011).

A trituração foi realizada em moinho de facas. A etapa de peneiramento foi realizada em peneiras com malha de material inoxidável e com poros de tamanho definido, sendo que para o pó de resíduo de goiaba a peneira possuía passagem 0,5 mm e para o pó de resíduo de maracujá, 0,2 mm, sendo colhido, para aplicação nas polpas, os pós que passarem por essas aberturas, ou seja, aqueles que foram <0,5 e <0,2 mm. Os pós obtidos foram acondicionados em sacos plásticos de material resistente, selados e armazenados à temperatura ambiente até o momento da sua utilização.

Para definir as etapas do processamento da produção das polpas, incluindo as etapas da elaboração do resíduo na forma de pó, tomou-se como base estudos realizados com resíduos de polpa de fruta, bem como do documento da coleção Agroindústria Familiar da Embrapa que trata da fabricação de polpa de fruta congelada (MATTA et al., 2005; UCHOA et al., 2008; PINHO et al., 2011). As etapas da elaboração do resíduo em pó (principalmente

no que dizem respeito ao método de desidratação, temperatura de secagem e tamanho do grão) foram definidas por estudos prévios realizados. Para o processamento de ambas as polpas foram seguidas as etapas descritas abaixo (Figura 4.1).

Figura 4.1 - Fluxograma da elaboração das polpas enriquecidas com pó de resíduo de fruta.



Fonte: Elaborado pela autora.

As polpas de goiaba foram enriquecidas com adição de 5 e 10% de resíduo de goiaba em pó (tamanho <0,5 mm), codificadas como PG 5 e PG 10, enquanto que as polpas de maracujá foram enriquecidas com a adição de 5 e 7% de resíduo de maracujá em pó (<0,2 mm), codificadas como PM 5 e PM 7. A polpa utilizada como matéria-prima para as formulações foi adquirida da mesma empresa fornecedora dos resíduos, sendo coletadas no dia do seu despulpamento e transportadas até o IFCE em caixas isotérmicas.

As polpas comerciais recém coletadas e os pós de resíduo foram pesados em quantidades equivalentes às concentrações pré-estabelecidas e transferidos para recipientes adequados. Em seguida, foi realizada a homogeneização da polpa com o pó através de um agitador mecânico digital da marca Ika modelo RW20 ajustado para uma rotação de 1500 rpm por um tempo de 10 minutos, sendo observado ser o tempo suficiente para a total mistura das polpas enriquecidas. Após a homogeneização, as polpas foram envasadas em sacos de

polietileno de baixa densidade e congeladas em freezer a -18 °C para posteriores análises. As polpas convencionais de goiaba e maracujá, as quais foram utilizadas como controle (PG 0 e PM 0), também passaram pela etapa de homogeneização.

2.2 Sedimentação

A sedimentação das polpas foi avaliada conforme metodologia descrita por Karwowski et al. (2013) e Vendrúsculo et al. (2006) com alterações. As polpas foram diluídas numa proporção de 2:1 com água destilada e acrescentada de uma alíquota (5 gotas) de formol 37%. O material foi então homogeneizado em agitador mecânico numa velocidade de 1500 rpm por 10 minutos. Em seguida, a polpa foi transferida para proveta de 50 mL (polpa de goiaba) ou 25 mL (polpa de maracujá) e observou-se a cada 24 horas por 4 dias o volume do sedimento, medindo-se a partir da base da proveta. Calculou-se o índice de sedimentação (%) para cada dia avaliado de acordo com a equação 4 abaixo:

$$IS(\%) = \frac{V_s}{V_t} \times 100 \quad (4)$$

onde: *IS* se refere a Índice de Solubilidade (%); *V_s*, volume do sedimento (mL) e *V_t*, volume total (mL).

2.3 Composição centesimal e análises físico-químicas:

Todas as análises foram feitas com as polpas em cada uma das concentrações de adição de resíduo utilizada, além da polpa convencional (sem adição de resíduo). Foram realizadas as determinações de umidade (através da secagem em estufa a 105 °C até peso constante – método 934.06), cinzas (incineração em mufla a 550 °C – método 940.26), proteína total (pelo método de *Kjeldahl*, utilizando o fator de conversão de 6,25 – método 920.152), açúcares totais (obtidos pela soma dos açúcares redutores e não redutores determinados pelo método de Lane-Eynon – método 945.66), conforme AOAC (2005), e gordura total (extração pelo método de Bling e Dyer, 1959).

O valor energético total foi calculado pela soma do valor calórico fornecido pela quantidade de carboidrato, proteína e lipídio (4,0; 4,0 e 9,0 kcal/g, respectivamente, de acordo com Atwater, 1910). O teor de fibra alimentar total, determinado para as polpas

convencionais (PG 0 e PM 0) e para aquelas com maior concentração de pó (PG 10 e PM 7 para as polpas de goiaba e maracujá, respectivamente) foi realizada por método gravimétrico enzimático (método 985.29), segundo AOAC (2012).

Foram quantificados também os macro e microminerais, determinados por espectrofotometria de absorção atômica (K, Mg, Fe, Zn, Mn e Na) e colorimetria de azul de molibdênio (P) (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

Analysaram-se os parâmetros físico-químicos tais como pH, sólidos solúveis (SS) expressos em °Brix, atividade de água (A_w), acidez titulável (AT) expressa em % de ácido cítrico e determinação da cor com o auxílio do colorímetro Bras Eq. (coordenadas L^* - luminosidade, a^* - intensidade da cor vermelha/verde e b^* - intensidade da cor amarela/azul). Através dos valores de a^* e b^* calculou-se ainda C^* - Chroma, H° - ângulo de tonalidade e ΔE - alteração de cor. Os parâmetros de cor foram avaliados segundo McGuire (1992) e especificamente o ΔE foi avaliado segundo o sistema de classificação NBS (*National Bureau of Standards*) adaptado de Fernandes (2009) conforme a Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Sistema de classificação NBS - *National Bureau of Standards*.

Valores	Classificação
0,5 a 1,0	Imperceptível, para alterações de cor extremamente pequenas;
0,5 a 1,5	Leve, para as alterações de cor pequenas;
1,5 a 3,0	Perceptível, para alterações perceptíveis ao olho nu;
3,0 a 6,0	Significativa, para alterações de cor elevadas;
6,0 a 12	Grande, para alterações de cor excessiva;
> 12	Muito grande, alteração para outra cor.

Fonte: adaptado de Fernandes (2009).

2.4 Determinação de compostos bioativos e atividade antioxidante

Através de um extrato acetometanólico preparado com aproximadamente 10 gramas de polpa para 100 mL de extrato, foram determinados os teores de compostos fenólicos totais (utilizando o reagente folin ciocalteau com leitura à 700 nm) (LARRAURI; RUPÉREZ; SAURA-CALIXTO, 1997; OBANDA; OWUOR, 1997) e a capacidade antioxidante por dois métodos: captura do radical livre ABTS^{•+} (leitura a 734 nm), segundo Rufino et al. (2007) e pelo método de redução do ferro (leitura a 595 nm), segundo Rufino et al. (2006).

Foi determinado ainda os carotenoides e vitamina C (método 985.33) segundo métodos de Rodriguez-Amaya (1997) e AOAC (1990), respectivamente. Para a leitura dos carotenoides, utilizou-se os comprimentos de onda 470 nm e 400 nm para as polpas de goiaba e maracujá, respectivamente. Essa diferença se deve ao carotenoide que predomina em cada uma dessas frutas, sendo o licopeno (para a goiaba) e o ζ -caroteno (para o maracujá) (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001). O resultado foi expresso em $\mu\text{g/g}$ de amostra. O teor de vitamina C foi determinado por titulometria com resultado expresso em $\text{mg}/100\text{ g}$.

2.5 Análises microbiológicas

Para as análises microbiológicas, as amostras foram colhidas em recipientes estéreis antes do envase. Foi realizada a quantificação de coliformes termotolerantes (técnica dos tubos múltiplos com resultado expresso em número mais provável – NMP/g) e pesquisa de *Salmonella* (presença ou ausência), de forma a verificar se atendeu aos padrões estabelecidos pela resolução nº 12 de 2001 para polpas de fruta. As análises procederam segundo os métodos da American Public Health Association – APHA (2001).

2.6 Testes Sensoriais

A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética em pesquisa do IFCE com número de parecer 2.155.120 (Anexo A). Foram aplicados testes sensoriais com o objetivo de avaliar a aceitação e preferência dos sucos obtidos a partir das polpas congeladas de goiaba e maracujá enriquecidas com seu próprio resíduo e a polpa convencional pelo consumidor, utilizando-se o teste de escala hedônica de nove pontos e teste de ordenação-preferência. Para isso, utilizou-se a diluição indicada pelo fabricante de polpas comerciais adicionando-se 10% de sacarose (açúcar comercial). Os mesmos foram servidos em recipientes descartáveis de 50 mL a uma temperatura de aproximadamente 20 °C, utilizando água e biscoito tipo *cream cracker* como suporte (DUTCOSKY, 2013).

Os sucos foram avaliados separadamente. Em cada sessão participaram 120 provadores constituídos por alunos e funcionários do IFCE *campus* Limoeiro do Norte, mediante assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, concordando em participar da pesquisa.

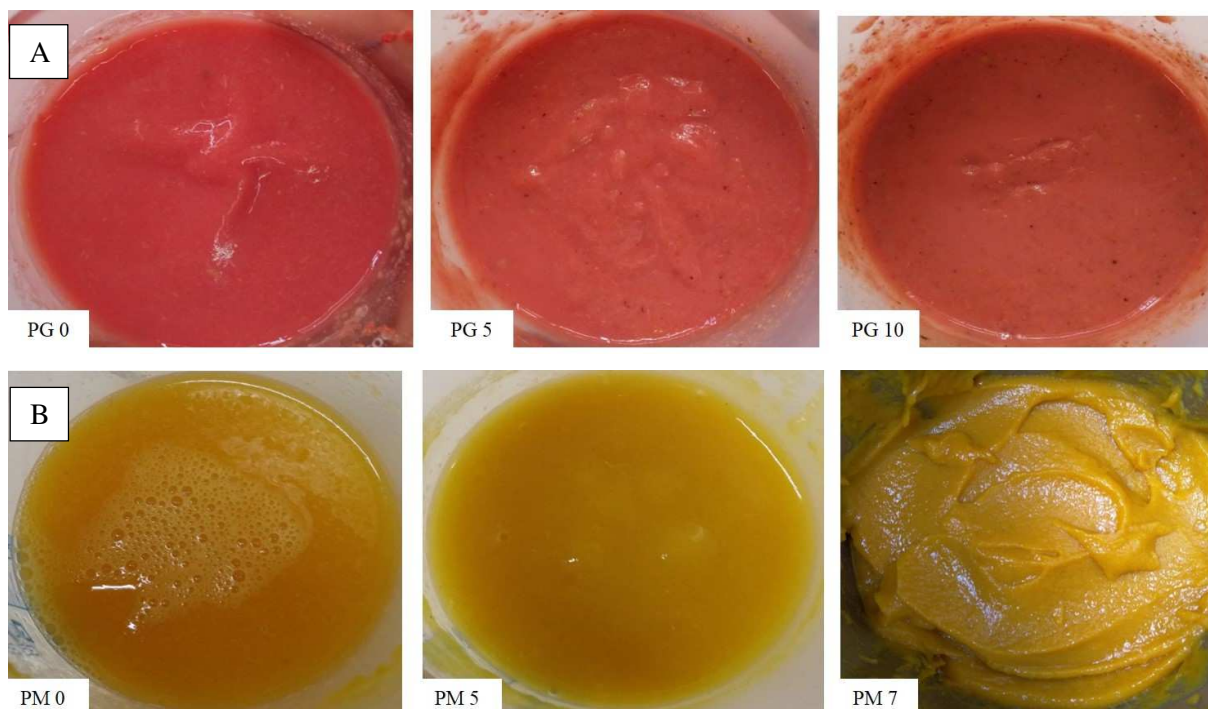
2.7 Análise Estatística

A partir dos resultados das análises foi calculado a estatística descritiva (média e desvio padrão), análise de variância e teste de médias pelo teste de Tukey para todos os parâmetros. Para o teste sensorial de ordenação-preferência foi aplicado o teste estatístico de Friedman de modo a verificar se houve diferença entre as amostras, seguido pela comparação das diferenças entre os totais da ordenação por Christensen et al., (2006), todos ao nível de 5% significância. Estabeleceu-se também a correlação de Pearson entre os compostos bioativos e a atividade antioxidante. Foi utilizado o programa *Statistica* versão 7.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As polpas de goiaba se mostraram semelhantes ao aspecto visual, sendo levemente mais espessas as PG 5 e PG 10 quando comparada a PG 0. Já as polpas de maracujá, aquelas adicionadas de 7% de pó de resíduo (PM 7), apresentou uma consistência bastante espessa (Figura 4.2).

Figura 4.2 - Polpas de goiaba (A) e maracujá (B) adicionadas de pó de resíduo em diferentes concentrações.



Fonte: Própria autora

Todas as formulações elaboradas foram estáveis quanto a sedimentação, uma vez que durante os 4 dias avaliados houve 0% de sedimentação com as adições dos pós em todas as formulações (PG 0, PG 5, PG 10, PM 5 e PM 7). Apenas a polpa convencional de maracujá (PM 0) apresentou algum índice de sedimentação (média de $15 \pm 7,07\%$), sendo esse constante ao longo do período avaliado. Retícena (2015), avaliando polpa de maracujá enriquecida com polpa de banana verde, observou que em diferentes concentrações de adição da polpa de banana verde (4 a 6%) houve separação de fases já nas primeiras 24 h, com aumento lento do precipitado e estabilização no sexto dia. Pode-se observar que a adição dos resíduos em pó não influenciou (no caso da polpa de goiaba) ou afetou positivamente (no caso da polpa de maracujá) na sedimentação do produto, sendo um resultado muito satisfatório.

Vendrúsculo et al. (2006), ao avaliarem a influência de diversos tratamentos na estabilidade física de polpa de carambola (produto que naturalmente apresenta 2 fases bem definidas), observaram que a homogeneização influenciou largamente na sedimentação da polpa, principalmente quando associada a pasteurização ou tratamento enzimático, apesar de não ter sido eficiente de forma isolada. Nas polpas elaboradas no presente estudo, a adição do pó associado à homogeneização parece ter sido suficientemente eficiente na manutenção de uma polpa homogênea.

Com relação a composição centesimal das polpas elaboradas, observou-se diferenças significativas mais consideráveis para umidade e fibra alimentar, sendo que, à medida que se aumentou a concentração de resíduo, menor foi a umidade e maior foi o teor de fibra (Tabela 4.2).

Consequente ao resultado de umidade, o percentual de sólidos totais ($100 - \text{umidade} (\%)$) também foi significativamente superior para as polpas com maior concentração de resíduo. Para os demais componentes praticamente não foi observada diferença entre as formulações, com exceção dos teores de proteína e lipídio, que foram significativamente mais elevados na PG 10 quando comparada as demais formulações (PG 0 e PG 10). Esse fato se deve principalmente ao teor elevado desses nutrientes encontrados no pó de resíduo de goiaba, estando esses entre os componentes que mais se destacaram (Tabela 3.3).

Tabela 4.2- Composição centesimal e sólidos totais das polpas de goiaba (PG) e maracujá (PM) enriquecidas com os pós do resíduo desidratado de seu despolpamento em diferentes concentrações.

Formulações	Umid (%)	Sol. T. (%)	Prot (%)	Lip (%)	Cinz (%)	Carb * (%)	FA ** (%)	VE (kcal/100g)
PG 0	88,01 ± 0,24 ^a	11,99 ± 0,24 ^c	0,27 ± 0,02 ^b	0,18 ± 0,03 ^c	0,53 ± 0,05 ^a	10,68 ± 1,45 ^a	4,38 ± 0,05 ^c	43,14 ± 5,91 ^b
PG 5	81,69 ± 0,13 ^b	18,31 ± 0,13 ^b	1,02 ± 0,17 ^b	0,49 ± 0,11 ^b	0,65 ± 0,03 ^a	12,66 ± 0,32 ^a	6,41 ± 0,77 ^b	59,13 ± 2,61 ^a
PG 10	77,83 ± 0,30 ^c	22,17 ± 0,30 ^a	2,36 ± 0,60 ^a	1,18 ± 0,05 ^a	0,56 ± 0,10 ^a	12,20 ± 0,72 ^a	10,99 ± 0,01 ^a	68,83 ± 4,63 ^a
PM 0	90,89 ± 0,24 ^a	9,11 ± 0,24 ^c	0,27 ± 0,01 ^a	0,10 ± 0,02 ^a	0,42 ± 0,25 ^b	9,17 ± 0,40 ^a	0,59 ± 0,01 ^c	39,04 ± 1,76 ^a
PM 5	86,36 ± 0,12 ^b	13,64 ± 0,12 ^b	0,62 ± 0,29 ^a	0,11 ± 0,02 ^a	0,85 ± 0,02 ^{ab}	9,83 ± 0,44 ^a	1,51 ± 0,31 ^b	42,80 ± 1,71 ^a
PM 7	84,56 ± 0,15 ^c	15,44 ± 0,15 ^a	0,55 ± 0,02 ^a	0,11 ± 0,08 ^a	0,92 ± 0,11 ^a	8,94 ± 0,25 ^a	4,46 ± 0,01 ^a	38,68 ± 1,56 ^a

Fonte: Elaborada pela autora. Umid: Umidade; Sol. T: Sólidos Totais; Prot: Proteínas; Lip: Lipídios; Cinz: Cinzas; Carb: Carboidrato; FA: Fibra Alimentar; VE: Valor energético; * açúcares totais pela soma de açúcar redutor e não redutor. ** resultado de fibra bruta para as PG 5 e PM 5. Médias seguidas de letras iguais indicam que não houve diferença significativa entre as amostras do mesmo tipo de polpa segundo o teste Tukey ($p \geq 0,05$).

A composição centesimal das polpas elaboradas apresentou-se em concordância com os valores relatados na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (NEPA-UNICAMP, 2011) para carboidrato, cinzas e umidade (com médias de 13 e 12,3%; 0,5 e 0,8%; 85 e 82,9%) em polpas de goiaba e maracujá, respectivamente. Com relação a polpa de maracujá, o teor de lipídios e proteína apresentados na TACO foi mais elevado do que o observado no presente trabalho (com médias de 2,1% e 2,0%, respectivamente). Para a polpa de goiaba, os valores de lipídios e proteína no trabalho citado (0,4% e 1.1%) se aproximaram do valor encontrado para a PG 5.

Mesmo que o teor de carboidrato tenha sido razoavelmente elevado para o pó de resíduo de maracujá (Tabela 3.3), não houve contribuição significativa para o teor desse nutriente nas polpas enriquecidas, permanecendo sem diferença entre as formulações. Para ambos os tipos de polpa, os valores de carboidrato e sólidos totais se encontraram dentro dos padrões previstos em legislação (BRASIL, 2000), que traz valores de no máximo 15,00 e 18,00% de açúcares e mínimos de 9,00 e 11,00% de sólidos totais para polpa de goiaba e maracujá, respectivamente.

Com relação aos teores de fibra alimentar, observou-se elevação significativa para as polpas com adição do pó de resíduo, sendo o principal objetivo do presente trabalho (Tabela 4.2). Considerando-se a porção usual de polpas de frutas (100 g), tanto a PG 5 quanto a PG 10 podem ser consideradas como possuindo alto conteúdo de fibras segundo a RDC nº 54 de 2012 (BRASIL, 2012), a qual determina um mínimo de 5 g por porção. A PG 0 e a PM 7 pode receber o atributo de fonte de fibra (mínimo de 2,5 g por porção). Ainda comparando-se os valores de fibras das polpas enriquecidas aos teores descritos na tabela de composição química dos alimentos de 2011 (PACHECO, 2011) para polpas de goiaba e maracujá, o qual traz 2,7 e 0,8 g/100 g, respectivamente, vê-se um ganho considerável no teor desse nutriente.

Levando-se em consideração que as formulações com 5% de adição foram analisadas apenas quanto ao conteúdo de fibra bruta, quantificação esta que subestima o teor de fibra alimentar (STORCK et. al., 2015), possivelmente a PM 5 também poderia atender ao requisito para alegação de “fonte de fibra”. Em relação as polpas controle (PG 0 e PM 0), observou-se um aumento de 2,5 vezes no teor de fibra na PG 10 e de 7,5 vezes na PM 7, sendo um resultado muito favorável neste sentido.

Observou-se uma lacuna da literatura mais atual quanto a composição de polpas de fruta, dificultando a comparação dos resultados com outros autores. De forma geral, foi possível observar que a adição do pó de resíduo nas polpas influenciou positivamente na

redução de umidade e de maneira muito significativa no aumento do teor de fibra alimentar quanto maior foi a sua adição.

Como pode-se observar no presente trabalho, a adição de subprodutos obtidos a partir dos resíduos do processamento de frutas pode gerar um ganho nutricional, principalmente quanto ao teor de fibras na elaboração de outros produtos, sendo particularmente relevante a relação equilibrada entre fibras solúveis e insolúveis presente em muitos desses resíduos, a qual é importante para os efeitos fisiológicos das fibras (MARTINEZ et al., 2012).

Com relação aos teores de minerais encontrados nas polpas elaboradas, observou-se diferença estatística entre as três formulações apenas nas polpas de goiaba para os minerais: fósforo (P), magnésio (Mg) e cobre (Cu), sendo maior os teores desses quanto maior foi a adição de pó do resíduo. Houve ainda diferença significativa para ferro (Fe) entre a PG 10 e as demais. Para as polpas de maracujá foi observado diferenças apenas entre a formulação PM 0 e as demais (com exceção dos teores de potássio), podendo-se destacar os maiores teores de Fe na PM 7 (Tabela 4.3).

Para as polpas de goiaba, todos os minerais analisados obtiveram teores mais elevados do que aqueles presentes na TACO (2011) quando comparados a goiaba vermelha com casca, sendo que para P e Cu esse comportamento foi observado apenas nas formulações PG 5 e PG 10, enquanto para Zn apenas na formulação PG 10. Para as polpas de maracujá, todos os minerais avaliados também apresentaram teores consideravelmente mais elevados do que aqueles relatados para polpa de maracujá na TACO (2011) em todas as formulações, com exceção de Zn e Cu, os quais tiveram teores semelhantes a tabela citada.

Baseando-se na RDC nº 54 de 2012 (BRASIL, 2012) ambas as polpas nas suas formulações com maior adição de resíduo (PG 10 e PM 7) podem ser classificadas como polpas com alto conteúdo de Fe, uma vez que atende a mais do que 30% da Ingestão Diária de Referência (IDR). Se consideramos especificamente a população feminina entre 14 e 50 anos (faixa etária com maior necessidade de Fe), as polpas citadas poderiam receber alegação de fonte de Fe (correspondente a no mínimo 15% da IDR).

Tabela 4.3 - Composição mineral de polpas de goiaba (PG) e maracujá (PM) enriquecidas com os pós do resíduo desidratado de seu despolpamento em diferentes concentrações.

Macrominerais (mg/100g)				Microminerais (mg/100g)				
Formulações	P	K	Mg	Fe	Zn	Cu	Mn	Na
PG 0	12,92 ± 1,63 ^c	293,17 ± 26,38 ^a	8,83 ± 0,58 ^c	0,86 ± 0,03 ^b	N. D.	0,06 ± 0,01 ^c	0,08 ± 0,01 ^b	10,64 ± 2,06 ^a
PG 5	29,82 ± 0,81 ^b	325,17 ± 6,83 ^a	21,00 ± 0,87 ^b	0,94 ± 0,09 ^b	0,12 ± 0,03 ^a	0,10 ± 0,01 ^b	0,30 ± 0,01 ^a	7,96 ± 0,64 ^a
PG 10	45,31 ± 0,81 ^a	303,00 ± 28,16 ^a	29,00 ± 3,77 ^a	2,72 ± 0,16 ^a	0,20 ± 0,08 ^a	0,16 ± 0,01 ^a	0,11 ± 0,02 ^b	11,33 ± 1,88 ^a
PM 0	19,02 ± 0,81 ^b	416,17 ± 38,76 ^a	19,50 ± 0,50 ^b	1,44 ± 0,21 ^b	0,07 ± 0,01 ^b	0,05 ± 0,01 ^a	0,11 ± 0,01 ^a	24,48 ± 1,45 ^b
PM 5	27,00 ± 4,07 ^a	465,00 ± 83,59 ^a	25,75 ± 0,35 ^a	1,27 ± 0,15 ^b	0,10 ± 0,01 ^a	0,06 ± 0,00 ^a	0,25 ± 0,11 ^a	32,73 ± 3,47 ^a
PM 7	28,04 ± 0,18 ^a	511,83 ± 33,20 ^a	27,17 ± 1,15 ^a	2,57 ± 0,19 ^a	0,10 ± 0,02 ^a	0,06 ± 0,01 ^a	0,18 ± 0,02 ^a	34,78 ± 1,01 ^a

Fonte: Elaborada pela autora. Médias seguidas de letras iguais indicam que não houve diferença entre as amostras do mesmo tipo de polpa segundo o teste Tukey ($p \geq 0,05$). P: Fósforo; K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; Fe: Ferro; Zn: Zinco; Cu: Cobre; Mn: Manganês; Na: Sódio. N. D.: Indeterminado.

Com relação aos parâmetros físico-químicos das polpas elaboradas, diferenças significativas entre as três formulações foram observadas apenas para acidez titulável, pH, e parâmetros de cor (a^* , C^* e H°), sendo que nos últimos dois casos foi apenas nas polpas de goiaba. As demais diferenças observadas foram apenas entre a formulação 0% e as demais. Para as polpas de goiaba isso ocorreu nos resultados de acidez titulável e coordenada L^* , enquanto para as polpas de maracujá ocorreu para sólidos solúveis, coordenadas de cor a^* e b^* , além de C^* e H° . (Tabela 4.4).

Os valores de acidez titulável para ambos os tipos de polpas nas três formulações encontraram-se dentro dos padrões previstos, sendo esses no mínimo 0,40 e 2,50 para polpa de goiaba e maracujá, respectivamente (BRASIL, 2000). Pode-se observar que a adição de resíduo reduziu a acidez nas polpas de goiaba e elevou esse parâmetro no caso das polpas de maracujá. Quanto aos valores de pH, apesar de diferentes estatisticamente, encontraram-se próximos entre as três formulações para ambas as polpas, sendo que para as PM todas se encontraram dentro dos padrões estabelecidos que trazem valores entre 2,7 e 3,8. Já para as PG, as formulações PG 5 e 10% ultrapassaram levemente o valor máximo de pH permitido (4,2).

Caldas et al. (2010), ao analisarem polpas de fruta comercializadas na Paraíba e Rio Grande do Norte, encontraram valor médio de acidez titulável e pH de 3,92 e 3,16, respectivamente, para polpas de maracujá, estando todas de acordo com a legislação. Santos et al. (2014) obtiveram 0,43 e 3,76 para acidez titulável e pH, respectivamente, em polpa de goiaba elaborada com 10% de maltodextrina e 50% de água destilada, aproximando-se do valor de acidez titulável encontrado no presente trabalho para a PG 10 e do valor de pH para a PG 0.

Tabela 4.4 - Parâmetros físico-químicos de polpas de goiaba (PG) e maracujá (PM) enriquecidas com os pós do resíduo desidratado de seu despolpamento em diferentes concentrações.

Formulações	AT **	pH	SS (°Brix)	Aw	Cor					
					L*	a*	b*	C*	H°	ΔE
PG 0	0,92 ± 0,07 ^a	4,09 ± 0,01 ^c	14,00 ± 0,87 ^a	0,602 ± 0,05 ^a	33,59 ± 1,20 ^b	23,73 ± 0,14 ^a	14,75 ± 0,27 ^b	27,94 ± 0,25 ^a	31,85 ± 0,34 ^c	-
PG 5	0,65 ± 0,04 ^b	4,30 ± 0,01 ^b	14,50 ± 0,85 ^a	0,644 ± 0,01 ^a	44,51 ± 2,28 ^a	18,38 ± 0,25 ^b	16,92 ± 0,09 ^a	24,98 ± 0,24 ^b	42,64 ± 0,25 ^b	13,20
PG 10	0,56 ± 0,09 ^c	4,44 ± 0,01 ^a	14,50 ± 0,87 ^a	0,625 ± 0,07 ^a	46,22 ± 1,06 ^a	14,68 ± 0,39 ^c	17,57 ± 0,53 ^a	22,90 ± 0,66 ^c	50,11 ± 0,10 ^a	15,34
PM 0	2,69 ± 0,07 ^a	3,06 ± 0,01 ^c	17,50 ± 1,73 ^b	0,652 ± 0,01 ^b	43,95 ± 1,77 ^a	13,23 ± 0,33 ^a	52,80 ± 1,49 ^a	54,43 ± 1,52 ^a	75,94 ± 0,09 ^a	-
PM 5	3,22 ± 0,07 ^b	3,20 ± 0,01 ^b	23,00 ± 0,87 ^a	0,688 ± 0,01 ^{ab}	37,74 ± 1,91 ^b	10,85 ± 0,69 ^b	38,28 ± 3,02 ^b	39,79 ± 3,09 ^b	74,16 ± 0,24 ^b	14,69
PM 7	3,26 ± 0,17 ^b	3,24 ± 0,01 ^a	23,50 ± 1,73 ^a	0,692 ± 0,01 ^a	42,98 ± 1,89 ^a	11,09 ± 0,05 ^b	40,24 ± 0,60 ^b	41,74 ± 0,57 ^b	74,59 ± 0,27 ^b	11,76

Fonte: Elaborada pela autora. Aw: atividade de água/ SS: sólidos solúveis. **Acidez titulável expressa em % de ácido cítrico. ΔE: Diferença total de cor. Médias seguidas de letras iguais indicam que não houve diferença entre as amostras do mesmo tipo de polpa segundo o teste Tukey ($p \geq 0,05$).

Os teores de sólidos solúveis encontrados para ambos os tipos de polpa nas três formulações apresentaram-se dentro dos padrões estabelecidos na legislação (BRASIL, 2000), a qual traz valores de no mínimo 11 e 7 °Brix para polpa de maracujá e goiaba, respectivamente. Observou-se que a adição de resíduo elevou consideravelmente os sólidos solúveis na polpa de maracujá sem diferença significativa entre PM 5 e PM 7, podendo-se inferir que o mesmo apresenta alto conteúdo de açúcares e outros componentes solúveis em água, como foi possível comprovar anteriormente (Tabelas 3.3 e 3.5). No caso da polpa de goiaba não houve influência significativa.

A quantificação de sólidos solúveis é uma medida importante da qualidade de frutos, principalmente aqueles comercializados *in natura*, haja vista que ela pode influenciar a aceitação do consumidor (RESENDE et al., 2010). No entanto, também pode-se considerá-la uma medida relevante para produtos constituídos inteiramente por frutos, como é o caso das polpas de fruta. Assim, as polpas elaboradas podem ser consideradas de qualidade observando-se que a adição de resíduo, no caso das polpas de maracujá, influenciou positivamente esse parâmetro.

As polpas analisadas apresentaram atividade de água elevada com resultados acima de 0,600 para todas as formulações, limite mínimo para o desenvolvimento de microrganismos (CHISTÉ et al., 2007). Observou-se que a adição de resíduo em pó não influenciou significativamente esse parâmetro.

Analisando-se os valores de C* (pureza ou intensidade da cor) e H° (tonalidade), foi observado que esses parâmetros diminuíram com o aumento da concentração de resíduo nas polpas de goiaba em relação a cor vermelha. Comportamento semelhante foi observado nas polpas de maracujá, as quais apresentaram cor amarela com maior pureza à medida que diminuía a concentração de resíduo. Comparando-se as formulações com adição de resíduo com a formulação 0% (através do ΔE), pode-se dizer que houveram alterações muito significativas segundo o sistema NBS, o qual relata que valores de ΔE entre 6 e 12 (PM 7) configuram alterações de cor excessiva, enquanto valores >12 indicam alterações para outra cor.

Lavelli e Torresani (2011) relatam que além da exposição a oxigênio e luz, o teor de Aw também tem um efeito marcante no ΔE , alterações de cores que podem ser causadas, por exemplo, pela oxidação de compostos sensíveis, tendo esses autores observado variação mínima no ΔE para uma atividade de água entre 0,22 e 0,56. Logo, a alta variação de cor nas polpas, segundo ΔE , também pode ter sido influenciada pela elevada atividade de água.

Os teores de compostos bioativos e atividade antioxidante foram, de uma forma geral, aproximados entre todas as formulações, tendo-se observado algumas diferenças como no caso dos fenólicos, ácido ascórbico e atividade antioxidante (ABTS e FRAP) nas polpas de goiaba, enquanto para as polpas de maracujá observou-se diferença apenas para carotenoides e atividade antioxidante por ABTS (Tabela 4.5).

Tabela 4.5 - Compostos bioativos e atividade antioxidante em polpas de goiaba (PG) e maracujá (PM) enriquecidas com os pós do resíduo desidratado de seu despulpamento em diferentes concentrações.

Formulações	Polifenóis Totais mg/100 g (b.u.)	Carotenoides µg/g (b.u.)	Ácido ascórbico mg/100 g (b.u.)	Atividade Antioxidante	
				ABTS µM trolox/g (b.u.)	FRAP µM de s.f./g (b.u.)
PG 0	150,61 ± 13,98 ^a	70,27 ± 7,80 ^{a *}	43,53 ± 5,76 ^a	10,86 ± 0,89 ^a	15,26 ± 0,94 ^a
PG 5	105,05 ± 11,86 ^b	82,38 ± 8,08 ^{a *}	34,20 ± 4,61 ^a	6,92 ± 1,51 ^b	8,46 ± 1,67 ^b
PG 10	125,80 ± 5,91 ^{ab}	80,62 ± 2,13 ^{a *}	15,41 ± 2,98 ^b	8,57 ± 0,43 ^{ab}	10,83 ± 0,94 ^b
PM 0	47,61 ± 1,86 ^a	19,06 ± 0,70 ^{b **}	13,49 ± 1,56 ^a	1,66 ± 0,08 ^b	2,13 ± 0,06 ^a
PM 5	46,65 ± 0,73 ^a	23,51 ± 1,92 ^{ab **}	13,81 ± 1,30 ^a	1,75 ± 0,26 ^{ab}	2,10 ± 0,08 ^a
PM 7	45,00 ± 2,02 ^a	24,71 ± 2,72 ^{a **}	12,81 ± 0,78 ^a	2,09 ± 0,09 ^a	2,05 ± 0,25 ^a

Fonte: Elaborada pela autora. * expresso em licopeno/ ** expresso em ζ-Caroteno. s.f.: sulfato ferroso. b. u.: base úmida. Médias seguidas de letras iguais indicam que não houve diferença entre as amostras do mesmo tipo de polpa segundo o teste Tukey ($p \geq 0,05$).

As polpas de goiaba podem ser consideradas como possuindo médio teor de fenólicos (100-500 mg/100 g), enquanto as polpas de maracujá apresentam baixo teor (<100 mg/100 g), classificação elaborada por Vasco, Ruales e Kamal-Eldin (2008). Assim como observado no presente trabalho, Silva (2014) e Melo et al. (2008) também observaram que as polpas de maracujá e goiaba poderiam ser classificadas nesses grupos.

Outros autores que analisaram os teores de compostos bioativos em polpa de maracujá obtiveram resultados mais significativos, como Souza et al. (2012), que observaram teor de 245, 36 mg/100 g de fenólicos, 24,66 mg/100 g de ácido ascórbico e 13,1 µg/g de carotenoides (todos em base úmida), sendo que essa polpa foi elaborada por esses autores a partir de frutos frescos de maracujá. Melo et al. (2008) e Silva et al. (2014) encontraram 242,73 e 1723,06 mg/100 g (esse último em base seca) de fenólicos, respectivamente, para

polpa de goiaba comercial. Esses mesmos autores observaram teores de 83,09 mg/100 g e 765, 09 (em base seca) de fenólicos para polpa de maracujá comercial.

Zielinski et al. (2014) observaram valores bem mais elevados (com média de 146 µg/g) para carotenoides (licopeno) em polpa de goiaba comercializadas em Ponta Grossa – PR, enquanto Fernandes et al. (2007) observaram valores inferiores (12,9 µg/g) em polpa de goiaba elaborada a partir de frutos comercializados em Fortaleza – CE.

Os teores de ácido ascórbico encontrados no presente trabalho foram maiores para as polpas de maracujá do que os resultados obtidos por Caldas et al. (2010) que observaram uma média de 2,72 mg/100 g para várias marcas de polpas no Rio Grande do Norte, enquanto Fernandes et al. (2007) encontraram 56,65 mg/100 g para polpa de goiaba.

No presente trabalho, observou-se que a concentração mais baixa (5%) de adição do resíduo levou a diminuição significativa dos teores de fenólicos e atividade antioxidante por ABTS e FRAP nas polpas de goiaba. No entanto, a adição de um maior percentual (10%) levou novamente a elevação nesses teores, sendo, inclusive, semelhantes estatisticamente a polpa sem adição (para fenólicos e ABTS). Tal comportamento pode ser atribuído, em parte, a menor concentração da polpa base nas formulações enriquecidas, uma vez que a polpa de goiaba convencional é um produto que possui teores elevados desses compostos bioativos, fazendo com que a redução dessa gere uma perda significativa nesse sentido. Além disso, outros fatores como a presença de cobre e vitamina C, que podem reagir com o Folin-ciocalteu, reagente utilizado na determinação de fenólicos (GULL et al., 2012), podem ter interferido nesses resultados, uma vez que o resíduo de goiaba se mostrou rico em minerais como cobre e ferro (Capítulo 3).

Assim, o teor desses compostos presentes no resíduo parece não ter sido suficiente para elevar ou até mesmo manter compostos bioativos como fenólicos e ácido ascórbico além da atividade antioxidante nas polpas de goiaba enriquecidas. Acredita-se que a adição de um percentual acima de 10% possa compensar os teores perdidos com a redução da polpa base. Já para os teores de ácido ascórbico, a adição da maior concentração de resíduo reduziu consideravelmente o teor de ácido ascórbico, resultado que pode ser justificado pela interação já conhecida entre essa vitamina e ferro, onde o ácido ascórbico reduz o Fe^{3+} para a forma Fe^{2+} , formando o quelato ferro-ascorbato (ARANHA et al., 2000; CERQUEIRA, MEDEIROS; AUGUSTO, 2007), podendo, assim, interferir na sua quantificação. Como pode-se observar no capítulo 3, o resíduo de goiaba utilizado apresentou um alto teor de ferro.

Além disso, a homogeneização das polpas pode ser um fator contribuinte para a perda de Vitamina C, uma vez que promove a incorporação de oxigênio e consequente

oxidação dessa vitamina (SILVA; LOPES; VALENTE-MESQUITA, 2006). Essa etapa, realizada no presente estudo, pode ter influenciado no teor de vitamina C baixo, inclusive na PG 0 (a qual também foi homogeneizada), levando a teores limítrofes comparando-se ao previsto em legislação que traz 40 mg/100 g como valor mínimo para polpa de goiaba (BRASIL, 2000).

Nas polpas de maracujá não houveram perdas em teor de compostos bioativos ou atividade antioxidante com a adição de resíduo, tendo inclusive ocorrido ganho em teor de carotenoides e atividade antioxidante por ABTS comparando-se as polpas PM 0 e PM 7. Logo, a adição de resíduo até a concentração elaborada foi suficiente para manter ou elevar esses parâmetros, podendo-se inferir que o resíduo de casca de maracujá possui teores no mínimo equivalentes aos encontrados na polpa de maracujá, sendo um resultado favorável nesse sentido.

Esse fato pode ser comprovado na literatura onde muitos autores relatam que resíduos ou partes não convencionais de frutos e plantas podem conter teores maiores do que aqueles encontrados na parte polposa de frutos, como demonstrado por Pabón et al. (2011) que observaram valores bem mais significativos de fenólicos e atividade antioxidante por DPPH, ABTS e FRAP em folhas de seis frutos do gênero *Passiflora*. Silva et al. (2014) concluíram em seu trabalho que os resíduos do processamento de mais de 10 frutas apresentaram níveis mais elevados de carotenoides, antocianinas e flavonoides amarelos e Contreras-Calderón et al. (2011) obtiveram teores mais significativos de fenólicos e atividade antioxidante em cascas de 24 frutas exóticas na Colômbia. Ramayia et al. (2013) observaram teores levemente maiores de compostos fenólicos e atividade antioxidante no mesocarpo de maracujá do que aqueles encontrados na polpa.

Para Melo (2008), a polpa de goiaba apresentou uma forte capacidade de redução do radical DPPH, enquanto a polpa de maracujá apresentou fraca capacidade quando comparadas com diversas polpas comercializadas em Recife-PE. No presente trabalho, também observou-se resultados melhores para a captura do radical ABTS e FRAP nas polpas de goiaba em comparação as polpas de maracujá.

Zielinski et al. (2014) encontraram valores semelhantes de atividade antioxidante pelo método FRAP em polpa comercial de goiaba, com resultados de aproximadamente 14,62 µM TE/g, enquanto Paz et al. (2015) encontraram 15,04 mg TE/g para redução do radical DPPH em polpa de goiaba comercializada na região nordeste do Brasil, sendo esse resultado expresso em base seca, demonstrando que as polpas de goiaba na presente pesquisa (resultado expresso em base úmida) apresentaram melhores resultados considerando-se o elevado teor de

umidade (Tabela 4.2). Pabón et al. (2011) encontraram valores bem inferiores para a redução dos radicais DPPH e ABTS, respectivamente, 0,08 e 0,27 μM trolox/g em maracujás comercializados na Colômbia, sendo o segundo resultado mais baixo para o método DPPH entre seis frutos do gênero *Passiflora*.

Correlacionando os compostos bioativos e as atividades antioxidantes, observou-se forte correlação positiva apenas entre polifenóis totais para ABTS e FRAP nas polpas de goiaba, sendo os demais resultados fracamente correlacionados ou ainda negativamente correlacionados, como ocorreu para carotenoides, ABTS e FRAP (Tabela 4.6).

Tabela 4.6 - Correlação de Pearson (R) entre os compostos bioativos e a atividade antioxidante em polpas de goiaba (PG) e maracujá (PM) enriquecidas com os pós do resíduo desidratado de seu despolpamento.

	Polpa Goiaba		Polpa Maracujá	
	ABTS	FRAP	ABTS	FRAP
Polifenóis Totais	0,95*	0,95*	-0,50	0,55
Carotenoides	-0,82*	-0,78*	0,45	-0,14
Ácido ascórbico	0,45	0,50	-0,16	-0,33

Fonte: elaborada pela autora. $R \geq 0,70$: Correlação forte. * significativo a $p < 0,05$

Thaipong et al. (2006), ao analisarem quatro clones de goiabas, observaram também correlação forte e negativa entre carotenoides (β -caroteno) e atividade antioxidante por FRAP e ABTS. Esses mesmo autores relataram que ácido ascórbico e fenólicos foram os principais contribuintes para a atividade antioxidante dos extratos de goiaba. Apesar de não ser significativa, pode-se considerar (segundo escores de Dancey e Reidy, 2005) que o ácido ascórbico correlacionou-se de forma mediana com a atividade antioxidante pelos métodos avaliados.

Outros autores também encontraram comportamento semelhante ao encontrado no presente trabalho em polpa de maracujá orgânico (MACORIS et al., 2012) onde foi observado correlação negativa entre ácido ascórbico, fenólicos e atividade antioxidante, enquanto Ramaiya et al. (2013) também observou correlação negativa entre esses componentes (sendo forte para fenólicos e não significativa para ácido ascórbico) em polpa de oito cultivares de maracujá.

Além disso, considerando-se que os métodos FRAP e ABTS são geralmente indicados para determinar a capacidade antioxidante de compostos hidrofílicos, enquanto

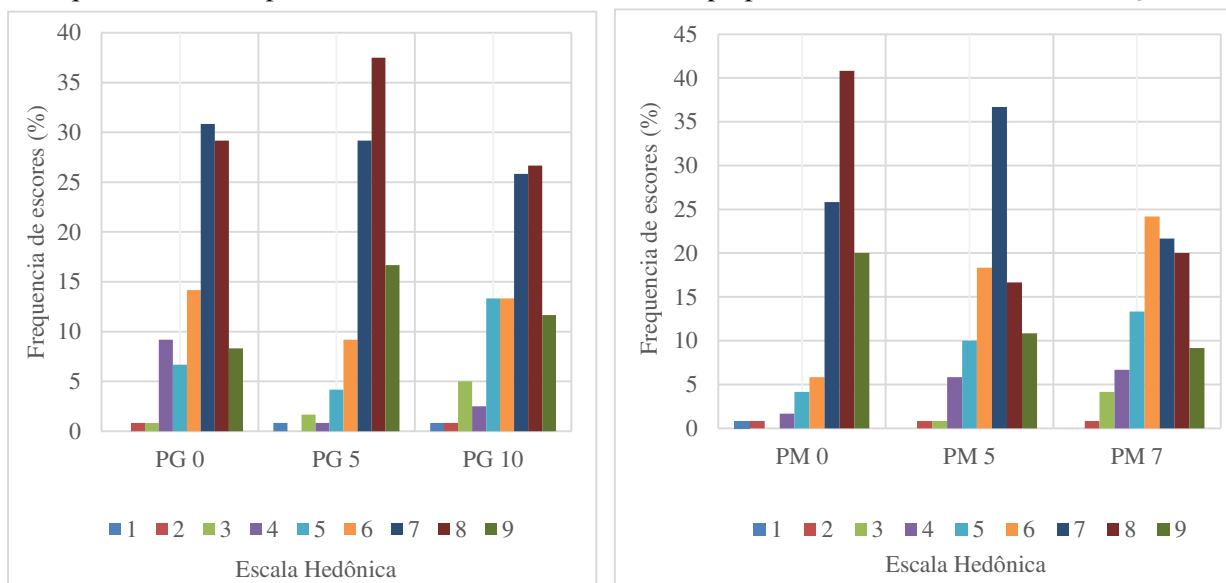
outros métodos, como a inibição da oxidação do β -Caroteno, são mais adequados para componentes hidrofóbicos (RUFINO et al., 2010), a não observância de correlação entre os carotenoides (hidrofóbicos) e as AA avaliadas pode ter ocorrido por inadequação do método utilizado.

A respeito das características microbiológicas analisadas, houve ausência de *Salmonella* para todas as formulações dos dois tipos de polpa e ausência de coliformes termotolerantes nas polpas de maracujá, tendo as polpas PG 5 e PG 10 apresentado alguma contagem para termotolerantes, com valor máximo de 23 NMP/g em uma das repetições da amostra PG 5. No entanto, esses valores estavam dentro dos padrões segundo a RDC nº 12 de 2001 (BRASIL, 2001) que preconiza o limite máximo de 10^2 para esses microrganismos. Logo, as polpas se mostraram aptas para o consumo.

No que diz respeito aos testes sensoriais, os participantes dos testes com o suco de goiaba tinham uma média de idade de 23 ± 5 anos, sendo a maioria (74,17%) do sexo feminino, prevalecendo as escolaridades de superior incompleto (68,33%) e médio completo (17,50%). Características semelhantes foram observadas nos provadores participantes dos testes com o suco de maracujá, com média de idade de 22 ± 4 anos, sendo 68,33% do sexo feminino com escolaridade prevalente de superior incompleto, com 70,83%.

Os testes sensoriais aplicados (realizados a partir da preparação de sucos com as polpas) indicaram diferença estatística para a aceitação por escala hedônica nos dois tipos de polpa, sendo a PG 5 a que apresentou melhor aceitação (média de $7,39 \pm 1,34$), diferindo de PG 0 e PG 10 (médias de $6,83 \pm 1,48$ e $6,73 \pm 1,70$, respectivamente), as quais foram estatisticamente semelhantes entre si. Para as polpas de maracujá, a aceitação por escala hedônica da PM 0 foi melhor (média de $7,52 \pm 1,35$) quando comparada a PM 5 (média de $6,75 \pm 1,42$) e a PM 7 (média de $6,47 \pm 1,60$). Na Figura 4.3 observa-se a distribuição percentual dos escores da escala hedônica.

Figura 4.3 - Distribuição percentual de frequência das respostas (nos escores) atribuídos pelos provadores no teste de escala hedônica em sucos de polpas de goiaba (PG) e maracujá (PM) enriquecidas com os pós do resíduo desidratado de seu despolpamento em diferentes concentrações.



Fonte: Elaborada pela autora

As polpas de goiaba apresentaram uma concentração maior de respostas nos escores 7 e 8 em todas as formulações, com o maior pico para o escore 8 (gostei muito) na PG 5 (37,50% dos provadores). Para as polpas de maracujá, as frequências das respostas se concentraram nos escores 7 e 8 apenas para a PM 0, com o maior pico de respostas também no escore 8 da escala hedônica (40,83% dos provadores). A PM 5 teve um pico maior de respostas no escore 7 (gostei moderadamente) enquanto a PM 7 apresentou um leve pico de respostas no escore 6 (gostei ligeiramente), com percentuais semelhantes nesses escores. Apesar das médias de aceitação por escala hedônica situadas no escore 6 (no caso de PM 5 e PG 10), essas amostras apresentaram um percentual considerável de respostas para os escores 7 e 8, chegando a representar mais da metade dos provadores (53,33% e 52,50%, respectivamente).

Os resultados do teste de ordenação-preferência também indicaram que houve diferença estatística ($p < 0,05$) entre as formulações nos dois tipos de polpa, segundo o teste de Friedman. Avaliando-se as diferenças dos somatórios entre os totais da ordenação pela tabela de Christensen et al. (2006) observou-se comportamento semelhante àquele da escala hedônica, ou seja, a PG 5 foi significativamente preferida quando comparada às demais (PG 0 e PG 10), não havendo diferença entre essas assim como para as polpas de maracujá, com a PM 0 sendo preferida quando comparada a PM 5 e PM 7 (Tabela 4.7)

Tabela 4.7 - Soma das ordens obtidas no teste de ordenação preferência e índice de aceitabilidade (%) em sucos preparados com polpas de goiaba (PG) e maracujá (PM) enriquecidas com os pós do resíduo desidratado de seu despolpamento em diferentes concentrações.

Formulações	Ordenação preferência	Índice de aceitabilidade (%)
	Soma das ordens	
PG 0	267 ^b	83,61
PG 5	203 ^a	75,00
PG 10	250 ^b	71,85
PM 0	185 ^a	75,93
PM 5	245 ^b	82,13
PM 7	281 ^b	74,81

Fonte: Elaborada pela autora. Médias seguidas de letras iguais indicam que não houve diferença ($p \geq 0,05$) entre as amostras do mesmo tipo de polpa segundo a tabela Christensen et al. (2006).

Uchôa-Thomaz et al. (2014 b) verificaram melhor aceitação de produtos de panificação com substituição de 5% da farinha de trigo pela semente de goiaba em pó quando comparados às formulações controle (sem adição) e com 10% de adição.

As polpas PM 5 e PM 7 podem ter tido sua aceitação prejudicada pelo fato do resíduo de casca de maracujá apresentar um alto conteúdo de pectina, a qual, segundo Freitas e Jackix (2004), prejudicou a aceitação de todos os atributos sensoriais avaliados em um suco funcional de cenoura e laranja adicionado de oligossacarídeo e fibra solúvel (pectina).

O fato das polpas com maior concentração de fibra terem sido menos aceitas podem também ser justificado, em parte, pelo baixo consumo de produtos com teor elevado de fibras pela população, afetando assim sua aceitação. É necessário estimular o consumo desses produtos na alimentação dos indivíduos, possibilitando, assim, que haja uma moldagem do paladar ao longo do tempo, favorecendo a aceitação de alimentos fibrosos (MIRANDA et al., 2013).

Avaliando-se o índice de aceitabilidade dos sucos, observou-se que todos obtiveram percentual acima de 70% (Tabela 4.7), valor considerado como mínimo para que uma amostra seja aceita pelos provadores, segundo Dutcosky (2013). Os sucos elaborados com as polpas enriquecidas foram bem aceitos de forma geral segundo os testes sensoriais aplicados, sendo importante destacar a preferência dos consumidores pela PG 5, um resultado bastante favorável.

4 CONCLUSÃO

As polpas elaboradas no presente trabalho, principalmente em se tratando daquelas com adição de resíduo, apresentaram influência positiva na sedimentação, estando todas em conformidade com a legislação vigente para os parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Os teores de fibra foram consideravelmente elevados, principalmente com a adição máxima de pó de resíduo (PM 7 e PG 10), assim como os teores de ferro. De forma geral, todas apresentaram aceitação acima de 6 na escala hedônica (gostei ligeiramente). Foi possível a elaboração de polpas de maracujá e goiaba com teor elevado de fibras através da utilização dos próprios resíduos resultantes do seu despulpamento, sendo mais uma alternativa com ótima viabilidade de aproveitamento de um subproduto que seria desperdiçado com grande potencial de aplicação dentro das próprias empresas produtoras de polpas, agregando valor ao produto final que apresenta maior qualidade nutricional do que o convencional.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO CEARÁ S/A – ADECE. **Frutas do Ceará**. Fortaleza: ADECE, 2012. 23p.

AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; DUCROQUET, J. P. H. J.; SASSO, A. Qualidade de goiaba serrana em resposta à temperatura de armazenamento e ao tratamento com 1-metilciclopropeno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, n. 12, p. 1683-1689, 2008.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 17 ed. Washington: APHA, 2001.

ARANHA, F. Q.; BARROS, Z. F.; MOURA, L. S. A.; CONGALVEZ, M. C. R.; BARROS, J. C.; METRI, J. C.; SOUZA, M. S. O papel da vitamina C sobre as alterações orgânicas no idoso. **Revista de Nutrição**, v. 13, n. 2, p. 89-97, 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the association of official analytical chemists**. 15 ed. Arlington: AOAC, 1990. p. 1058-1059.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis of AOAC international**. 18 ed. Gaithersburg: AOAC International. 2005.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 19 ed., Gaithersburg: AOAC, 2012.

ATWATER, W. O. **Principles of nutrition and nutritive value of food**. Washington, DC: Government Printing Office (version of corrected of an original issued published in 1902). US Departament of agriculture, Farmers' Bulletin 142. 1910.

BERGAMASCHI, K. B. **Capacidade antioxidante e composição química de resíduos vegetais visando seu aproveitamento**. 2010. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

BERNAUD, F. S. R.; RODRIGUES, T. C. Fibra alimentar – Ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e metabolia**, v. 57, n. 6, p. 397-405, 2013.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BRASIL. **Guia alimentar para a população brasileira**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 156 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 01 de 07 de janeiro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico Geral para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Fruta. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2000, seção 1, p. 54.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2012, seção 1, p. 122.

CALDAS, Z. T. C.; ARAÚJO, F. M. M. C.; MACHADO, A. V.; ALMEIDA, A. K. L.; ALVES, F. M. S. Investigação de qualidade das polpas de frutas congeladas comercializadas nos estados do Paraíba e Rio Grande do Norte. **Revista Verde**, v. 5, n. 4, p. 156-163, 2010.

CERQUEIRA, F. M.; MEDEIROS, M. H. G.; AUGUSTO, O. Antioxidantes dietéticos: controvérsias e perspectivas. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 441-449, 2007.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; RAMOA JÚNIOR, A. G. A. Estudo das propriedades físico-químicas e microbiológicas no processamento da farinha de mandioca do grupo d'água. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 265-269, 2007.

CHRISTENSEN, Z. T.; OGDEN, L. V.; DUNN, M. L.; EGGETT, D. L. Multiple comparison procedures for analysis of ranked data. **Journal of Food Science**, v. 71, n. 2, p. 132-43, 2006.

CONTRERAS-CALDERÓN, J.; CALDERÓN-JAIMES, L.; GUERR-HERNÁNDEZ, E.; GARCÍA-VILLANOVA, B. Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. **Food Research International**, v. 44, s. n., p. 2047-2053, 2011.

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 edulis* f. *flavicarpa*) powder from organic farming. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, p. 705-716, 2013.

DANCEY, C. P.; REIDY, J. **Estatística sem matemática para psicologia – usando SPSS para Windows**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 608 p.

DO NASCIMENTO FILHO, W. B.; FRANCO, C. R. Avaliação do potencial dos resíduos produzidos através do processamento agroindustrial no Brasil. **Revista Virtual de Química**, v. 7, n. 6, p. 1968-1987, 2015.

DUTCOSKY, S.D. **Análise sensorial de alimentos**. 4ª ed. rev. ampl. Curitiba: Champagnat, 2013. 531p.

FELIPE, E. M. F.; COSTA, J. M. C.; MAIA, G. A.; HERNANDEZ, F. F. H. Avaliação da qualidade de parâmetros minerais de pós-alimentícios obtidos de casca de manga e maracujá. **Alimentos e Nutrição**, v. 17, n. 1, p. 79-83, 2006.

FERNANDES, A. G.; MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; COSTA, J. M. C.; FIGUEIREDO, R. W. C.; PRADO, G. M. Comparação dos teores em vitamina c, carotenóides totais, antocianinas totais e fenólicos totais do suco tropical de goiaba nas diferentes etapas de produção e influência da armazenagem. **Alimentos e Nutrição**, v.18, n. 4, p. 431-438, 2007.

FERNANDES, F. H. C. N. **Avaliação da alteração de cor e rugosidade média superficial de resinas acrílicas usadas em base de próteses após imersão em desinfetantes químicos e bebidas**. 2009, 120f. Dissertação (Mestrado em Odontologia). Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/USP, Ribeirão Preto/SP. 2009.

FERREIRA, M. F. P.; PENA, R. S. Estudo da secagem da casca do maracujá amarelo. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 12, n. 1, p. 15-28, 2010.

FREITAS, D. G. C.; JACKIX, M. N. H. Caracterização físico-química e aceitação sensorial de bebida funcional adicionada de frutoligossacarídeo e fibra solúvel, **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 355-374, 2004.

FRUET, A. P. B.; STEFANELLO, F. S.; SILVA, M. S.; KIRINUS, J. K.; NORNBORG, L.; TEIXEIRA, C.; DORR, A. C. Incorporação de fibra alimentar em produtos cárneos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 18, ed. Especial, p. 11-17, 2014.

GULL, J.; SULTANA, B.; ANWAR, F.; NASSER, R.; ASHRAF, M.; ASHRAFUZZAMAN, M. Variation in antioxidant attributes at three ripening stages of guava (*Psidium guajava* L.) fruit from different geographical regions of Pakistan. **Molecules**, v. 17, s. n., p. 3165-3180, 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.

KARWOWSKI, M.; MASSON, M.; LENZI, M.; SCHEER, A.; HAMINIUK, C. Characterization of tropical fruits: Rheology, stability and phenolic compounds. **Acta Alimentaria**, v. 42, n. 4, p. 586-598, 2013.

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

LAVELLI, V.; TORRESANI, M. C. Modelling the stability of lycopene-rich by-products of tomato processing. **Food Chemistry**, v. 125, s. n., p. 529–535, 2011.

MACORIS, M. S.; MARCHI, R.; JANZANTTI, N. S.; MONTEIRO, M. The influence of ripening stage and cultivation system on the total antioxidant activity and total phenolic compounds of yellow passion fruit pulp. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, s. n., p. 1886-1891, 2012.

MARTINS, P. E. S.; PUPO, M. M. S.; SANTOS, E. J.; SANTOS, N. L.; SILVA, E. R. Projeto de viabilidade para implantação de agroindústria de beneficiamento de mandioca para produção de farinha enriquecida com resíduo de polpa de fruta. **Enciclopédia biosfera**, v. 6, n. 20, p. 1-19, 2010.

MARTÍNEZ, R.; TORRES, P.; MENESES, M. A.; FIGUEROA, J. G.; PÉREZ-ÁLVEREZ, J. VIUDA-MARTOS, M. Chemical, technological and in vitro antioxidant properties of mango, guava, pineapple and passion fruit dietary fibre concentrate. **Food Chemistry**, v. 135, s. n., p.1520-1526, 2012.

MATTA, V. M.; FREIRE JUNIOR, M.; CABRAL, L. M. C.; FURTADO, A. A. L. **Polpa de fruta congelada**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 35 p.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v. 27, s. n., p. 254-255, 1992.

MELO, E. A.; MACIEL, M. U. S.; LIMA, V. L. A. G.; ARAÚJO, C. R. Teor de fenólicos totais e capacidade antioxidante de polpas congeladas de frutas. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 1, p. 67-72, 2008.

MIRABELLA, N.; CASTELLANI, V.; SALA, S. Current options for the valorization of food manufacturing waste: a review. **Journal of Cleaner Production**, v. 65, s. n., p. 28-41, 2014.

MIRANDA, A. A.; CAIXETA, A. C. A.; FLÁVIO, E. F.; PINHO, L. Desenvolvimento e análise de bolos enriquecidos com farinha da casca do maracujá (*Passiflora edulis*) como fonte de fibras. **Alimentos e Nutrição**, v. 24, n. 2, p. 225-232, 2013.

MUDGIL, D.; BARAK, S. Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: A review. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 61, s. n., p.1-6, 2013.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO – NEPA. Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO**. 4 ed. rev. e ampl. Campinas: NEPA- UNICAMP. 161 p. 2011.

OBANDA, M.; OWUOR, P. O. Flavonol composition and caffeine content of green leaf as quality potential indicators of Kenyan black teas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 74, s. n., p. 209-215, 1997.

PABÓN, L. M. C.; TURBAY, S.; ROJANO, B.; ÁLVAREZ, M.; RESTREPO, S. L.; ÁLVAREZ, J. M.; BONILLA, K. C.; OCHOA O, C.; SÁNCHEZ, N. Algunas especies de *Passiflora* y su capacidad antioxidante. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, v. 16, n. 4, p. 354-363, 2011.

PACHECO, M. **Tabela de equivalentes, medidas caseiras e composição química dos alimentos**, 2 ed. Rio de Janeiro: Rubio, 2011.

PAZ, M.; GÚLLON, P.; BARROSO, M. F.; CARVALHO, A. P.; DOMINGUES, V. F.; GOMES, A. M.; BECKER, H.; LONGHINOTTI, E.; DELERUE-MATOS, C. **Food Chemistry**, v. 172, s. n., p. 462-468, 2015.

PINHEIRO, E. R.; SILVA, I. M. D. A.; GONZAGA, L. V.; AMANTE, E. R.; TEÓFILO, R. F.; FERREIRA M. M. C. Optimization of extraction of high-ester pectin from passion fruit rinds (*Passiflora edulis flavicarpa*) with citric acid by using response surface methodology. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 13, p. 5561-5566, 2008.

PINHO, L. X.; AFONSO, M. R. A.; CARIOCA, J. O. B.; DA COSTA, J. M. C.; RYBKA, A. C. P. Desidratação e aproveitamento de resíduo de pedúnculo de caju como adição de fibra na elaboração de hambúrguer. **Brazilian Journal of Food & Nutrition**, v. 22, n. 4, p. 571-576, 2011.

RAMAIYA, S. D.; BUJANG, J. S.; ZAKARIA, M. H.; KING, W. S.; SAHRIR, M. A. S. Sugars, ascorbic acid, total phenolic content and total antioxidant activity in passion fruit (*Passiflora*) cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 93, s. n., p. 1198-1205, 2013.

RESENDE, J. T. V.; MORALES, R. G. F.; FARIA, M. V.; RISSINI, A. L. L.; CAMARGO, L. K. P.; CAMARGO, C. K. Produtividade e teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 185-189, 2010.

RETICENA, K. O. **Estudo do comportamento reológico da polpa de maracujá enriquecida com polpa de banana verde**. 2015. 70f. TCC (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2015.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington DC: ILSI Press, 2001, 71 p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Análisis de carotenoides. In: MORÓN, C.; ZACARÍAS, I.; PABLO, S.; CHILE, S. **Producción y manejo de datos de composición química de**

alimentos em nutrición. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Universidad de Chile. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos. p.231-241, 1997.

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

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.+.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2007, 4p (Comunicado Técnico 128).

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 pelo método de redução do Ferro (FRAP).** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2006, 4p (Comunicado técnico 125).

SANTOS, A. A. C.; FLORÊNCIO, A. K. G. D.; ROCHA, E. M. F. F.; COSTA, J. M. C. Avaliação físico-química e comportamento higroscópico de goiaba em pó obtida por spray-dryer. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 508-514, 2014.

SILVA, L. M. R.; FIGUEIREDO, E. A. T.; RICARDO, N. M. P. S.; VIEIRA, I. G. P.; FIGUEIREDO, R. W.; BRASIL, I. M.; GOMES, C. L. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 143, s. n., p. 398-404, 2014.

SILVA, L. M. R. **Compostos bioativos em polpas e subprodutos de frutas tropicais: quantificação, atividade antimicrobiana e encapsulamento.** 2014, 120f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza/CE. 2014.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R.; OKAZAKI, M. M. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos.** 3. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2007. 107 p.

SILVA, P. T.; LOPES, M. L. M.; VALENTE-MESQUITA, V. L. Efeito de diferentes processamentos sobre o teor de ácido ascórbico em suco de laranja utilizado na elaboração de bolo, pudim e geléia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 678-682, 2006.

SOUSA, S. C.; SANTIAGO, R. R.; VAL, F. G.; RAMOS, B. F.; FARIA, E. R. **Estudo da viabilidade técnica e econômica para abertura de uma agroindústria processadora de polpas de frutas no município Aimorés – MG**. Viçosa: Intec Assessoria e Consultoria em Gestão Estratégica. 2005, 103 p.

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

STATSOFT, Inc. (2004). STATISTICA (data analysis software system), version 7. www.statsoft.com.

STORCK, C. R.; BASSO, C.; FAVARIN, F. R.; RODRIGUES, A. C. Qualidade microbiológica e composição de farinhas de resíduos da produção de suco de frutas em diferentes granulometrias. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 4, p. 227-284, 2015.

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

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. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 15, n. 2, p. 58-65, 2008.

UCHÔA-THOMAZ, A. M. A.; SOUSA, E. C.; CARIOCA, J. B.; MORAIS, S. M.; LIMA, A.; MARTINS, C. G.; ALEXANDRINO, C. D.; FERREIRA, P. A. T.; RODRIGUES, A. L. M.; RODRIGUES, S. P.; THOMAZ, J. C. A.; RODRIGUES, L. R. Chemical composition, fatty acid profile and bioactive compounds of guava seeds (*Psidium guajava* L.). **Food Science and technology**, v. 34, n. 3, p. 485-492, 2014 a.

UCHÔA-THOMAZ, A. M. A.; SOUSA, E. C.; LIMA, A.; LIMA, R. M. T.; FREITAS, P. A. P.; SOUZA, M. A. M.; THOMAZ, J. C. A.; CARIOCA, J. O. B. Elaboração e aceitabilidade de produtos de panificação enriquecidos com semente de goiaba (*Psidium guajava* L.) em pó. **Holos**, v. 5, s. n., p.199-210, 2014 b.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. 4ª Ed. NEPAUNICAMP - Versão II; 2011. 161 p.

VASCO, C.; RUALES, J.; KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. **Food chemistry**, v. 111, n. 4, p. 816-823, 2008.

VENDRÚSCULO, A. T.; HOTZA, D.; GOMES, C. M.; QUADRI, M. G. N. Rheology of star fruit pulp (*Averrhoa carambola* L.). **Applied Rheology**, v. 16, n. 1, p. 26-31, 2006.

ZERAIK, M. L.; SERTEYN, D.; DEBY-DUPONT, G.; WAUTERS, J.; TITS, M.; YARIWAKE, J. H.; ANGENOT, L.; FRANCK, T. Evaluation of the antioxidant activity of passion fruit (*Passiflora edulis* and *Passiflora alata*) extracts on stimulated neutrophils and myeloperoxidase activity assay. **Food Chemistry**, v. 128, s. n., p. 259-265, 2011.

ZIELINSKI, A. A. F.; ÁVILA, S.; ITO, V. NOGUEIRA, A.; WOSIACKI, G. HAMINIUK, C. W. I. The Association between Chromaticity, Phenolics, Carotenoids, and In Vitro Antioxidant Activity of Frozen Fruit Pulp in Brazil: An Application of Chemometrics. **Journal of Food Science**, v.0, n. 0, p. c1-c7, 2014.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos na presente pesquisa, pode-se observar que inicialmente, apesar da secagem por liofilização conservar mais nutrientes como Fibras, compostos bioativos e minerais (a depender do material desidratado), a secagem em estufa resulta em produtos ricos nutricionalmente, sendo a melhor alternativa por uma relação custo-benefício.

A incorporação dos resíduos de goiaba e maracujá na forma de pó alimentícios em polpas de fruta até às concentrações adicionadas no presente trabalho, resulta em um produto com alto teor de fibra alimentar, além de teores consideráveis de minerais, com características aceitáveis do ponto de vista microbiológico e sensorial, havendo, assim, agregação de valor ao produto final que apresenta maior qualidade nutricional do que o convencional.

Sugestão para trabalhos futuros

Fica claro no presente trabalho, assim como é largamente relatado na literatura, que os resíduos obtidos do despulpamento de polpas de fruta apresentam teores consideráveis de diversos nutrientes, destacando-se fibras, minerais e compostos bioativos. No entanto, algumas sugestões de trabalhos fazem-se necessárias, uma vez que se observou escassez na literatura de alguns temas, sendo estes:

- Estudos sobre a biodisponibilidade de nutrientes presentes nesses subprodutos, especialmente a biodisponibilidade desses nutrientes em alimentos enriquecidos com esses subprodutos;
- Estudos que visem encontrar estratégias para a incorporação de maior percentual de pó de casca de maracujá com um menor intumescimento em alimentos com umidade elevada.

APÊNDICES

Apêndice A – Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPAÇÃO NA
PESQUISA**

“Aumento do teor de fibras em polpa de fruta congelada”

(De acordo com a RESOLUÇÃO Nº 466, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2012 do Conselho Nacional de Saúde).

Eu, _____,

livremente concordo com a participação na pesquisa **“Aumento do teor de fibras em polpa de fruta congelada”** Sob responsabilidade da pesquisadora: Érica Jamily do Nascimento Almeida, Mestranda em Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Limoeiro do Norte.

Fui informado (a) sobre o seguinte: este estudo será realizado com as pessoas que desejarem participar, seguindo os critérios éticos, de inclusão e exclusão do estudo, por meio da ingestão de amostras de sucos de maracujá e goiaba elaborados com polpas enriquecidas com fibras com o intuito de avaliar a aceitação e preferência.

Objetivo: Elaborar polpas de frutas congeladas de maracujá e goiaba enriquecidas com seus resíduos visando o aumento do teor de fibras e definir a concentração de adição dos mesmos através de teste sensorial.

Riscos: Os riscos ao participante dessa pesquisa serão mínimos, uma vez que as polpas e sucos foram preparados dentro de todos os procedimentos de higiene e qualidade. Eventualmente, poderá ser um risco para pessoas que desconheçam a existência de alguma intolerância ou alergia aos ingredientes usados. Caso as amostras de sucos de maracujá e goiaba elaborados com polpas enriquecidas com fibras provoque alguma reação alérgica ou desconforto deverei entrar em contato com o pesquisador responsável Érica Jamily do Nascimento Almeida (Tel. 88 - 994070821). Serão garantidos ressarcimento e indenização na ocorrência de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

Benefícios: Tendo em vista que há um baixo consumo de alimentos fontes de fibras por parte da população associado ao fato de ser crescente o consumo de bebidas adoçadas (como os sucos), a presente pesquisa busca avaliar a aceitação por parte dos consumidores para um suco elaborado com polpas que possuem um maior teor de fibras, sendo importante o consumo deste nutriente.

Apêndice B – Fichas de análise sensorial dos sucos preparados com as polpas elaboradas

Nome: _____ Data: _____

Idade: _____ Sexo: _____ Escolaridade: _____

ESCALA HEDÔNICA

Você está recebendo três amostras codificadas de suco. Avalie cada amostra utilizando a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou de cada amostra. Prove as amostras da esquerda para a direita.

9 - gostei muitíssimo, 8 - gostei muito, 7 - gostei moderadamente, 6 - gostei ligeiramente, 5 - nem gostei / nem desgostei 4 - desgostei ligeiramente 3 - desgostei moderadamente, 2 - desgostei muito, 1 - desgostei muitíssimo

AMOSTRA	VALOR
_____	_____
_____	_____
_____	_____

TESTE ORDENAÇÃO PREFERÊNCIA

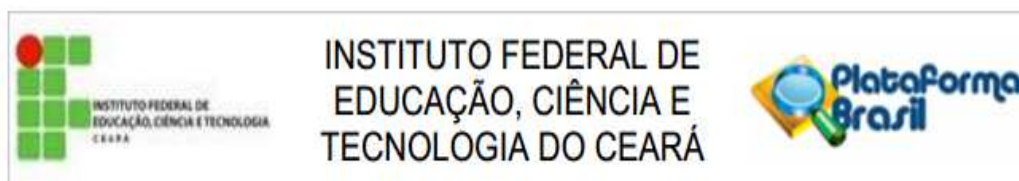
Por favor, prove as amostras da esquerda para a direita e ordene-as de acordo com a sua preferência, colocando em primeiro lugar a que você mais gostou e por último a que menos gostou

_____ _____ _____
 + preferida - preferida

Comentários: _____

ANEXOS

Anexo A – Parecer consubstanciado do comitê de ética em pesquisa (Aprovação)



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Aumento do teor de fibras em polpa de fruta congelada

Pesquisador: Erica Jamily do Nascimento Almeida

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 66588917.2.0000.5589

Instituição Proponente: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - Campus Limoeiro do

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.155.120

Apresentação do Projeto:

Trata-se de pesquisa na área de ciência de alimentos, com enfoque na produção de polpas de fruta com aumento do teor de fibras. Os produtos desenvolvidos são destinados ao consumo de adultos e potencial substituinte dos produtos tradicionais.

Objetivo da Pesquisa:

Elaborar polpas de frutas congeladas de maracujá e goiaba enriquecidas com seus resíduos visando o aumento do teor de fibras e definir a concentração de adição dos mesmos através de teste sensorial.

- Elaborar pós-alimentícios dos resíduos da produção de polpas de maracujá e goiaba;
- Desenvolver polpas de frutas com diferentes concentrações de adição dos pós-alimentícios;
- Avaliar parâmetros microbiológicos de modo a assegurar a qualidade das polpas elaboradas;
- Avaliar sensorialmente as polpas elaboradas de modo a identificar a formulação preferida pelos provadores;

Continuação do Parecer: 2.155.120

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Os riscos ao participante dessa pesquisa serão mínimos, uma vez que as polpas e sucos foram preparados dentro de todos os procedimentos de higiene e qualidade. Eventualmente, poderá ser um risco para pessoas que desconheçam a existência de alguma intolerância ou alergia aos ingredientes usados. Serão garantidos ressarcimento e indenização na ocorrência de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

Benefícios: Tendo em vista que há um baixo consumo de alimentos fontes de fibras por parte da população associado ao fato de ser crescente o consumo de bebidas adoçadas (como os sucos), a presente pesquisa busca avaliar a aceitação por parte dos consumidores para um suco elaborado com polpas que possuem um maior teor de fibras, sendo importante o consumo deste nutriente.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Foram atendidas todas as exigências do CEP em seu primeiro parecer. O projeto está de acordo com as recomendações da resolução N 466 de dezembro de 2012, não apresentando conflitos éticos relativos à pesquisa com seres humanos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Termo Informações Básicas do Projeto, Projeto completo e TCLE atendem as recomendações da resolução N 466 de dezembro de 2012.

Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Todas as pendências foram atendidas.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_877519.pdf	22/06/2017 12:18:40		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_sensorial.docx	20/06/2017 17:20:48	Erica Jamily do Nascimento Almeida	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento /	TCLE.docx	20/06/2017 17:20:00	Erica Jamily do Nascimento	Aceito

Continuação do Parecer: 2.155.120

Justificativa de Ausência	TCLE.docx	20/06/2017 17:20:00	Almeida	Aceito
Declaração de Pesquisadores	beneficios.pdf	13/03/2017 18:32:03	Erica Jamily do Nascimento Almeida	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	infraestrutura.pdf	13/03/2017 18:31:34	Erica Jamily do Nascimento Almeida	Aceito
Declaração de Pesquisadores	compromisso.pdf	13/03/2017 18:30:55	Erica Jamily do Nascimento Almeida	Aceito
Folha de Rosto	folharosto2.pdf	13/03/2017 18:30:02	Erica Jamily do Nascimento Almeida	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FORTALEZA, 04 de Julho de 2017

Assinado por:
Joelia Marques de Carvalho
(Coordenador)

Anexo B – Carta de anuência (empresa fornecedora dos resíduos)



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ – IFCE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO - PRPI



CARTA DE ANUÊNCIA À PROJETO DE PESQUISA

TÍTULO:ELEVAÇÃO DO TEOR DE FIBRAS EM POLPAS DE FRUTA CONGELADAS

INSTITUIÇÃO PARCEIRA: FRUTABOA, Razão social: Ancelmo Nunes de Andrade Filho – ME; Sítio Espinho, S/N; Bairro Espinho, Limoeiro do Norte- Ce; CNPJ: 10.557.682/0001-91

A instituição parceira acima identificada declara apoio à execução do projeto “**ELEVAÇÃO DO TEOR DE FIBRAS EM POLPAS DE FRUTA CONGELADAS**”, na forma de “fornecimento de resíduos advindos da elaboração de polpas de fruta”.

Esta declaração e a apresentação de projeto devem ser consideradas como comprometimento de que serão fornecidas as garantias necessárias à adequada execução do projeto proposto.

Assinatura do responsável pela Instituição ou seu representante