

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
CAMPUS PATOS DE MINAS

ISADORA PONCIANO ALMEIDA

SECAGEM POR *SPRAY DRYING* DE SUCO DE ABACAXI COM HORTELÃ E
AVALIAÇÃO SENSORIAL DO SUCO RECONSTITUÍDO

PATOS DE MINAS
2017

ISADORA PONCIANO ALMEIDA

SECAGEM POR *SPRAY DRYING* DE SUCO DE ABACAXI COM HORTELÃ E
AVALIAÇÃO SENSORIAL DO SUCO RECONSTITUÍDO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Alimentos da Faculdade de Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Marta Fernanda Zotarelli

PATOS DE MINAS
2017

ISADORA PONCIANO ALMEIDA

SECAGEM POR *SPRAY DRYING* DE SUCO DE ABACAXI COM HORTELÃ E
AVALIAÇÃO SENSORIAL DO SUCO RECONSTITUÍDO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Alimentos da Faculdade de Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos, pela banca examinadora formada por:

Patos de Minas, 15 de Dezembro de 2017.



Prof. Dra. Marta Fernanda Zotarelli, UFU/MG



Prof. Dra. Michelle Andriati Sentanin, UFU/MG



Prof. Dr. Ricardo Corrêa de Santana, UFU/MG

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me concedido a benção de alcançar este objetivo. Por ter me dado força, coragem e muita fé em momentos difíceis, mas que foram essenciais para que este dia se tornasse real.

Um agradecimento especial a minha mãe Dalci Saraiva dos Santos e ao meu pai Israel Antônio Ponciano Almeida por todo carinho, amor e compreensão e por terem sonhado junto comigo durante todo o tempo, e acreditando que tudo daria certo no final. Por serem os melhores pais, e por estarem sempre ao meu lado.

A minha irmã Isabelle Ponciano Almeida por todo companheirismo na vida e na caminhada, por não me deixar desistir, e por acreditar que sou capaz, por estar presente nos momentos especiais da minha vida. Te amo minha irmã!

Um agradecimento com muito amor e carinho para meu namorado Rafael Pereira de Souza, pois durante toda a caminhada até aqui estive ao meu lado, me apoiando e me incentivando sempre a seguir em frente. Obrigada amor!

Agradeço a uma das pessoas mais especiais durante esta trajetória, a minha orientadora Prfa. Dra. Marta Fernanda Zotarelli. Obrigada por todo aprendizado e principalmente por toda paciência, mas acima de tudo obrigada pelo carinho e amizade.

A Prfa. Dra. Michelle Andriati Sentanin e o Prf. Dr. Ricardo Correa Santana, obrigada por serem excelentes profissionais e por aceitarem participar da banca examinadora.

Deixo também um agradecimento às técnicas do laboratório de Engenharia de Alimentos em especial a Betânia e Estefânia por todo carinho, atenção e ajuda durante o desenvolvimento dos experimentos. Vocês foram essenciais para o alcance dos resultados obtidos.

Ao grupo PET, por todo ensinamento pessoal e profissional e por tantos momentos incríveis. E a todos os integrantes do grupo, vocês são de mais !!

E claro, agradeço imensamente aos meus amigos que estiveram ao meu lado fisicamente ou não, durante todo este percurso árduo. Deixo aqui um muito obrigado em especial ao Igor Vieira Evangelista, Amanda Gonçalves da Silva, Amanda Gabriela Santos Moura, Vanessa Braga, Letícia Caixeta, e aos demais colegas de graduação. Vocês foram e são especiais para a minha formação.

Enfim, deixo aqui a todos vocês o meu muito obrigada!

RESUMO

O processo de atomização ou *spray drying* é um método de secagem que contribui para a conservação de alimentos líquidos pela sua redução de umidade e transformação em pó. A análise sensorial é uma ferramenta ideal para se avaliar a aceitação dos produtos resultantes da secagem. O objetivo do trabalho foi avaliar as características físico-químicas do suco de abacaxi com hortelã *in natura* em pó e reconstituído, sendo o pó do suco adquirido pela desidratação em secador *spray dryer* com temperatura de ar de secagem de 100°C e sem a adição de agentes carreadores. Para o suco *in natura* e o reconstituído foram realizadas análises de cor que representam os parâmetros de luminosidade (L^*), intensidade de cor verde ($-a^*$) e intensidade de cor amarela ($-b^*$), atividade de água (a_w) e umidade. As amostras em pó do suco de abacaxi com hortelã foram submetidas às mesmas análises, além da higroscopicidade e solubilidade. Os resultados revelaram que o pó apresentou baixa atividade de água em torno de 0,1. Pelo fato de não ter tido um agente carreador durante a secagem, a solubilidade do pó foi baixa, cerca de 78%. O teste de aceitação sensorial do suco reconstituído mostrou que os atributos cor e sabor não tiveram boa aceitação, mas o atributo impressão global sim. O teste de intenção de compra permitiu concluir que mais de 50% dos provadores comprariam o produto. O teste de diferença do controle revelou que houve diferença significativa, em relação ao sabor, entre o suco reconstituído e o suco *in natura*, e entre este último e o suco elaborado a partir da polpa comercial. Mesmo assim, o suco de abacaxi com hortelã em pó pode ser um produto interessante para ser utilizado comercialmente ou como ingrediente para outros produtos.

Palavras-chave: Secagem, *spray drying*, Suco, Abacaxi, Hortelã, Análise sensorial.

ABSTRACT

*The spray drying process is a drying method that contributes to the conservation of liquid foods by reducing moisture and converting them into powder. Sensory analysis is an ideal tool to evaluate the acceptance of products resulting from drying. The objective of this work was to evaluate the physico-chemical characteristics of pineapple juice with fresh and powdered mint and reconstituted, being the juice powder acquired by dehydration in spray dryer dryer with drying air temperature of 100 ° C and without the addition of carrier agents. For the juice in natura and reconstituted, color analysis was performed, representing the parameters of luminosity (L *), intensity of green color (-a *) and intensity of yellow color (-b *), water activity (aw) and humidity. The powdered samples of pineapple juice with mint were submitted to the same analysis, besides hygroscopicity and solubility. The results showed that the powder had low water activity around 0.1. Because there was no carrier agent during drying, the solubility of the powder was low, about 78%. The sensory acceptance test of the reconstituted juice showed that the color and taste taxes did not have good acceptance, but the overall impression attribute did. The intent of purchase test allowed to conclude that more than 50% of the testers would buy the product. The control difference test revealed that there was a significant difference in flavor between the reconstituted juice and the juice in natura, and between the latter and the juice made from the commercial pulp. Even so, pineapple juice with mint powder can be an interesting product to be used commercially or as an ingredient for other products.*

Key words: Driyng, Spray drying, Juice, Pineapple, Mint, Sensory analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Abacaxi variedade Pérola.....	18
Figura 2. Hortelã da variedade Pimenta.....	20
Figura 3. Esquema de um <i>spray-dryer</i>	24
Figura 4. <i>Spray dryer</i> utilizado para a realização da secagem.....	31
Figura 5. Fluxograma representativo das etapas realizadas para o preparo das polpas de abacaxi com hortelã.....	32
Figura 6. Polpa armazenada em sacos plásticos e homogeneizado com 200 mL de água	34
Figura 7. Amostra do suco de abacaxi com hortelã reconstituído e codificada com três dígitos.	38
Figura 8. Amostra do suco de abacaxi com hortelã (in natura, reconstituído, polpa comercial e a amostra controle) codificados com três dígitos.....	39
Figura 9. Fotografia das amostras de sucos: a) in natura, b) desidratado e c) reconstituído. ...	43
Figura 10. Histograma das amostras de suco de abacaxi com hortelã reconstituído com a distribuição de notas dos atributos aparência, aroma, sabor, cor, viscosidade e impressão global.	47
Figura 11. Intenção de Compra para o suco de abacaxi com hortelã reconstituído.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Principais frutas produzidas no Brasil em 2016.	15
Tabela 2. Composição média do abacaxi Pérola por 100 gramas de parte comestível.	19
Tabela 3. Composição da folha fresca do hortelã/menta	20
Tabela 4. Quantidade de matéria-prima utilizada para o preparo de uma batelada de polpas.	33
Tabela 5. Caracterização físico-química dos sucos de abacaxi com hortelã (<i>in natura</i> e reconstituído) e do pó atomizado.....	40
Tabela 12. Porcentagem das notas dos atributos referentes ao suco reconstituído.....	48
Tabela 13. Análise de variância (ANOVA) para o suco de abacaxi com hortelã a partir da polpa comercial, suco <i>in natura</i> e suco reconstituído.	50
Tabela 14. Médias da formulação dos sucos de abacaxi com hortelã	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REVISÃO BILIOGRÁFICA.....	15
2.1	Produção de Frutas no Brasil.....	15
2.1.1	Consumo de Frutas	16
2.1.2	Polpa de Frutas.....	16
2.2	Abacaxi.....	17
2.3	Hortelã	19
2.4	Suco	21
2.4.1	Suco de abacaxi.....	21
2.4.2	Suco Misto	22
2.5	Princípios da Secagem.....	23
2.5.1	Secagem por <i>spray drying</i>	24
2.5.2	Temperatura de transição vítrea (T _g).....	26
2.6	Alimentos desidratados em pó.....	27
2.6.1	Reidratação de alimentos em pó	27
2.6.2	Atividade de água	28
2.6.3	Solubilidade	29
2.7	Análise sensorial.....	29
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1	Preparo das amostras	31
3.1.1	Obtenção da matéria-prima.....	31
3.1.2	Equipamento utilizado para a secagem.....	31
3.2	Processo de obtenção do suco <i>in natura</i> de abacaxi com hortelã.....	32
3.3	Caracterização Físico-Química do suco <i>in natura</i> e o suco reconstituído.....	34
	de abacaxi com hortelã	34
3.3.1	Atividade de água (a _w).....	34

3.3.2	Cor	34
3.3.3	Umidade.....	35
3.3.4	Potencial Hidrogeniônico (pH)	35
3.4	Secagem por atomização e obtenção do pó	35
3.5	Caraterização do pó de abacaxi com hortelã	35
3.5.1	Atividade de água (a_w)	35
3.5.2	Umidade.....	36
3.5.3	Solubilidade	36
3.5.4	Higroscopicidade	36
3.5.5	Cor	37
3.6	Análise Sensorial	37
3.6.1	Preparo das amostras para a Análise Sensorial	37
3.6.2	Análise Estatística da Análise Sensorial	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	40
4.1	Análises físico-químicas realizadas para os sucos de abacaxi com hortelã <i>in natura</i> ,... em pó, e reconstituído.	40
4.1.1	Determinação da atividade de água (a_w)	41
4.1.2	Determinação da cor	42
4.1.3	Determinação da higroscopicidade do pó atomizado do suco de abacaxi com hortelã.	44
4.1.4	Determinação da umidade do suco de abacaxi com hortelã <i>in natura</i> , desidratado e o reconstituído.	44
4.1.5	Determinação da Solubilidade	45
4.1.6	Determinação do pH.....	46
5	Análise sensorial.....	46
5.1	Teste de aceitação	47
5.1.1	Intenção de compra	48
5.2	Teste da diferença de controle	50

6	CONCLUSÃO.....	51
	REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas no mundo, ocupando posição inferior apenas em relação à China e a Índia, o que demonstra grande relevância para o setor econômico brasileiro, que no ano de 2013 foi responsável pela produção de 43,6 milhões de toneladas de frutas (MERCADO, 2015).

A ampla produção de frutas no Brasil se deve as suas características favoráveis, como clima, relevo e grande extensão territorial. A maioria das frutas quando atinge o ponto de maturação se torna altamente perecível, o que dificulta a sua comercialização na forma *in natura*, após a colheita (SILVA et al., 2008).

O abacaxi, fruta de nome científico *Ananas comosus* L. Merril, é uma monocotiledônea pertencente à família Bromeliaceae, característica de climas tropicais e subtropicais. Esta fruta é comumente comercializada em sua versão natural ou industrializada como a fruta em calda, suco pasteurizado, cristalizado e geleias. O abacaxi apresenta alta concentração de bromelina (enzima proteolítica que auxilia na digestão), vitaminas (A, B1, B2, C), carboidratos simples (CRESTANI et al., 2010).

A hortelã ou menta (nomes comuns de plantas de diferentes espécies, mas que possuem mesmo gênero) é uma planta pertencente à família das *Lamiaceae*, espécie de erva aromática. É uma planta que pode ser utilizada em sua forma fresca, seca, como extrato e também como óleo essencial que, devido ao aroma característico é frequentemente utilizado para elaboração de perfumes, temperos e também como agentes flavorizantes em alimentos (DIAS; SOUZA; ALSINA, 2012).

As espécies de hortelã mais comuns no território Brasileiro são a *Mentha piperita*, *Mentha arvensis* e *Mentha spicata* (adaptáveis a clima subtropical). A hortelã pimenta pertence ao gênero *Mentha* e está distribuída mundialmente, tem como centro de origem a região do Mediterrâneo (Europa, França, Itália) e a Europa meridional (GASPAIN; CHRIST, 2012).

Diversas alterações presentes em alimentos são desencadeadas pela presença de água disponível para reações químicas, bioquímicas e o crescimento de microrganismos. Existem várias tecnologias que podem ser aplicadas para a conservação de alimentos como calor, frio, fermentação, irradiação entre outros. Para reduzir a quantidade de água livre, e consequentemente, a umidade e a atividade de água, utiliza-se constantemente o método da desidratação ou secagem (FELLOWS, 2006).

A secagem é um método muito utilizado para garantir uma maior vida útil das frutas, além da redução de custo de transporte, conservação, entre outros quesitos. Propiciam a redução da ação enzimática e de micro-organismos. Assim como as frutas, grande parte das plantas aromáticas são comercializadas em sua forma seca, pois, *in natura* são altamente perecíveis (LIMA; FERREIRA; FREIRE, 2013).

Um dos processos de secagem mais antigos é a secagem solar, que apesar das vantagens energéticas, requer cuidados quanto a contaminações e questões climáticas, o que dificulta sua utilização em muitas localidades (FELLOWS, 2006). Apesar disso, esse processo ainda é utilizado para a produção de algumas frutas secas, como o damasco, em regiões onde o clima é favorável. Os demais métodos de secagem utilizam equipamentos que evitam a dependência das condições ambientais, como a secagem em estufa, liofilização e *spray drying*.

Na secagem em estufa, o produto a ser seco é exposto a uma corrente de ar aquecido. Assim, há simultaneamente um fenômeno de transferência de calor e massa, pois o ar aquecido fornece energia para o produto, enquanto a umidade deste é evaporada e carreada pela corrente de ar. Dependendo da temperatura do ar de secagem, da geometria e quantidade do produto esse processo pode ser um pouco lento, e causar algumas modificações indesejáveis, como encolhimento (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

A liofilização tem como princípio o processo da sublimação. Neste caso, o alimento a ser seco é primeiramente congelado, para que numa segunda etapa seja submetido a um sistema onde a pressão é reduzida de forma que a umidade, no estado sólido, seja sublimada. A liofilização é um dos métodos de secagem que garantem a qualidade e conservação do alimento após a colheita, devido à aplicação de baixas temperaturas (FELLOWS, 2006).

No processo de secagem por *spray drying* o líquido a ser transformado em pó é bombeado até um bico atomizador, para que seja formada uma nuvem de pequenas gotículas da solução (*spray*). Essas gotas entram em contato com uma corrente de ar aquecido e secam quase instantaneamente. Após a atomização a corrente de ar carrega o pó para um ciclone, de maneira que o produto em pó seja separado de partículas muito pequenas (GAVA; SILVA; FRIAS, 2008).

Os produtos em pó são geralmente produzidos para serem consumidos em sua forma reidratada, utilizando-se principalmente água ou leite para este fim (CUQ; RONDET; ABECASSIS, 2010). Assim, a qualidade do produto final poderá ser avaliada a partir da reidratação, possibilitando a determinação de possíveis danos que o tecido vegetal possa ter desencadeado após o processo de secagem (FORNY; MARABI; PALZER, 2011).

Como ferramenta para identificar as características dos produtos e avaliar sua aceitação, destaca-se a análise sensorial. Esse método de avaliação permite qualificar e caracterizar as particularidades de um produto, que sejam perceptíveis pelos órgãos dos sentidos, sejam eles a visão, audição, paladar, olfato e tato (SOUZA et al., 2010).

Na literatura, estão disponíveis vários estudos sobre a secagem de sucos de frutas utilizando o *spray drying* e diferentes agentes carreadores a diferentes concentrações e temperaturas. Almeida; Rodrigues (2012) realizaram o estudo sobre a desidratação do suco de abacaxi probiótico por *spray drying*. Barbosa (2010) analisou a qualidade de suco em pó de mistura de frutas (polpas de cajá, manga e mamão) obtido por *spray drying*. Em estudo realizado por Freitas; Lopes; Alves (2016) o suco de abacaxi ‘pérola’ foi atomizado em *spray drying* com diferentes concentrações de maltodextrina.

Entretanto, escassos são os trabalhos que abordam a secagem do suco de abacaxi com hortelã pelo processo de atomização sem a utilização de um agente carreador.

Assim, o objetivo deste trabalho foi produzir suco de abacaxi com hortelã em pó por *spray drying* sem a utilização de agentes carreadores durante o processo, e avaliar sensorialmente o produto pelos consumidores. Os objetivos específicos são:

- Secar suco de abacaxi com hortelã por *spray drying*;
- Caracterizar os produtos secos quanto a: higroscopicidade, solubilidade, cor, atividade de água, pH e umidade;
- Reidratar os pós de suco de abacaxi com hortelã produzidos a partir do processo de *spray drying*, até a umidade anterior à secagem, para a avaliação sensorial por parte dos consumidores.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Produção de Frutas no Brasil

A produção mundial de frutas se deve às distintas espécies que são cultivadas mundialmente, e grande parte destas variedades é pertencente a climas temperados, sendo que as frutas tropicais e subtropicais possuem elevado potencial de consumo (ANDRADE, 2017).

Segundo Andrade (2017), o Brasil ocupa no *ranking* a terceira posição (China em primeira posição e em segundo lugar a Índia) quando se refere à produção mundial de frutas. Sendo assim, o país se faz responsável pela contagem de 4,8% do volume colhido correspondendo a uma produção de 40,2 milhões de toneladas no ano de 2014.

No Brasil, a principal fruta produzida é a laranja, sendo São Paulo o estado com maior produção desta fruta, a banana ocupa o segundo lugar em volume produzido e tem como seus principais produtores os estados da Bahia, São Paulo e Minas Gerais. O abacaxi é responsável pela contribuição de 8,6% do volume total da fruticultura brasileira, sendo os estados de Minas Gerais, Pará e Paraíba os principais produtores (ANDRADE, 2017).

No ano de 2016 a banana, a laranja e o abacaxi corresponderam a uma produção no estado brasileiro de 66,2%, se comparado à produção da uva, maçã e outras frutas. Na Tabela 1, encontram-se informações referentes à área e produção das principais frutas produzidas no Brasil no ano de 2016.

Tabela 1. Principais frutas produzidas no Brasil em 2016.

Frutas	Área (há)	Produção (toneladas)	% Produção
Laranja	667.529	15.983.273	40,5
Banana	474.054	6.962.134	17,6
Abacaxi	68.618	3.417.729	8,7
Uva	77.119	984.493	2,5
Maçã	34.399	1.064.708	2,7
Demais Frutas	1.256.929	11.087.158	28,1
Total	2.578.648	39.499.495	100,0

Fonte: Andrade (2015)

O papel da fruticultura para o agronegócio brasileiro é de grande importância, pois gera oportunidades para pequenos negócios nos próprios estados. No Brasil, as frutas atendem não apenas o consumo *in natura*, mas também o segmento de produtos processados. Estas matérias-primas são processadas e disponibilizadas no mercado para serem consumidas como néctares, sucos, polpas e doces em geral (MERCADO, 2015).

2.1.1 Consumo de Frutas

O consumo de frutas por grande parte da população é relativamente baixo, apesar de ser de grande importância para uma dieta equilibrada e saudável de um indivíduo. Na maioria dos casos, nos quais se identifica baixo consumo de frutas e vegetais, a baixa renda é contribuinte para que tal fato ocorra (BVENURA; SIVAKUMAR, 2017).

Apesar do Brasil ser o terceiro maior produtor de frutas do mundo, de acordo com a organização mundial de saúde (OMS), apenas 24,1% dos brasileiros consomem a quantidade diária de frutas e hortaliças recomendada, sendo esta de 400g. Em termos gerais da população do país, o consumo médio por habitante, ao ano, corresponde a 33 kg, sendo que o recomendado é de 100 kg (MERCADO, 2015).

Segundo dados da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), estima-se que em torno de 53% da população brasileira têm sobrepeso ou algum grau de obesidade. É necessário que a população aumente o interesse pelo consumo de frutas, vegetais e hortaliças para garantir uma alimentação mais saudável, uma vez que seu consumo está diretamente ligado ao combate à obesidade (FRUTICULTUTA, 2016).

2.1.2 Polpa de Frutas

Segundo a Instrução normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, “Polpa de fruta é o produto não fermentado, não concentrado, não diluído, obtido de frutos polposos, através de processo tecnológico adequado, com um teor mínimo de sólidos totais, proveniente da parte comestível do fruto”. As polpas simples recebem esta designação por serem originadas de uma única espécie de fruta, sendo que a considerada mista, como no caso da polpa de abacaxi com hortelã são aquelas originadas de duas ou mais espécies.

As polpas de frutas não devem ter suas características físicas, químicas e sensoriais alteradas pelos equipamentos, utensílios, recipientes e embalagens utilizados durante o seu

processamento e comercialização, pois estas propriedades deveram ser provenientes do fruto de sua origem (BRASIL, 2000).

As etapas de recepção e pesagem da matéria-prima, seleção, lavagem, enxágue, descascamento, corte, despulpamento, acondicionamento, envase, congelamento (até o momento do consumo) e armazenamento (temperatura recomendável, -18 a -22 °C), são realizadas para obtenção da polpa de fruta congelada, processo este que deve ser isento de frutas que apresentem deteriorações, sendo o recomendável que as mesmas apresentem uniformidade na maturação, cor atraente, sabor e aroma característico (MATTA et al., 2005).

Dentre todas as etapas realizadas para obtenção da polpa de fruta, o congelamento deve ser feito imediatamente após o envase da polpa, para que as características originais da fruta sejam preservadas e consequentemente proporcionando a qualidade do produto final (MATTA et al., 2005).

Segundo Mattietto; Wurlitzer; Carvalho (2016), quando se refere à indústria processadora de frutas, o segmento da produção de polpas congeladas é crescente, pois é uma alternativa viável para a oferta de frutos que, normalmente, só estariam disponíveis na época de safra, sendo ainda algumas das matérias-primas tropicais restritas a determinadas regiões.

2.2 Abacaxi

O abacaxi é uma fruta de nome científico *Ananas comosus* L. Merril, monocotiledônea pertencente à família Bromeliaceae. Segundo Reinhardt et al. (2000), todas as variedades de abacaxis de maior interesse para a fruticultura são pertencentes a esta espécie. O mercado está apto a receber e comercializar este fruto característico de regiões de climas tropicais e subtropicais, seja na forma natural ou industrializada, como a fruta em calda, suco pasteurizado, geleias, doces, sorvetes, além de poder ser utilizado para confecção de algumas sobremesas como bolos e sorvetes (CRESTANI et al., 2010).

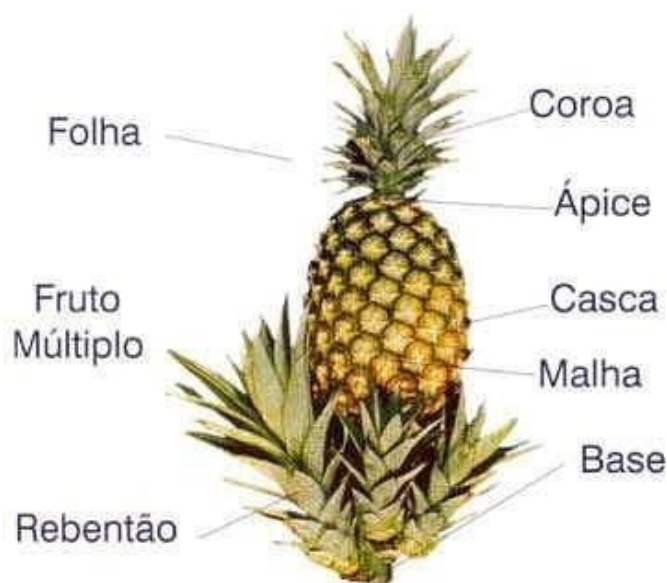
Historicamente, o fruto abacaxi se dissipou por países americanos, através da troca de informações entre tribos. Foram levados para a Europa, Ásia e África quando houve o descobrimento da América, sendo este então o país de origem do fruto. No momento atual o abacaxi é comercializado mundialmente, sendo que dos países tropicais o Brasil, é considerado o maior produtor (CRESTANI et al., 2010).

As regiões Nordeste, Sudeste e Norte do Brasil, são consideradas principais regiões para distribuição do abacaxi, sendo o estado de Minas Gerais considerado o terceiro maior

produtor nacional (BIERHALS, 2010). Segundo Lulia et al. (2017), na safra de 2016 a área plantada em hectare no Brasil teve produção de 102 476 hectares.

O fruto do abacaxi que é parte do abacaxizeiro compõe-se morfológicamente por uma haste central curta e grossa. Ao final do desenvolvimento vegetativo ocorre o surgimento de (flores) e estas se abrem da base até o ápice. Em cada “olho” presente na casca de abacaxi se encontra uma espécie de fruto verdadeiro que se desenvolve a partir do surgimento da flor. Os frutinhos (100 a 200) crescem em torno de um eixo central, e no topo onde se forma a coroa, ocorre à infrutescência (NOGUEIRA; NETO, 2014). Estas particularidades do fruto podem ser observadas na Figura 1.

Figura 1. Abacaxi variedade Pérola



Fonte: FAEP [201-?]

No Brasil, as principais espécies produzidas são os abacaxis Smooth Cayenne e Pérola. Devido às características sensoriais agradáveis da infrutescência como doçura, polpa branca, suculência, menor acidez, a cultivar Pérola se destaca como preferência em relação ao paladar dos consumidores e pelo mercado interno, embora os importadores optem pela espécie Smooth Cayenne (ANDRADE et al. 2015).

Os abacaxis apresentam baixas calorias e se destacam principalmente pelo alto conteúdo de vitamina C, minerais e fibras, e oferecem vários benefícios para a saúde. São fonte da enzima bromelina, sendo esta utilizada como suplemento alimentar devido às suas propriedades fitomédicas (WIJERATNAM, 2016). Na Tabela 2 está apresentada a

composição média do abacaxi Pérola, considerando 100g da parte comestível, de acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA).

Tabela 2. Composição média do abacaxi Pérola por 100 gramas de parte comestível.

Composição centesimal	Valor para 100g
Umidade (%)	87,1
Proteínas (g)	0,68
Lipídeos (g)	0,34
Carboidratos (g)	10,5
Cinzas (g)	0,36
Fibra Alimentar (g)	1,12
Cálcio (mg)	18,4
Magnésio (mg)	16,7
Fósforo (mg)	10,6
Vitamina C (mg)	33,2
Energia (kcal)	50

Fonte: TBCA (2017).

2.3 Hortelã

A hortelã ou menta é uma planta pertence à família das *Lamiaceae*, possuindo incontáveis variedades atualmente cultivadas, como hortelã branca, hortelã da folha grossa, hortelã do norte, hortelã portuguesa e hortelã pimenta. Sendo uma típica planta herbácea, seu caule pode ser de caráter não lenhoso ou semi-lenhoso, altura variável entre 20 e 70 cm, fator este, dependente do material genético e condições de manejo. Além disso, são plantas de ornamentação rica em espécie e variedades (GASPAIN; CHRIST, 2012; LEMOS, JÚNIOR, 2012).

A menta e a hortelã são nomes comuns de plantas de diferentes espécies, mas que possuem mesmo gênero, o *Mentha*, sendo que o nome científico para todos os tipos de hortelã se inicia com o termo *Mentha*. Segundo Russomano, Kruppa e Figueiredo (2005) as espécies de hortelã mais comuns no território Brasileiro são a *Mentha piperita*, além da *Mentha arvensis* e *Mentha spicata* (adaptáveis a clima subtropical) e a hortelã pimenta representado na Figura 2, que está distribuída mundialmente, tendo a Europa meridional e a região do

mediterrâneo, como centro de origem, sendo uma espécie adaptável a climas tropicais e resistente a baixas temperaturas.

Figura 2. Hortelã da variedade Pimenta



Fonte: HORTELÃ (2017)

Por ser uma espécie de erva aromática, a hortelã pode ser utilizada em sua forma fresca, seca, como extrato e também como óleos essenciais que, devido ao aroma característico, é frequentemente utilizada para elaboração de perfumes, temperos e também como agentes flavorizantes em alimentos (DIAS; SOUZA; ALSINA, 2012). Além disso, a hortelã, precisamente suas folhas, pode ser utilizada na culinária em combinação com diversos vegetais e pratos como tomate, batata, salada de fruta, salada de vegetais, molhos, sucos dentre outras (CEYLAN; GUREL, 2016). A folha fresca da hortelã apresenta alguns constituintes importantes conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Composição da folha fresca do hortelã/menta.

Composição centesimal	Valor
Umidade (%)	86,4
Nitrogênio total (%)	0,61
Proteína (%)	3,8
Óleos (%)	0,7
Carboidratos (%)	5,3

Fonte: Pushpangadan; Tewari (2006).

Guedes e colaboradores (2016) estudaram a eficácia dos óleos essenciais de *Mentha arvensis* e da *Mentha Piperita* na redução de bactérias patogênicas (*E. coli*, *L. monocytogenes* e *Salmonella*) e a manutenção de características de qualidade nos sucos de caju, goiaba, manga e abacaxi durante o armazenamento sob refrigeração a temperatura ($4 \pm 0,5^\circ \text{C}$). Os óleos essenciais da *Mentha* levaram a redução de ciclos logarítmicos de bactérias patogênicas em sucos de frutas, contudo, a incorporação da *Mentha arvensis* e da *Mentha. Piperita* (0,625 e 1,25 $\mu\text{L}/\text{mL}$, respectivamente) em sucos de frutas não induziu alterações em Brix, pH e acidez, mas afetou negativamente o sabor e a aceitação em geral, segundo os autores.

Rosa e colaboradores (2011) utilizaram hortelã da espécie *Mentha arvensis* previamente higienizada e triturada (0,21%), sorbato de potássio (0,04%) e ácido cítrico (0,13%) juntamente com uma proporção de polpa de abacaxi (0,80%), antecipadamente preparada a partir do abacaxi variedade Havaí, para elaboração de uma geleia zero açúcar, em que a sacarose foi substituída por adoçante culinário (*mix* de adoçantes em forma de pó). Os autores analisaram parâmetros físico-químicos (pH, sólidos solúveis ($^\circ\text{Brix}$), acidez titulável, atividade de água, cinzas e umidade) e sensoriais (formulação com sacarose e com adoçante). De acordo com os resultados obtidos na análise sensorial e físico-química, os autores concluíram que a produção da geleia é viável para esta combinação popular, estando, os parâmetros obtidos, de acordo com a legislação.

2.4 Suco

De acordo com o Decreto nº 6.871 de 4 de junho de 2009, que regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre padronização, classificação, registro, inspeção, produção e fiscalização de bebidas, classifica-se suco ou sumo como “uma bebida não fermentada, nem sempre concentrado, e não diluída, destinada ao consumo, obtida da fruta madura e sã, ou parte do vegetal de origem, por processamento tecnológico adequado, submetida a tratamento que assegure a sua apresentação e conservação até o momento do consumo” (BRASIL, 2009). Atualmente, os sucos são conhecidos na forma natural, em pó, concentrado, prontos para beber e como polpas (GARCIA; SAUTTER, 2014).

2.4.1 Suco de abacaxi

A elaboração de novas opções de produtos se faz necessária, pois quando se trata do abacaxi, este é um fruto perecível e vulnerável a amassamentos, o que contribui para condições que influenciam nas perdas pós-colheita. Uma alternativa para reduzir tais perdas é

a aplicação de tecnologias de conservação que preservem as principais características do fruto, e a elaboração de sucos com sabores que se assemelham ao natural é uma das alternativas existentes e apreciada por grande parte dos consumidores (MIRANDA et al., 2015).

Magalhães e Zotarelli (2015) realizaram um estudo sobre a secagem e caracterização de suco de abacaxi em pó (*ananas comosus* L.) obtido por *spray-drying*. Variando a temperatura do ar de secagem (100, 125, 150 °C) e a concentração de maltodextrina (10, 15, 20%), estudaram a influência destas nas respostas de umidade, higroscopicidade, atividade de água, massa específica aparente, solubilidade e cor dos pós de abacaxi.

2.4.2 Suco Misto

Suco misto é o suco obtido pela mistura de frutas, combinação de fruta e vegetal, combinação das partes comestíveis de vegetais ou mistura de suco de fruta e vegetal (DECRETO, 2009). Na literatura não está disponível diretamente a utilização do abacaxi e da hortelã para elaboração de um suco considerado misto, contudo, é possível encontrar estudos que combinam o abacaxi com outras matérias-primas, ou o suco misto obtido de outras frutas.

Garcia e Sauter (2014) realizaram um estudo sobre o desenvolvimento e caracterização de bebida mista a base de abacaxi e banana, em que avaliaram a viabilidade do tratamento térmico (70,80 e 90°C) e em diferentes tempos de processamento (30, 60 e 90 min). O tratamento térmico a 70°C por 30 min se mostrou eficaz para minimizar as reações de escurecimento e manter a estabilidade físico-química durante o armazenamento. Os autores chegaram à conclusão que o suco de abacaxi é viável na conservação de derivados de outras frutas, pois a polpa da fruta apresenta propriedades antioxidantes, baixo pH, e então contribuiu para melhoria físico-química da bebida a base de banana.

Morais e Leone (2016) estudaram a avaliação da vida de prateleira de suco de abacaxi adicionado de polpa de yacon, vitamina C e goma xantana. As amostras de suco foram armazenadas durante 30 dias, em temperaturas de 7, 23 e 37 °C. Foram realizadas análises como de sólidos solúveis, pH, vitamina C e colorimétricas, sendo que as duas últimas foram as características que mais influenciaram na qualidade do produto. Os valores de sólidos solúveis totais em °Brix se apresentaram entre 6,25 e 7,75. Os valores de pH apresentaram-se dentro da faixa de 3,425 a 3,535. Ocorreu perda de vitamina C inicial em relação ao teor adicionado sendo de aproximadamente 30 % (30 mg/100 mL para 20,74 mg/100 mL).

Os sucos podem ainda ser denominados como desidratados, sendo estes adquiridos no estado sólido e obtidos pela desidratação do suco integral, podendo-se utilizar de vários métodos como o *spray dryer*, podendo a bebida em pó ser considerada suco somente se não contiver aromatizantes químicos.

O pó dissolvido em meios apropriados (água, leite) é considerado suco reconstituído obtido da hidratação do suco desidratado. No processo de reconstituição dos sucos espera-se que estes preservem o máximo possível das características do suco *in natura*, incluindo a mesma concentração de sólidos solúveis ou o mínimo estabelecido nos padrões de identidade e qualidade para cada tipo de suco (MAPA, 2009).

2.5 Princípios da Secagem

A secagem ou desidratação se trata de uma operação unitária que tem como objetivo a remoção total ou parcial de umidade do produto. É um dos métodos mais antigos empregados para a conservação de alimentos como sucos, frutas e leite. Várias são as vantagens relacionadas ao método, entre as quais se destacam: redução do peso do alimento, custo de transporte e conservação microbiológica (FELLOWS, 2006).

Durante a operação de secagem de um alimento, parâmetros como temperatura, umidade relativa, devem ser controlados no equipamento utilizado para o processo (CELESTINO, 2010). Nesta operação, ocorre simultaneamente a transferência de massa e de calor, envolvendo o material sólido, fazendo com que a umidade excessiva contida no interior do alimento migre para a superfície e então evapore (ARAÚJO, 2013).

Muitos são os métodos disponíveis para a secagem como: secagem solar, em estufa, liofilização, *spray drying*, leite fluidizado, etc. A escolha do método deve ser baseada, principalmente, no tipo de produto que se deseja secar, sua termossensibilidade, o formato desse produto, ou seja, se será seco e utilizado inteiro, em pedaços, ou particulado (em pó). Quando

Estando o produto seco inteiro, como uma fruta seca em pedaços, geralmente seu uso será direto pelo consumidor, ou será incorporado como ingrediente de um outro produto, como frutas secas que são incorporadas em cereais matinais. Quando o produto está em pó, geralmente seu uso será realizado após a reidratação (GAVA; SILVA; FRIAS, 2008).

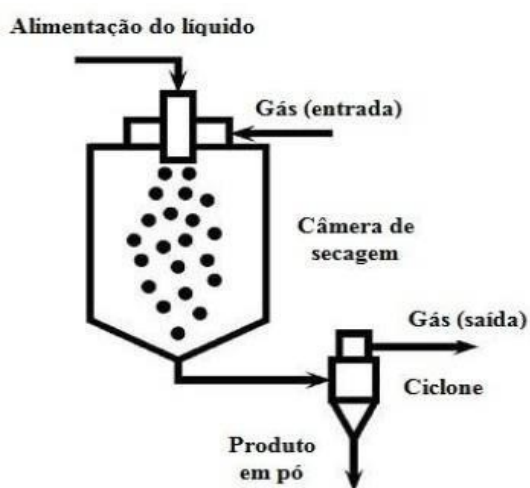
2.5.1 Secagem por *spray drying*

A técnica de secagem por atomização (*spray-drying*) é muito utilizado na indústria de alimentos, como na elaboração de sucos de frutas em pó, é um processo econômico e flexível, realizado em um equipamento de fácil manipulação (FELLOWS, 2006; MOSER; TELIS; GUTIÉRREZ, 2016).

De acordo com Shishir e Chen (2017), a secagem por atomização consiste em três etapas: atomização da amostra de alimento, secagem de gotículas e coleta de pó. Na Figura 3 está ilustrado um equipamento *spray dryer*. A secagem utilizando o *spray dryer* consiste no bombeamento da solução a ser seca, até o bico atomizador, onde será formada a “nuvem” ou o *spray* de partículas da solução.

Essas partículas entram em contato com a corrente de ar quente, de forma que as pequenas gotículas de produto são rapidamente secas, permitindo que ocorra uma rápida evaporação da água. Na sequência, as partículas secas são direcionadas pelo escoamento do ar para o ciclone, que irá separar partículas muito pequenas das partículas de interesse, que serão coletadas em um coletor. Assim, por ser muito rápido, o processo possibilita a secagem de produtos sensíveis ao calor, pois não afetará drasticamente sua qualidade, mantendo as propriedades nutricionais e sensoriais do alimento (TONON; BRABET; HUBINGER, 2013).

Figura 3. Esquema de um *spray-dryer*.



Fonte: Almeida; Rodrigues (2012)

O processo de secagem utilizando o método da atomização é aplicado para alimentos diversos como leite em pó, sucos e sopas instantâneas, e estes produtos necessitam estar em suspensão, emulsão ou pastas para realização do processo (SPRAY, 2017).

Os métodos mais aplicados para a produção de suco de frutas são a liofilização, a secagem por espuma e a secagem por atomização, sendo a última a tecnologia mais econômica, mantendo a qualidade por desidratação rápida do alimento (SHISHIR; CHEN, 2017).

A utilização do *spray dryer* para a secagem de alimentos como sucos oferece vantagens, pois é possível obter um produto final (pó seco) na maioria das vezes de alta qualidade, devido ao curto tempo de contato do alimento com as altas temperaturas. O equipamento conta com um controle de variáveis de processo que proporcionam uma flexibilização do seu uso, além de possibilitar a redução dos pesos e volumes dos produtos alimentícios; baixo custo de operação, e de processos (SPRAY, 2017).

Sendo amplamente utilizado para a produção de alimentos em pó, o equipamento possui algumas limitações, principalmente relacionadas à secagem de alimentos ricos em açúcares, como as frutas. Isso porque, estes produtos apresentam uma temperatura de transição vítrea baixa (T_g). A T_g de um produto é a temperatura na qual este passa de um estado vítreo para um estado pegajoso ou gomoso.

Dessa forma, produtos ricos em açúcares que apresentam T_g próxima a 62°C , ao entrarem em contato com a corrente de ar aquecido com elevada temperatura, geralmente superiores à 100°C , ficam aderidos nas paredes do secador. Uma das maneiras de se diminuir tal inconveniente é o uso de aditivos de elevada massa molar, como as maltodextrinas que elevam a temperatura de transição vítrea da solução e reduzem a aderência e baixo rendimento do produto (BHANDARI, 2007).

Na literatura são existentes diversos trabalhos que utilizaram o *spray dryer* para se obter alimentos em pó. Freitas, Lopes e Alves (2016) realizaram a atomização em *spray dryer* do suco de abacaxi pérola com diferentes concentrações de maltodextrinas (5%, 10%, 15% e 20%) a temperaturas distintas (100°C e 120°C). Características físico-químicas, sólidos solúveis, acidez titulável e higroscopicidade foram avaliadas para a polpa de abacaxi. Assim, observaram que para a temperatura de secagem de 100°C e para uma maior adição de maltodextrina no suco de abacaxi, houve menor valor de higroscopicidade e para ambas as temperaturas de secagem na concentração de 10% de maltodextrina ocorreu o maior valor para acidez titulável.

Rocha e colaboradores (2014) realizaram a atomização do suco de caju através da variação das condições de secagem. O objetivo dos autores era determinar a melhor condição operacional de secagem no *spray dryer*. Realizaram também a caracterização físico-química (umidade, pH, acidez titulável, sólidos solúveis, vitamina C) do suco integral e do suco em pó de caju. O resultado de umidade obtido para o suco integral foi (90,02%) e pH (3,92), e para o suco em pó a umidade resultou em 1,04% e o pH 3,88.

2.5.2 Temperatura de transição vítrea (Tg)

É necessário que indústrias alimentícias que corriqueiramente utilizam operação de secagem para a conservação, tenha um amplo conhecimento em relação à temperatura de transição vítrea (Tg). Temperatura esta que se associa diretamente a fenômenos como a pegajosidade (*stickiness*) e compactação de produtos alimentícios em pó que contenham carboidratos classificados como amorfos (estrutura desorganizada). Devido ao curto tempo de secagem, estes são solúveis em água, levam a diminuição da Tg, aumentando a atividade de água (a_w) e a umidade do sistema (ROOS, 2010).

Para se determinar a estabilidade e a qualidade de determinado sistema alimentício, a Tg funciona como parâmetro de referência, sendo que abaixo desta temperatura o alimento é considerado mais estável (JULIANO; BARBOSA-CÁNOVAS, 2010).

Em secadores por atomização, o efeito da pegajosidade (*stickiness*) é um problema durante o procedimento de secagem de alimentos, acarretando em um baixo rendimento final e dificuldade de manipulação do pó, pois neste caso as partículas que não forem secas suficientemente irão colidir com outras além de aderirem na parede do equipamento de secagem (ROOS, 2010).

Os sucos de frutas são alimentos ricos em açúcares, compostos esses que apresentam uma baixa temperatura de transição vítrea (Tg), o que facilita a absorção de água, promovendo a formação de aglomerados, dissolução de açúcares amorfos e também a recristalização destes (JULIANO, BARBOSA-CÁNOVAS 2010). Neste sentido a grande maioria dos trabalhos que realizaram a secagem de sucos de frutas utilizando o método da atomização utilizou agentes carreadores para auxiliar durante a operação.

Barbosa (2010) verificou a qualidade de suco em pó obtido por *spray drying*. Os autores utilizaram polpas de cajá, mamão e manga. As polpas foram diluídas em água na proporção de (1:1). Utilizaram como auxílio ao processo de secagem, a maltodextrina (12, 15, 18 e 21%) como agente carreador. Foram realizados análises físico-químicas, *stickiness*,

solubilidade, atributos de cor, higroscopicidade, entre outras análises. Diante dos resultados obtidos, os autores observaram e relataram que, para o parâmetro de *stickiness*, os valores encontrados (2,27 a 3,51 N) estavam adequados para produtos de frutas em pó.

De Oliveira e colaboradores (2007) estudaram a influência das condições de secagem por atomização sobre as características sensoriais de sucos maracujá (*passiflora edullis*) e abacaxi (*ananas comosus*) desidratados, utilizando diferentes concentrações de maltodextrinas (10 , 12,5 e 15%) e velocidade de atomização (25000 e 35000 rpm). Diante dos resultados do teste sensorial (diferença do controle) puderam concluir que ocorreu perda de qualidade para a polpa de maracujá, devido ao sabor amargo e alteração de cor, e melhoria da cor e sabor do abacaxi, indicando que uma menor concentração de maltodextrina foi o fator que mais contribuiu para melhor qualidade destes sucos.

2.6 Alimentos desidratados em pó

A desidratação de um fruto, hortaliça ou qualquer outro produto, leva a produção de um produto final de maior valor agregado, que necessitará de cuidados prévios, pois o pó resultante do alimento possuirá grande capacidade de retenção de água (alto poder higroscópico), podendo levar ao *caking* ou aglomeração do pó, resultando em mudanças físicas indesejáveis (CARLOS et al., 2005).

Os produtos em pó apresentam diversas vantagens como a facilidade no transporte e armazenamento, além de poderem ser ingredientes de diversos outros produtos, sendo a granulometria característico de um produto desidratado ideal para utilização em outros processos (ORDÓÑEZ et al., 2005).

2.6.1 Reidratação de alimentos em pó

A capacidade de reidratação é um parâmetro de qualidade amplamente discutido para avaliação da qualidade de frutas e vegetais secos. Para um processo ideal durante a desidratação do produto a integridade estrutural do produto sofre mínimas alterações, e durante a reidratação este absorverá o líquido ficando com umidade bem próxima do produto fresco e, além disso, recupera com maior facilidade suas propriedades originais (MARQUES, PRADO; FREIRE, 2009).

O alimento desidratado quando imerso em meio aquoso, leva a ocorrência de alguns fenômenos simultâneos. No interior dos pós ocorre à penetração do líquido, então caso sejam

solúveis ao meio, ocorrerá à dispersão e dissolução dessas partículas em meio aquoso (FORNY; MARABI; PALZER, 2011).

Para que ocorra a reconstituição dos alimentos em pó, alguns fatores serão dependentes da umectabilidade, que é o quando as partículas adsorvem água em sua superfície, com início da reidratação; solubilidade das partículas no meio aquoso; dispersibilidade das partículas se espalhar de forma individual na superfície e no meio aquoso e a submergibilidade que é a capacidade do pó se imergir no meio aquoso (GARCIA, 2009).

2.6.2 Atividade de água

A deterioração e alterações indesejáveis em alimentos influem a água como fator principal. Assim é de grande importância controlar a quantidade de água presente em um determinado alimento, levando a criação de produtos mais estáveis, auxiliando os processos de conservação e desidratação (ORDÓÑEZ et al. 2005).

De acordo com Ordóñez et al. (2005), a atividade de água (a_w) indica a intensidade das forças que unem a água com outros componentes não-aquosos e, conseqüentemente, a água que estará disponível para possível crescimento de microrganismos e realização de diferentes reações químicas e bioquímicas.

A medição ou determinação da atividade de água do alimento, que também é conhecida como pressão de vapor relativa (PVR), especificará a vida de prateleira de um alimento. A atividade de água é uma propriedade termodinâmica, e pode ser obtida através da razão entre a pressão de vapor da água no alimento (P) e a pressão de vapor da água pura (P_0) à mesma temperatura (T), para pressões atmosféricas baixas, como é representado pela Equação 1.

$$a_w = \frac{P}{P_0} \quad (1)$$

O movimento de vapor d'água de um alimento para o ambiente depende do alimento, da sua umidade, composição e, também, das condições do ambiente (temperatura e umidade). Assim, sob uma temperatura constante, a umidade do alimento altera-se até entrar em equilíbrio com o vapor d'água no ar circundante. Se o alimento for armazenado nessas condições, este não ganhará nem perderá umidade (FELLOWS, 2006).

2.6.3 Solubilidade

A solubilidade é a tendência natural à desordem e tendência ao favorecimento das forças mais intensas entre as substâncias (soluto e solvente) de um alimento. Espera-se que duas substâncias, que têm tipos semelhantes de forças intermoleculares, tendam a se solubilizar, ou seja solventes polares tendem a solubilizar substâncias polares e solventes apolares tendem a solubilizar substâncias apolares. As interações como as ligações de hidrogênio e forças de Van der Waals, também são importantes neste processo (CARVALHO; GERALDINE; MOURA, 2014).

Segundo Maia e Gougher (1983), a solubilidade é uma característica utilizada para verificar a capacidade do pó em se manter estável em água, ou seja, estabilidade da solução, que muitas das vezes não é uma solução homogênea, mas sim uma emulsão/suspensão de materiais sólidos.

2.7 Análise sensorial

Uma ferramenta para avaliar os produtos resultantes de processos de secagem é a análise sensorial. Segundo Noronha (2003), a análise sensorial permite caracterizar e medir atributos sensoriais dos produtos ou determinar se as diferenças nos mesmos são detectadas e aceitas ou não pelo consumidor. Um alimento ao ser consumido deve ser agradável ao paladar do consumidor, nutritivo, além de apresentar características agradáveis de cor, aparência, odor, sabor, textura (OLIVEIRA; RODRIGUES, 2011).

No caso do sabor, este será perceptível na cavidade bucal em consequência de resultados de odores, e vários outros efeitos sensoriais, como sensação de frio, queimadura, adstringência entre outros (MOMED; SACAMA, 2016). Testes sensoriais podem ser classificados como afetivos, descritivos e discriminativos (analíticos).

Especificamente, quando os testes são realizados em laboratório envolvendo dois ou mais produtos, o ideal é trabalhar-se com ao menos 50 provadores por teste, uma vez que se consegue aumento substancial na significância estatística e maior credibilidade nos resultados (MOMED; SACAMA, 2016).

Os testes afetivos relacionam a utilização de provadores ou consumidores que apreciam potencialmente o produto analisado, podendo ser classificados também como testes de consumidor. Com a obtenção diretamente da opinião deste consumidor, estes testes

afetivos podem ser classificados em aceitabilidade ou de preferência (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007).

O teste de aceitação consiste em avaliar o grau que o consumidor gosta ou desgosta do produto, utilizando-se escalas que permitem a avaliação individual dos parâmetros analisados de cada amostra, sendo possível avaliar mais de uma amostra em um mesmo teste (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007).

Quando se trata da comparação direta de duas ou mais amostras, e o provador escolhe uma amostra em relação as demais, esta será classificada como teste de preferência (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2007).

Os métodos de análise classificados como descritivos envolvem a detecção e a descrição dos aspectos sensoriais qualitativos e quantitativos de um produto, em que há necessidade de adquirir provadores treinados, em quantidade que varia entre cinco e dez pessoas (NASSU, 2007).

No método discriminativo, os provadores atuam na análise para que detectem pequenas diferenças nas amostras. Eles podem avaliar diferença global entre as amostras ou podem indicar se existe diferença em determinado atributo. Dentre os testes discriminativos está o teste de Diferença do Controle ou Comparação Múltipla, que estabelece diferença entre duas ou mais amostras, e permite avaliar diferenças entre vários tratamentos e um controle (NASSU, 2007).

De Oliveira et al. (2007) estudaram a influência das condições de secagem por atomização sobre as características sensoriais de sucos maracujá (*passiflora edullis*) e abacaxi (*ananas comosus*). A avaliação sensorial foi realizada para os sucos formulados a diferentes concentrações de maltodextrina (10, 12,5 e 15%) e velocidade de atomização variando de 25000 e 35000 rpm. Realizando o teste de diferença do controle (ou comparação múltipla), 25 provadores avaliaram as amostras através da ficha, cuja escala de nove pontos variou quanto a intensidade da percepção da diferença (extremamente pior, igual e extremamente melhor que o controle ou padrão) para cor, acidez, sabor da fruta, doçura e gosto amargo em relação ao maracujá.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Preparo das amostras

3.1.1 Obtenção da matéria-prima

Os abacaxis do cultivar *Pérola* e a hortelã da espécie *Pimenta* foram adquiridos no comércio local da cidade de Patos de Minas – MG. A seleção das matérias-primas foi executada por observação visual, quanto ao grau de maturação e conservação.

3.1.2 Equipamento utilizado para a secagem

A operação de secagem por atomização foi realizada utilizando um *spray dryer* (LM MSD 1.0, LabMaq, Brasil) com capacidade nominal de 1 L h^{-1} , instalado no Laboratório de Fenômenos de Transporte e Operações Unitárias da Universidade Federal de Uberlândia, *Campus* Patos de Minas. O equipamento é basicamente composto por: bico atomizador, entrada de ar (válvula), ciclone, câmara de secagem e exaustor. Na Figura 4 é mostrado o *spray dryer* utilizado para se realizar a secagem do suco de abacaxi com hortelã.

Figura 4. *Spray dryer* utilizado para a realização da secagem.

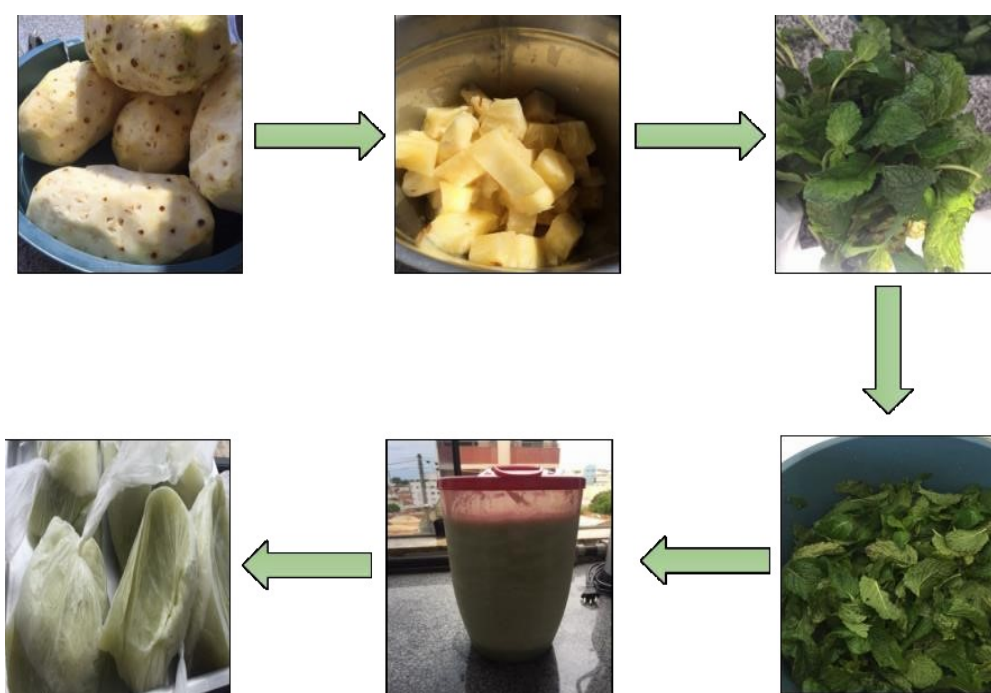


Fonte: Elaborado pela autora, (2017).

3.2 Processo de obtenção do suco *in natura* de abacaxi com hortelã

Primeiramente no laboratório de Análise Sensorial, da Universidade Federal de Uberlândia, campus Patos de Minas, as matérias-primas (abacaxi e hortelã) foram adequadamente higienizadas com água clorada, conforme o fluxograma representado na Figura 5.

Figura 5. Fluxograma representativo das etapas realizadas para o preparo das polpas de abacaxi com hortelã



Fonte: Elaborado pela autora (2017).

O abacaxi foi descascado manualmente, cortado e triturado em um liquidificador industrial de alimentos (Camargo, Brasil) para a produção do suco de abacaxi com hortelã. Antecedendo à secagem, e ao preparo do suco *in natura*, a polpa foi peneirada em uma peneira (doméstica) de 16 fios por polegada (16 *mesh*) para a possível exclusão de partículas maiores. As folhas de hortelã foram lavadas, manualmente e o pecíolo retirado. Após estes procedimentos, foram homogeneizadas juntamente com o abacaxi no liquidificador (Camargo, Brasil).

As formulações de sucos foram divididas em lotes de 500 mL e armazenadas em sacos plásticos e então estas foram congeladas em *freezer* a uma temperatura -22 °C até seu uso.

A Tabela 4 apresenta as quantidades padronizadas de cada matéria-prima que foram utilizadas para o preparo das polpas de abacaxi com hortelã.

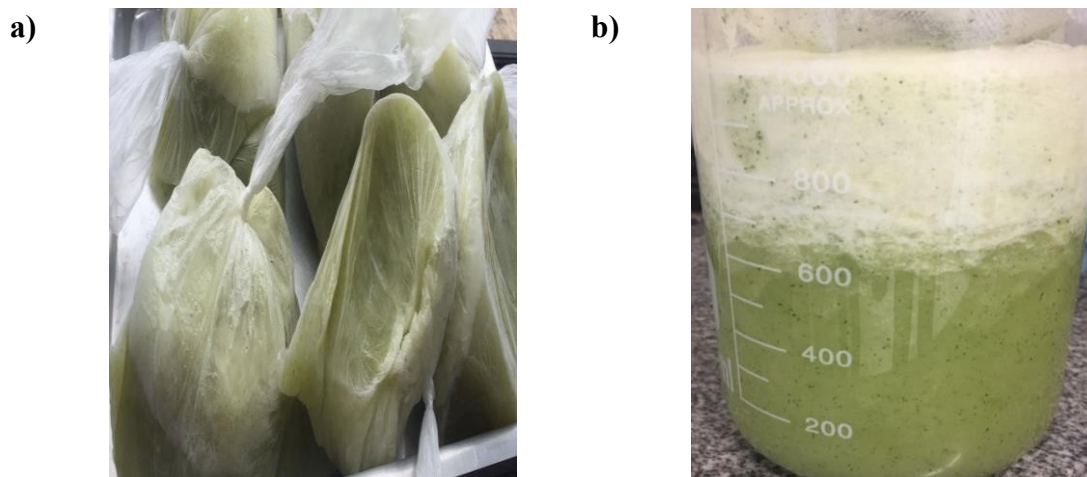
Tabela 4. Quantidade de matéria-prima utilizada para o preparo de uma batelada de polpas.

Matéria-prima	Quantidade
Polpa de Abacaxi (variedade Pérola)	2726,4 (g)
Folhas de Hortelã (variedade Pimenta)	54,51 (g)
Proporção (Polpa/Hortelã)	50:1

Fonte: Elaborado pela Autora (2017).

Após o descongelamento a polpa foi utilizada para as secagens no *spray dryer*, onde se adicionou 200 mL de água mineral para cada amostra de 500 mL de polpa congelada e então preparo do suco *in natura* de abacaxi com hortelã. A Figura 6 a) apresenta uma amostra desse lote de polpa congelada armazenada em sacos plásticos, e a Figura 6 b), apresenta a amostra posteriormente acrescida de 200 mL de água e homogeneizada em liquidificador industrial para obtenção do suco *in natura* partir da polpa.

Figura 6. Polpa armazenada em sacos plásticos e homogeneizado com 200 mL de água destilada.



Fonte: Elaborado pela Autora (2017).

3.3 Caracterização Físico-Química do suco *in natura* e o suco reconstituído de abacaxi com hortelã.

Para as análises de atividade de água, cor, umidade e pH realizadas em triplicata para o suco de abacaxi com hortelã *in natura* e o suco reconstituído, seguiu-se a metodologia da A.O.A.C (*Association of official Analytical Chemists*) (A.O.A.C, 2005), descritas a seguir.

3.3.1 Atividade de água (a_w)

A atividade de água das amostras dos sucos foi realizada utilizando-se o aparelho Aqualab Lite (Decagon Devices, EUA).

3.3.2 Cor

A cor do suco de abacaxi com hortelã, como das amostras em pó e das respectivas amostras reidratadas foi analisada a partir da reflectância em um colorímetro (Konica Minolita CR-400/410), com escala CIELab (L^* , a^* , b^*). As análises foram realizadas a 25°C. As medidas de coloração foram expressas em termos da luminosidade L^* ($L^*=0$ preto e $L^*=100$ branco), e da cromaticidade definida por a^* (+60 a^* =vermelho e - 60 a^* =verde) e b^* (+ 60 b^* =amarelo e - 60 b^* =azul).

3.3.3 Umidade

A umidade das amostras de suco de abacaxi com hortelã foi determinada por método gravimétrico. Em cápsulas de porcelana previamente secas e com massa conhecida, foram pesados aproximadamente 5 g da amostra em balança analítica (Shimadzu - AUW320, Brasil). Na sequência as cápsulas de porcelana contendo as amostras foram colocadas em estufa de circulação de ar forçado a temperatura de 105°C até que se alcançar peso constante. Então, de acordo com a Equação 2, foi calculada em base seca (b.s.) a umidade das amostras.

$$X = \frac{m_0 - m_f}{m_f} \quad (2)$$

Em que m_0 e m_f são a massa (g) da amostra, antes e depois da secagem em estufa, respectivamente.

3.3.4 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH foi medido utilizando-se um potenciômetro (TECNOPON, mPA 210, Brasil).

3.4 Secagem por atomização e obtenção do pó

O suco de abacaxi com hortelã preparado conforme descrito no item 3.2. A atomização fixando-se alguns parâmetros durante o processo, como, a vazão de alimentação da amostra (0,6 Lh⁻¹), vazão de ar de atomização (40 Lmin⁻¹), temperatura de entrada (100°C), velocidade do ar (1,65 m³ min⁻¹), a temperatura de saída foi de 71°C. A secagem durou em média 69 min. Ao fim da secagem, o rendimento final da massa de pó foi determinado com auxílio da balança analítica.

3.5 Caracterização do pó de abacaxi com hortelã

3.5.1 Atividade de água (a_w)

As análises de atividade de água para o pó foram realizadas de acordo com a metodologia descrita no item 3.3.1.

3.5.2 Umidade

As análises de umidade para o pó de abacaxi com hortelã foi realizadas de acordo com a metodologia descrita no item 3.3.3.

3.5.3 Solubilidade

Cerca de 1 g de amostra em pó foi adicionada em um recipiente contendo 100 mL de água destilada, sob agitação magnética a alta velocidade – aproximadamente 700 rpm por 5 minutos, seguida por uma centrifugação a 3000 rpm, também por 5 min. Posteriormente, uma alíquota de 25 mL do sobrenadante foi transferida para cápsulas de porcelana com massa conhecida e levada à estufa (Nova Ética) a 105°C, até obter massa constante. Então calculou-se a porcentagem de solubilidade pela diferença de massa adquirida no processo (CANO-CHAUCA et al., 2005). A Equação 3 foi utilizada para calcular a solubilidade do pó de abacaxi com hortelã.

$$= - \quad (3)$$

Sendo, S a solubilidade (%); m_i a massa (g) inicial da amostra em pó e m_p a massa (g) final da amostra em pó ou sobrenadante.

3.5.4 Higroscopicidade

Aproximadamente 1 g de amostra foi adicionado em um recipiente hermético contendo uma solução saturada de NaCl a 25°C, onde as amostras ficaram armazenadas durante uma semana. Após este período de armazenamento as amostras foram pesadas e a higroscopicidade adquirida foi expressa como g de umidade adsorvida por 100 g de massa seca da amostra ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$) (CAI; CORKE, 2000). De acordo com a Equação 4, calculou-se a higroscopicidade da amostra em pó.

$$\equiv . 100 \quad (4)$$

Em que, H = higroscopicidade (g de água absorvida/100g de sólidos) m_i = massa inicial da amostra (g); X = massa de umidade absorvida (g).

3.5.5 Cor

As análises de cor para o pó foram realizadas de acordo com a metodologia descrita no item 3.3.2.

3.6 Análise Sensorial

3.6.1 Preparo das amostras para a Análise Sensorial

As amostras de sucos foram preparadas conforme os procedimentos descritos nos itens (3.2). Antecedendo um dia destinado a realização dos testes sensoriais, um lote novo de amostras de pó atomizado foi produzido.

As amostras secas foram reidratadas até a umidade inicial da amostra *in natura* do suco de abacaxi com hortelã. Por meio da Equação 5, os parâmetros foram determinados por balanço de massa para a umidade do pó e do suco *in natura*.

$$(M_x \times X_{H_2O})_{\text{suco}} = (M_x \times X_{H_2O})_{\text{pó}} + (M_{H_2O} \times X_{H_2O}) \quad (5)$$

Em que:

M_{suco} = massa(g) inicial de suco de abacaxi com hortelã; $(X_{H_2O})_{\text{suco}}$ = umidade do suco *in natura* (%); $M_{\text{pó}}$ = massa do pó (g) adquirida após a secagem; $(X_{H_2O})_{\text{pó}}$ = umidade do pó em base úmida (%) M_{H_2O} = Massa de água (g) necessária para reidratação do pó; X_{H_2O} = fração de água iguala a 1.

De acordo com a metodologia descrita no item 3.3.2, foi obtido os resultados da umidade (M_{H_2O} (g)) em estufa a 105°C, para o suco *in natura*, que seria necessário para a reconstituição do pó atomizado e preparação das amostras para realização da análise sensorial.

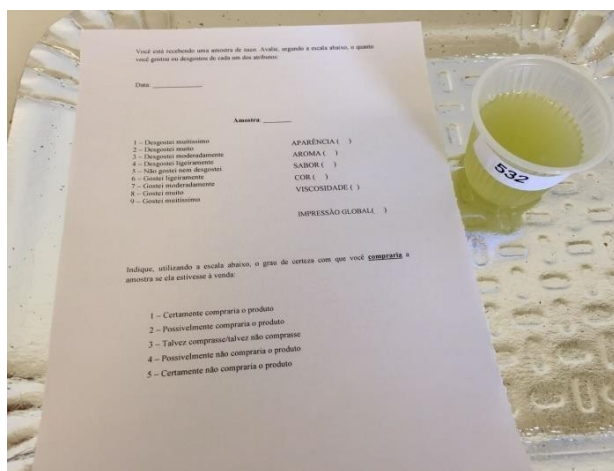
Os testes sensoriais foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do curso de Engenharia de Alimentos, da Universidade Federal de Uberlândia – *Campus* Patos de Minas.

Para a realização dos testes sensoriais três amostras foram produzidas, sendo elas: i) suco de abacaxi com hortelã *in natura*; ii) suco reconstituído a partir do pó produzido no *spray dryer* e iii) polpa comercial de abacaxi com hortelã.

3.6.1.1. Teste de Aceitação

O teste foi realizado em cabines individuais no laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), *Campus* Patos de Minas. A amostra foi servido em embalagem descartável (copo plástico descartável de 50 mL) e codificado com três dígitos escolhidos aleatoriamente, como apresentado na Figura 7.

Figura 7. Amostra do suco de abacaxi com hortelã reconstituído e codificada com três dígitos.



Fonte: Elaborado pela Autora, (2017).

O grupo de provadores foi composto de 50 pessoas não treinadas de ambos os sexos com faixa etária compreendida entre 18 e 50 anos representativa do público alvo. As amostras de sucos foram avaliadas em relação aos atributos aparência, aroma, sabor, cor, viscosidade, através da ficha individual, com escala de 1-9 (desgostei muitíssimo - gostei muitíssimo), impressão global e intenção de compra. Cada provador recebeu a amostra aleatoriamente e marcou uma ficha única (Apêndice A e B).

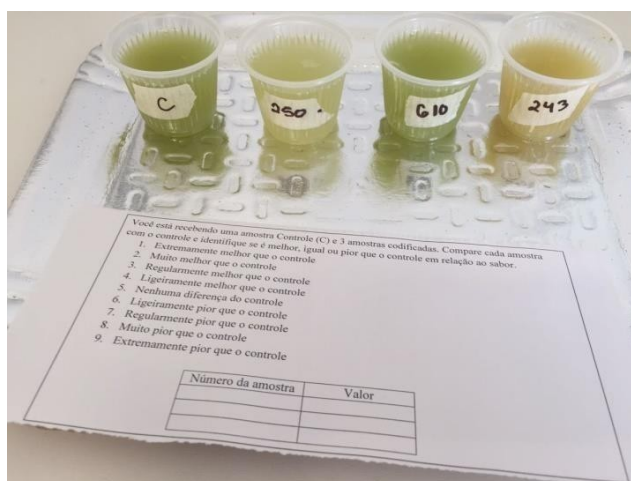
3.6.1.2. Teste de Diferença do Controle

O objetivo deste teste foi analisar se existe diferença significativa entre as amostras de suco *in natura* em relação ao suco reidratado, onde se fez necessário uma amostra controle ou referência para que fosse possível estimar o grau dessa diferença.

Neste teste sensorial, o julgador recebeu uma amostra-controle especificada com as letras C ou R (referência), representadas pelas amostras *in natura*, e as demais amostras codificadas. O avaliador foi solicitado a provar as amostras comparando-as com a amostra

padrão, utilizando-se de uma escala apropriada para esse fim a qual variava de 1-9 (extremamente melhor que o controle – extremamente pior que o controle). O grupo de provadores também foi composto de 50 pessoas não treinadas, representativas do público alvo (STONE; SIDEL, 2004). Os provadores receberam as amostras (suco *in natura* de abacaxi com hortelã, suco de abacaxi com hortelã reconstituído, suco de abacaxi com hortelã a partir da polpa comercial) como mostra a Figura 8 e então marcaram uma ficha única (Apêndice C e D).

Figura 8. Amostra do suco de abacaxi com hortelã (in natura, reconstituído, polpa comercial e a amostra controle) codificados com três dígitos.



Fonte: Elaborado pela Autora, (2017).

3.6.2 Análise Estatística da Análise Sensorial

Os dados do teste de diferença do controle foram avaliados pela análise de variância (ANOVA) utilizando o programa Microsoft Excel (2010) e com o auxílio do programa estatístico Past, foi realizado o teste de Tukey. A análise dos dados do teste de aceitação foi avaliada utilizando também o programa Microsoft Excel (2010) pela elaboração de histogramas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises físico-químicas realizadas para os sucos de abacaxi com hortelã *in natura*, em pó, e reconstituído.

As análises físico-químicas que foram realizadas para os sucos de abacaxi com hortelã *in natura*, desidratado e para o suco reconstituído a partir do pó atomizado, estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Caracterização físico-química dos sucos de abacaxi com hortelã (*in natura* e reconstituído) e do pó atomizado.

Amostras	Atividade de água	Higroscopicidade (g 100g ⁻¹)	Umidade (b.u.) (%)	Solubilidade (%)	pH	Cor		
						L*	a*	b*
Suco <i>in natura</i>	0,96 ± 0,01	---	92,00 ± 0,08	---	3,65±0,03	33,50±0,21	-3,30±0,01	7,55 ± 0,19
Suco desidratado (Pó atomizado)	0,10 ±0,001	32,74±2,04	6,22 ± 0,06	78,67 ± 0,01	---	33,40±2,09	-2,87±0,13	8,98±0,38
Suco reconstituído	0,87 ±0,05	---	96,42 ± 0,01	---	4,15 ± 0,01	47,91±0,98	-1,93 ± 0,17	12,13 ± 0,80

4.1.1 Determinação da atividade de água (a_w)

A atividade de água (a_w) é um fator intrínseco ao alimento e se mostra como uma forma passível de ação do microrganismo nos alimentos (FERREIRA, 2012). Segundo dados apresentados em estudo desenvolvido por Grizotto; Aguirré e Menezes, (2005) a atividade de água do abacaxi pérola *in natura* foi de 0,985. Consequentemente, o suco a partir desta matéria-prima resultará em valores semelhantes.

Pelos dados da Tabela 5, observa-se que a atividade de água do suco *in natura* de abacaxi com hortelã foi de 0,96, este valor se enquadra na faixa de 0,93-0,98 da atividade de água estabelecida por Ferreira (2012) para sucos de frutas em geral.

No processamento e caracterização físico-química do suco misto de melancia com pepino, Silva et al. (2016) obtiveram valores de atividade de água variando de 0,97 - 0,98 para as formulações testadas com diferentes combinações de concentrações de pepino e melancia, sendo que o suco puro de pepino foi o que apresentou menor valor de a_w (0,977) enquanto o suco puro de melancia foi que apresentou maior (0,985).

Segundo Shishir e Chen (2017), os valores comuns de atividade da água de pós de frutas e vegetais secos pelo processo de secagem que envolvem a atomização são de 0,2-0,6. Para o pó obtido a partir do suco de abacaxi com hortelã, a atividade de água foi de 0,10 se aproximando do valor descrito na literatura.

O suco reconstituído é uma bebida desidratada ou concentrada, e posteriormente dissolvido em água até que se alcance a umidade inicial do suco integral. Assim, como apresentado na Tabela 5 o valor da atividade de água para o suco reconstituído de abacaxi com hortelã foi de 0,87, sendo este valor menor se comparado com o suco *in natura*.

Segundo Ribeiro; Seravalli (2007) valores de atividade de água entre 0,6 e 0,9, são considerados para alimentos de estabilidade intermediária. Contudo uma menor atividade de água promove maior segurança dos alimentos, evitando a proliferação de bactérias que sobrevivem em elevada faixa de a_w (0,91 – 0,95) como *Clostridium botulinum*, *Serratia*, *Lactobacillus*, *Pediococcus*, entre outros.

4.1.2 Determinação da cor

A coloração esperada pelos consumidores para sucos de abacaxi com hortelã é a coloração verde devido à presença da hortelã. Evidentemente, uma maior quantidade de hortelã resulta em um suco com uma cor verde mais intensa. A avaliação instrumental de cor fornece a tendência do produto a tornar-se mais claro ou mais escuro de acordo com o parâmetro L^* , o que auxilia a evidenciar possíveis alterações nos produtos em relação a diferentes tratamentos ou armazenamentos.

De acordo com os dados de cor obtidos para os sucos, observa-se que para o suco *in natura*, o resultado de a^* foi de -3,30. Esse valor evidencia a tendência dessa amostra em apresentar coloração verde (resultante da pigmentação clorofila presente nas folhas de hortelã). O parâmetro b^* para essa amostra apresentou valor de 7,55, o que indica coloração amarela, principalmente decorrente do abacaxi.

Para o suco por atomização a partir do suco *in natura* de abacaxi com hortelã, os parâmetros de cor mostraram uma tendência a cor amarela mais intensa, uma vez que o valor de b^* foi de 8,98. Essa tendência ao amarelo pode ser devido à saída da água e, como consequência, concentração dos sólidos do abacaxi, que apresentam uma cor mais amarelada.

Em relação ao parâmetro a^* , que indica uma tendência às cores verdes (quanto mais negativo o valor) ou vermelho (quanto mais positivo), o valor observado para a amostra em pó foi de -2,87, valor de menor intensidade em relação ao suco *in natura*, fato este pode ter ocorrido devido à submissão do suco à elevada temperatura durante a secagem, degradando boa parte da clorofila presente na hortelã. Podendo ter contribuído para este fator, a perda de atividade da enzima clorofilase (naturalmente presente na clorofila), sendo esta afetada mediante altas temperaturas, diminuindo sua atividade a 80 °C e ocorrendo a perda da atividade acima de 100 °C (VON ELBE, 2000).

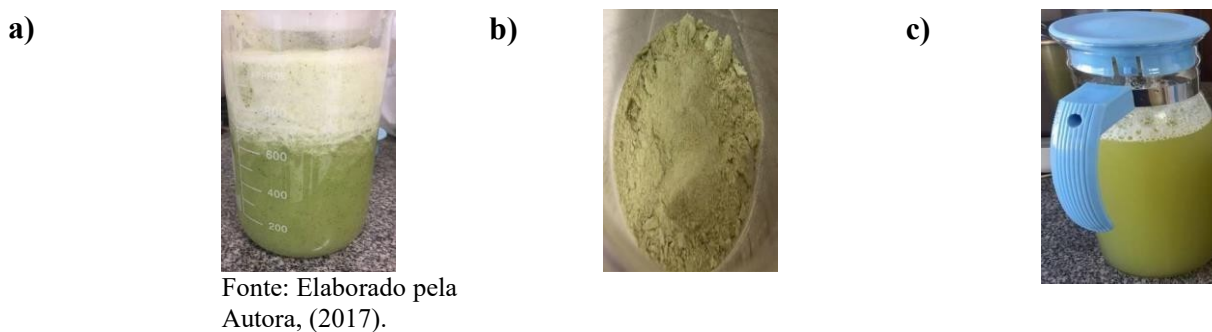
O suco reconstituído obteve valor de -1,93 para a variável cromática a^* . Esse resultado denota que essa amostra apresentou menor intensidade em relação à cor verde, o que poderia ser esperado uma vez que o pó já havia perdido um pouco da pigmentação verde contida inicialmente com maior intensidade na amostra.

Almeida e Rodrigues (2012) realizaram um estudo sobre a secagem em *spray dryer* de suco probiótico de abacaxi, analisando três temperaturas do ar de entrada (150, 120 e 100 °C) e três agentes protetores dos microrganismos (gelatina, goma arábica e maltodextrina). Para a temperatura de 100 °C e a 10% de gelatina, os autores descreveram que encontraram valores do parâmetro a^* de -1,11 para o suco de abacaxi probiótico reconstituído.

O suco reconstituído apresentou a cor mais intensa para o amarelo, resultando em um maior valor de b^* igual a 12,13 e maior luminosidade L^* , de 47,91, se comparado com o suco *in natura* e o pó atomizado.

Na Figura 9 estão representadas as imagens das três amostras: a) suco *in natura*, b) suco desidratado (pó atomizado) e c) o suco reconstituído.

Figura 9. Fotografia das amostras de sucos: a) *in natura*, b) desidratado e c) reconstituído.



4.1.3 Determinação da higroscopicidade do pó atomizado do suco de abacaxi com hortelã

A higroscopicidade é a capacidade do alimento em pó absorver a umidade do ambiente ao qual está em contato. No caso de sucos de fruta em pó, a glicose e a frutose são dois açúcares responsáveis por interações fortes com a molécula de água, decorrente de seus grupos polares, e sendo o abacaxi um fruto tropical, os principais açúcares que o constitui são a sacarose e açúcares redutores (JAYA; DAS, 2004).

Industrialmente e comercialmente, em alimentos desidratados a higroscopicidade é um fator muito importante a ser analisado, pois relaciona a estabilidade química, física e microbiológica do produto, além de influenciar consideravelmente o setor de embalagens devido ao poder de auto-aglomeração desse produto desidratado (PEDRO, 2009).

De acordo com a Tabela 5, a higroscopicidade do pó do suco de abacaxi com hortelã resultou em 32,74%. Segundo Gea (2010), produtos que apresentam valores maiores que 25% são extremamente higroscópicos. O pó de abacaxi com hortelã do presente estudo apresenta esta característica, podendo acarretar perda de qualidade devido a facilidade de ganho de umidade, levando a aglomeração.

A grande maioria dos trabalhos encontrados na literatura relacionam o poder higroscópico dos pós produzidos em *spray dryer* a partir dos sucos de frutas, com determinadas concentrações de agentes carreadores, como a maltodextrina. Segundo Barbosa (2010), a utilização da maltodextrina aumenta a temperatura de transição vítrea (Tg), e reduz a higroscopicidade dos pós.

Cavalcante e colaboradores (2017), ao realizarem a secagem da polpa de graviola em *spray dryer*, obtiveram uma higroscopicidade de 10,41% para o pó obtido a 169 °C com 17% (m/m) de maltodextrina, sendo considerado pelos autores um pó ligeiramente higroscópico.

Magalhães e Zotarelli (2015), em estudo sobre a secagem e caracterização de suco de abacaxi em pó (*ananas comosus l.*) obtido por *spray drying*, encontraram 24,91% como valor final de higroscopicidade do pó de abacaxi, utilizando 10% de maltodextrina e temperatura de 100 °C .

4.1.4 Determinação da umidade do suco de abacaxi com hortelã *in natura*, desidratado e o reconstituído.

A umidade constitui-se em um dos mais importantes parâmetros que são avaliados em um alimento. Umidade fora das recomendações técnicas resulta em grandes perdas na estabilidade química, deterioração microbiológica, em alterações fisiológicas e na qualidade geral dos alimentos (VINCENZI, 2009).

A quantidade de água adicionada no pó de abacaxi com hortelã para a produção do suco reconstituído foi determinada por meio de um balanço de massa. Dessa maneira, como apresentado na Tabela 5, o valor de umidade para o suco reconstituído foi maior (96,42%), foi maior se comparado com a umidade adquirida para o suco *in natura* (92,00 %), podendo ter ocorrido devido a erros no calculo do balanço de massa, erros de manipulação de equipamentos.

Em estudo realizado por Chaves et al. (2004) na caracterização do suco *in natura* de acerola com grau de maturação variável, a umidade correspondeu a 94,75%. Oliveira, Figueirêdo; Queiroz (2006) encontraram umidade de 85,40% para a polpa de pitanga formulada (15% de maltodextrina e 30% de água).

A umidade do suco desidratado foi de 6,22 b.u (%). Segundo Intipunya; Bhandari (2010) a maioria dos produtos em pó apresentam menos de 5% de umidade.

Oliveira, Figueirêdo; Queiroz (2006), realizando a secagem da polpa de pitanga formulada (15% de maltodextrina e 30% de água), em *spray dryer* em condições de

temperatura de entrada de 140 °C, obtiveram uma umidade de 7,64%. Segundo Fazaeli et al. (2012), no aumento da concentração de maltodextrina, acarreta a uma redução da umidade final dos pós.

Endo et al. (2007) avaliaram a vida de prateleira do suco de maracujá desidratado por *spray drying* e embalado em embalagens laminadas e armazenado em ambientes de 30 e 40 °C. Esses autores encontraram valores de umidade na faixa de 2,17-5,65% no tempo zero de armazenamento e temperatura de 30°C.

4.1.5 Determinação da Solubilidade

A solubilidade de um produto em pó verifica a capacidade deste em manter-se em mistura homogeneia em meio aquoso (VISSOTO et al., 2006). No presente estudo a média realizadas a partir da análise em triplicata de solubilidade do pó de abacaxi com hortelã está apresentada na Tabela 5.

A partir dos resultados obtidos da solubilidade, observa-se que o valor encontrado foi 78%. Em estudo sobre a secagem e caracterização de suco de abacaxi em pó (*ananas comosus* L.) obtido por *spray drying*, Magalhães e Zotarelli (2015) encontraram um valor de solubilidade de 86,61 %.

A solubilidade em meio aquoso que foi encontrado para o suco de abacaxi com hortelã desidratado neste trabalho, pode ter ocorrido devido à presença de alguns compostos lipossolúveis presentes na folha de hortelã como o óleo essencial (mentol, cineol, mentona) que estão presentes em quantidades de 0,7 a 3%.

Outro fator que pode ter influenciado no valor da solubilidade é o fato de não se ter utilizado um material de parede ou carreador no momento da secagem, pois, segundo Canu-Canucha et al. (2005), estes agentes apresentam alta solubilidade em água, sendo a maltodextrina a mais utilizada no processo de secagem por atomização, pela maioria dos trabalhos encontrados na literatura.

Na produção de acerola em pó obtido por dois métodos de secagem (*spray dryer* e liofilização) Ribeiro, Afonso; Costa (2014) obtiveram uma solubilidade de 94,88% para as polpas em pó de acerola obtidas por atomização, utilizando 17% de maltodextrina e temperatura de secagem de 154 °C. Em estudo realizado por Tonon; Brabet; Hubinger (2013), para obtenção de produtos funcionais com alto valor agregado a partir do açaí, utilizando 10% de maltodextrina e uma temperatura de ar de entrada de 140±2°C encontraram 94,44% de solubilidade do pó.

Cavalcante et al. (2017), encontraram para o pó de graviola obtido pelo processo de secagem em *spray dryer* a 169 °C com 17% (m/m) de maltodextrina, solubilidade de 55,74%, concluindo que o pó obtido tem potencial, seria como ingrediente em produtos alimentícios (bebidas e preparados de sobremesas instantâneos).

4.1.6 Determinação do pH

A Tabela 5 apresenta o pH realizado para o suco de abacaxi com hortelã *in natura* e o suco de abacaxi com hortelã reconstituído a partir do pó atomizado.

A determinação do pH é de suma importância em um alimento por sua influência na palatabilidade, no desenvolvimento de microrganismos, na escolha da temperatura para possível tratamento térmico da amostra e na seleção dos produtos para higienização e adição de aditivos (LAVINAS et al., 2006).

O pH do abacaxi está geralmente entre 3,7 e 3,9. No interior do fruto, a acidez aumenta da base para o topo, acompanhando o desempenho da maturação. A acidez é mais acentuada na zona próxima a casca em relação ao cilindro central (GONÇALVES; CARVALHO, 2000).

Borges et al. (2011) realizaram o estudo sobre a estabilidade físico-química de suco de abacaxi da variedade Pérola *in natura*, em relação ao tipo de armazenamento (48 h após sua elaboração). Nas primeiras 24h encontraram um pH de 3,74, sendo este valor ligeiramente superior ao encontrado para o suco de abacaxi com hortelã do presente trabalho.

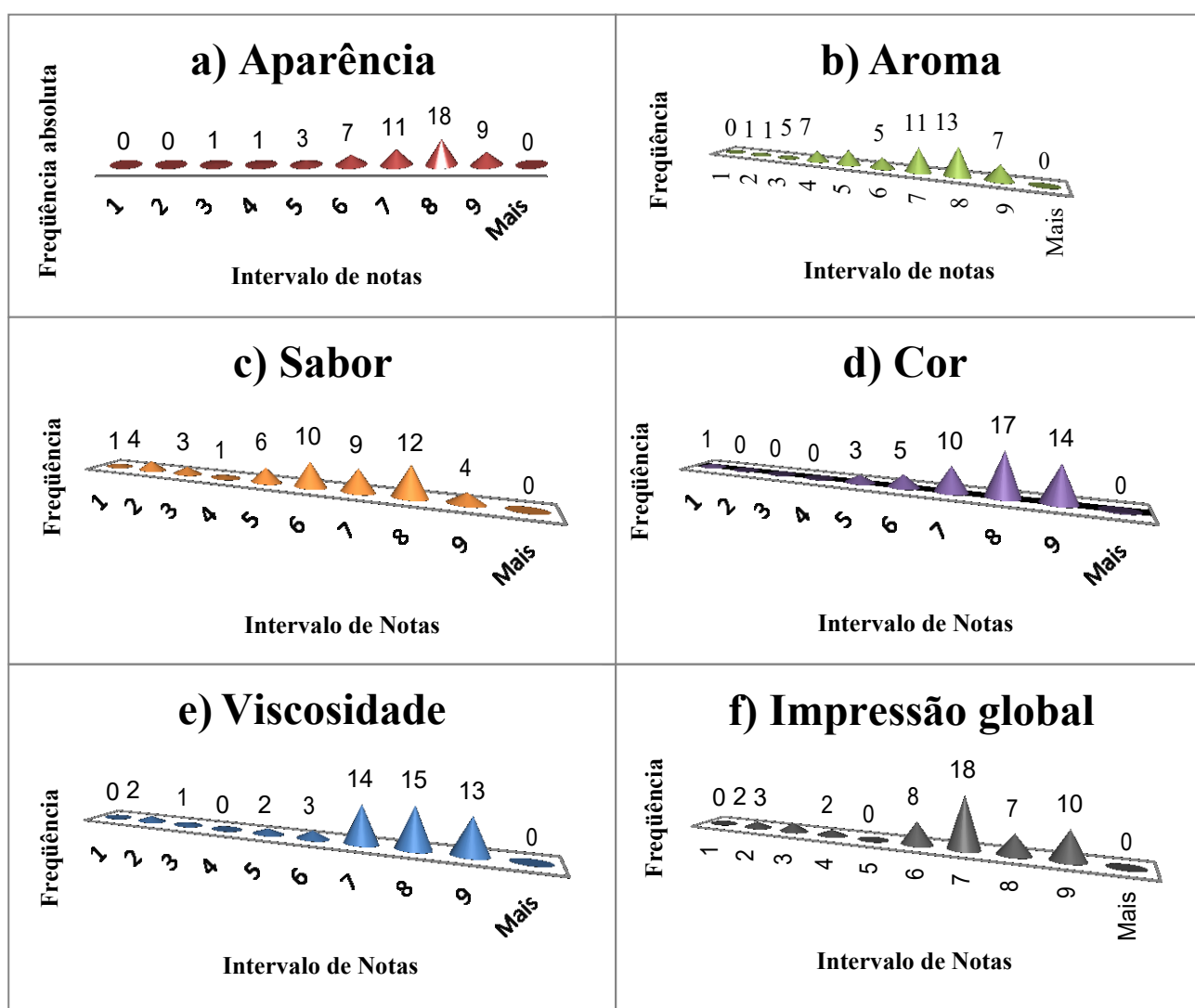
O suco reconstituído, de acordo com a Tabela 5, apresentou pH de 4,15, sendo então considerado pouco menos ácido em relação ao suco *in natura* de abacaxi com hortelã. Vieira; Farias (2017) analisando a estabilidade dos compostos bioativos da polpa de caju em pó obtido por meio de *spray dryer* e, utilizando como agente carreador a goma xantana, encontraram valores de pH na faixa de 3,83 após a diluição da polpa (diluída em água na proporção de 1:7 v/v), antes da diluição o pH da polpa de caju resultou em 4,16.

5 Análise sensorial

5.1 Teste de aceitação

Foram elaborados histogramas dos testes de aceitação referentes aos atributos de aparência, aroma, sabor, cor, viscosidade e impressão global (referente à avaliação geral do produto). As distribuições de frequência absoluta de notas para as análises destes seis atributos das formulações do suco reconstituído estão apresentadas nas Figuras 10 a, b, c, d, e, f.

Figura 10. Histograma das amostras de suco de abacaxi com hortelã reconstituído com a distribuição de notas dos atributos aparência, aroma, sabor, cor, viscosidade e impressão global.



Fonte: Elaborado pela Autora, (2017).

A escala foi dividida em três intervalos de notas, sendo 0 a 3, representando julgamentos desfavoráveis ao produto; 3 a 6, com julgamentos neutros; e 6 a 9, com

julgamentos favoráveis. Segundo Teixeira e colaboradores (1987), para que o produto seja considerado aceito por suas propriedades sensoriais, é importante que obtenha um índice de aceitação de no mínimo 70%. Assim, se a porcentagem de notas no intervalo de 6 a 9 for igual ou superior a 70%, considera-se que o produto tem boa aceitação para o parâmetro avaliado.

A Tabela 12 apresenta as porcentagens das notas referentes ao suco de abacaxi com hortelã reconstituído, para cada atributo que foi ilustrado nos histogramas anteriores.

Tabela 6. Porcentagem das notas dos atributos referentes ao suco reconstituído.

Intervalos	Aparência	Aroma	Sabor	Cor	Viscosidade	Impressão Global
0 a 3	2%	4%	16%	2%	6%	10%
3 a 6	22%	34%	34%	16%	12%	24%
6 a 9	76%	62%	50%	82%	82%	70%

Fonte: Elaborado pela Autora, (2017).

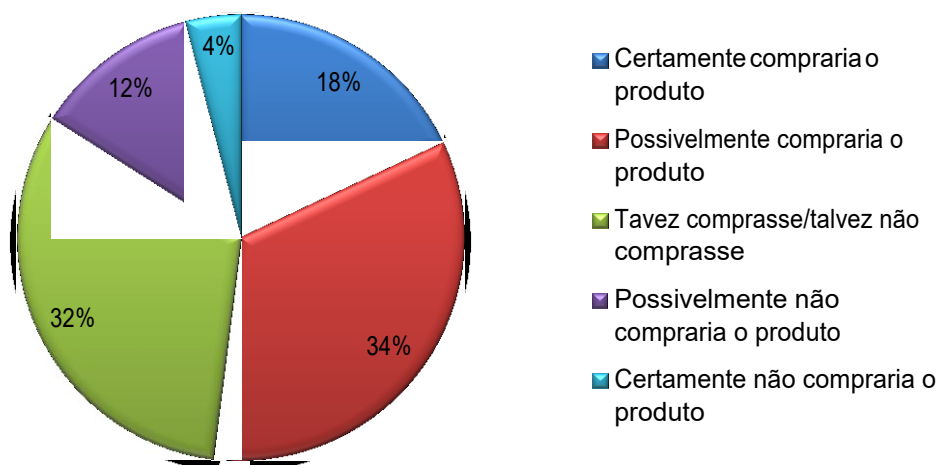
Analisando a porcentagem de notas no intervalo de 6 a 9 (julgamentos favoráveis), observa-se que os atributos aparência, cor e viscosidade tiveram boa aceitação por parte dos consumidores para a amostra do suco de abacaxi com hortelã reconstituído.

Os atributos sensoriais de aroma e sabor do suco reconstituído de abacaxi com hortelã não tiveram boa aceitação por parte dos consumidores, podendo este fato ter ocorrido devido à utilização de elevada temperatura de entrada no momento da secagem (100 °C), danificando os compostos sensíveis como vitamina C e compostos de cor e sabor (BAO et al., 2016). Contudo, obteve-se boa aceitação para a impressão geral, ou global, do produto.

5.1.1 Intenção de compra

A intenção de compra do consumidor foi avaliada para as amostras de sucos reconstituídos e está representado na Figura 11.

Figura 11. Intenção de Compra para o suco de abacaxi com hortelã reconstituído



Fonte: Elaborado pela Autora, (2017).

Pela análise da Figura 11 observa-se que 34% dos consumidores responderam que “Possivelmente comprariam o produto”, e somente 4% declararam que “Certamente não comprariam o produto”. Estes resultados indicam uma boa intenção de compra do suco reconstituído por parte dos consumidores.

Realizando o teste sensorial de aceitação, Oliveira et al. (2016), avaliaram a formulação de licor com polpa de fruta *in natura* e desidratada do abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) para quatro tratamentos distintos, sendo eles: i) abacaxi *in natura* + açúcar + álcool de cereal; ii) abacaxi *in natura* + sacarose + álcool de cereal; iii) abacaxi desidratado + açúcar + álcool de cereal e iv) abacaxi desidratado + sacarose + álcool de cereal, obtiveram de acordo com as análise dos 50 provadores não treinados, 36% para o julgamento “Possivelmente compraria o produto” para o tratamento iv.

5.2 Teste da diferença de controle

A Tabela 13 mostra a análise de variância (ANOVA) foi realizada com os dados extraídos da análise, para as amostras de suco de abacaxi com hortelã a partir da polpa comercial, suco in natura e suco reconstituído.

Tabela 7. Análise de variância (ANOVA) para o suco de abacaxi com hortelã a partir da polpa comercial, suco in natura e suco reconstituído.

Fonte de variação	SQ	GL	MQ	F	Valor P	F _{crítico} (5%)
Entre grupos	274,25	2	137,13	80,78	2,14x10 ⁻²⁴	3,06
Dentro dos grupos	249,54	147	1,77	-	-	-
Total	523,8	149	-	-	-	-

SQ = Soma quadrática; GL = grau de liberdade; QM = Média quadrática.

Fonte: Elaborado pela Autora, (2017).

A partir da análise dos dados apresentados na Tabela 13, observa-se que o valor de F maior que o de F_{crítico}, evidenciando diferença significativa entre pelo menos duas das amostras de sucos que foram testadas ($p < 0,05$). Assim, procedeu-se o teste de médias de Tukey, cujos resultados estão apresentados na Tabela 14.

Tabela 8. Médias da formulação dos sucos de abacaxi com hortelã.

Amostras	Médias
Suco <i>in natura</i> da polpa comercial	7,82 ^a
Suco reconstituído	7,28 ^a
Suco <i>in natura</i>	4,72 ^b

As médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: Elaborado pela Autora, (2017).

Pôde-se observar que não houve diferença entre as amostras de suco de abacaxi com hortelã a partir da polpa e o suco reconstituído a partir do pó a 5% de significância. Contudo, ambas as amostras diferiram significativamente ($p < 0,05$) da amostra de suco in natura.

Tanto a amostra de suco de abacaxi com hortelã a partir da polpa quanto a de suco reconstituído a partir do pó estão classificadas entre os escores “regularmente” e “muito pior” que o controle, este representado pela amostra de suco *in natura*.

6 CONCLUSÃO

A partir dos dados obtidos das análises físico-químicas, conclui-se que foi possível obter um pó de abacaxi com hortelã de baixa atividade de água (a_w). Não se fazendo uso de um agente carreador durante a atomização, influenciou para uma maior dificuldade de solubilidade do pó em meio aquoso, e menor valor de higroscopicidade.

A temperatura fixa de entrada do ar de secagem (100 °C) sendo relativamente alta influenciou para a degradação da clorofila, sendo este fator refletido na análise de cor, apresentando o pó valores maiores de b^* quando comparado ao suco *in natura*.

Através da análise sensorial, percebeu-se que os provadores tiveram boa aceitação para o suco reconstituído, especialmente para os atributos de cor e viscosidade do produto, sendo o aroma e o sabor atributos que receberam menor aceitação.

O suco de abacaxi com hortelã reconstituído a partir do pó obtido por *spray dryer* é uma boa alternativa para armazenamento e consumo, possui viabilidade para produção e comercialização, dada a boa receptividade dos provadores.

Sugere-se que em estudos futuros seja avaliada a produção deste pó em diferentes temperaturas e concentração das matérias-primas (abacaxi e hortelã), para que melhores resultados das propriedades físico-químicas e sensoriais sejam alcançados.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F.D.M.; RODRIGUES, S. **Desidratação de suco de abacaxi probiótico por spray dryer**. 2012. Dissertação (Ciência e tecnologia de alimentos) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE , 2012.
- ANDRADE, M. G. S. et al. Aspectos da qualidade de infrutescências dos abacaxizeiros ‘Pérola’ e ‘Vitória’. **Revista AGROTEC**, v. 36, n. 1, p. 96-102, 2015.
- ANDRADE, P. F.S. (Org.). **Fruticultura**. Paraná, 2016/2017. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2017/Fruticultura_2016_17.pdf> Acesso em: 10 set. 2017.
- ARAÚJO, E.C.C. **Operações unitárias envolvendo transmissão de calor**. São Carlos, SP: EdUFSCar, 2013.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - A.O.A.C.. **Official Methods of Analysis**. 18.ed. Gaithersburg: Maryland, 2005.
- BAO, T., et al. Systematic study on phytochemicals and antioxidant activity of some new and common mulberry cultivars in China. **Journal of Functional Foods**, v. 25, p. 537-547, 2016.
- BARBOSA, S. J. **Qualidade de suco em pó de mistura de frutas obtido por spray drying** Dissertação (Programa de pós-graduação em produção vegetal no semiárido) –Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, 2010.
- BHANDARI, B. R. Stickiness and Caking in Food Preservation. In: M. S. Rahman, **Handbook of Food Preservation**. Boca Raton: CRC Press. p. 387-401, 2007.
- BIERHALS, V. S. **Estudo de vida útil de abacaxis (*ananas comosus l. merril* cv ‘pérola’) minimamente processados em rodela com coberturas comestíveis**. 2010. 185 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, 2010.
- BORGES, P. R. S. et al. Estudo da estabilidade físico-química de suco de abacaxi ‘pérola’. **Ciênc. Agrotec**. Lavras, MG. v. 35, n. 4, p. 742-750, jul./ago., 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta conforme consta do anexo i desta instrução normativa. Diário Oficial da União, nº 1, Brasília, 10 de janeiro de 2000.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto 6871 de 4 de junho de 2009 Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Disponível em: <<http://sisistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=recuperarTextoAtoTematicaPortal&codigoTematica=1265102>>. Acesso em: 19 ago. 2017.

BVENURA, C.; SIVAKUMAR, D. The role of wild fruits and vegetables in delivering a balanced and healthy diet. **Food Research International**. p. 15-30, 2017.

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

CANO-CHAUCA, M. et al. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**. v. 6, n. 4, p. 420–428, dez. 2005.

CARLOS, L. A.; RESENDE, J. V.; CAL-VIDAL, J. Redução da higroscopicidade de pós liofilizados pela indução da cristalização em soluções-modelo de açúcares constituintes de frutas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.8, p.163-173, 2005.

CARVALHO, D. M.; GERALDINE, R. M.; MOURA, C. J. **Avaliação da solubilidade da curcumina e caracterização de filme ativo incorporado com nanosuspensão de curcumina**. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Goiânia 2014.

CAVALCANTE, C. E. B. et al. Avaliação dos parâmetros de secagem da polpa de graviola em pó obtida por secagem em spray dryer. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 20, 2017.

CHAVES, M. C. V. et al. Caracterização físico-química do suco de acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. [S.l]. v. 4, n. 2, 2004. Disponível em:< <http://joaootavio.com.br/bioterra/workspace/uploads/artigos/acerola-515653c8767a0.pdf>> Acesso em: 12 out. 2017.

CELESTINO, S.M.C. **Princípio de secagem de alimentos**. 49 f. Documentos. Planaltina-DF:Embrapa cerrados, 2010.

CEYLAN, I.; GÜREL, A. E. G. Solar-assisted fluidized bed dryer integrated with a heat pump for mint leaves. **Applied Thermal Engineering**. p. 899-905, 2016.

CUQ, B.; RONDET, E. ABECASSIS, J. Food powders engineering, between knowhow and science: constraints, stakesand opportunities. **Powder Technology**. v. 208. p. 244 – 251. 2010.

CRESTANI, M. et al. . **Das Américas para o mundo : origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro**. Ciência Rural.Santa Maria: editora. v. 40, n. 6, p.1473-1483, jun. 2010.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENEMMA, O.R. Química de alimentos de Fennema. 4. ed. São Paulo. Biociências: Claudia Bittencourt. 2010. p. 110.

OLIVEIRA, A. R. G. de, et al.. Influência das condições de secagem por atomização sobre as características sensoriais de sucos maracujá (*passiflora edullis*) e abacaxi (*ananas comosus*) desidratados. **Rev. Ciên. Agron.**, Fortaleza, v.38, n.3, p.251-256, jul.-set., 2007.

OLIVEIRA, F. M. N.de; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de; QUEIROZ, A. J. DE MELO. Análise comparativa de polpas de Pitanga integral, formulada em pó. **Revista de Brasileira de produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 8, n.1, p. 25-33, 2006.

DIAS, R. A. L.; SOUZA, P. S. S.; ALSINA, O. L. S. **Efeito da temperatura de secagem sobre o rendimento na extração de taninos totais e óleos essenciais da hortelã (*Mentha x vilosa* Hudson).** **Revista Brasileira de farmácia**. Campina Grande, PB: editora p. 431-438, 2012.

ENDO, É. et al. Avaliação da vida de prateleira do suco de maracujá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) desidratado. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 27, n.2, p. 382-386, abr.-jun. 2007.

FAZAELI M. et al. Effect of spray drying conditions and feed composition on the physical properties of black mulberry juice powder. **Food and Bioproducts Processing**, v. 90. 2012. p. 667-675.

FAEP (Federação da Agricultura do Estado do Paraná) : abacaxi. [201-?] Disponível em: <<http://www.faep.com.br/comissoes/frutas/cartilhas/frutas/abacaxi.htm>>. Acesso em: 08 out. 2017.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FERREIRA, C. L. P. **Tecnologia de alimentos de origem animal**. Cuiabá, MT: editora, 2012.

FORNY, L.; MARABI, A.; PALZER, S. Wetting, disintegration and dissolution of agglomerated water soluble powders. **Powder Technology**. v. 206, 2011. p.. 72–78.

FREITAS, E. F. M.; LOPES, L. L.; ALVES, S. M. F. **Suco de abacaxi ‘pérola’ atomizado em spray dryer com diferentes concentrações de maltodextrina**. III In. Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão da UEG. Pirenópolis Goiás: editora, 2016.

FRUTICULTURA. In: _ **BALANÇO 2016 perspectivas 2017**. [S.l]: Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, [201-?]. Cap. 9, p. 91-97.

GARCIA, L. M. H.; SAUTTER, C. K. **Desenvolvimento e Caracterização de Bebida mista a base de abacaxi e banana**. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2014.

GASPARIN, P. P.; CHRIST, D. **Secagem da *mentha piperita* em leito fixo, utilizando diferentes temperaturas e velocidades de ar**. 2012. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual Oeste do Paraná, Cascavel, PR, 2012.

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

GEA Niro Research Laboratory. GEA Niro analytical methods. Disponível em: <<http://www.niro.com/methods>>. Acesso em: 24 de outubro. 2016. = é um artigo ou site?
PRECISAMOS DO: autor. Título. Local: editora, data

GONÇALVES, N. B.; CARVALHO, V. D. Características da fruta. In: GONÇALVES, N.B. (Org.). **Abacaxi; pós-colheita**. Rio de Janeiro, RJ; Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. (Séries frutas do Brasil), n.5, p.13-27, 2000.

GUEDES, J. P. S. et al. . The efficacy of *Mentha arvensis* L. and *M. piperita* L. essential oils in reducing pathogenic bacteria and maintaining quality characteristics in cashew, guava, mango, and pineapple juices. **International Journal of Food Microbiology**. p.183-192, 2016.

GRIZOTTO, R. K.; AGUIRRE, J. M.; MENEZES, H. C. Frutas estruturadas de umidade intermediária obtidas de polpas concentradas de abacaxi, manga e mamão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas. v. 24, n. 4. p. 691-697. 2005.

HORTELÃ pimenta; o óleo essencial da concentração. Disponível em: <http://terra-flor.com/blog_ler.php?post=193>. Acesso em: 03 out. 2017.

INTIPUNYA, P.; BHANDARI, B. R. **Chemical deterioration and physical instability of food and beverages**. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd., 2010.

JAYA, S.; DAS, H. Effect. Of. Maltodextrin, glycerol monostearate and tricalcium phosphate on vacuum dried mango powder properties. **J. Food Eng.**, Nova York, v. 63, p. 125-134, 2004.

JULIANO, P.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Powders Flowability Characterization: Theory, Methods, and Applications. **Annual Review of Food Science and Thechnology**, v. 1, p. 211-239, 2010.

JÚNIOR, P. L.; LEMOS, A. L. A. **Hortelã.. Local**: Escola Paulista de Medicina -Unifesp-EPM-: Centro Cochrane do Brasil, 2012. p.115-117.

LAVINAS, F. C. et. al. Estudo da estabilidade química e microbiológica do suco de caju in natura armazenado em diferentes condições de estocagem. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, tem o local: editora v. 26, n. 4, data

LIMA, R. A. B.; FERREIRA, M. C.; FREIRE, J. T. **Análise da secagem convectiva de folhas de manjeriço (*ocimum basilicum* L.)**. 2013. 169 f. Tese (doutorado)- Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós Graduação em Engenharia Química, São Carlos, SP, São Paulo, 2013. p. 875-883, 2006.

LULIA, M. M. E.T. et al. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, v.30 n.1, p.1-81, jan.2017.

MAGALHÃES, F. DE S.; Zotarelli, M. F. Secagem e caracterização de suco de abacaxi em pó (*ananas comosus* l.) obtido por *spray-drying*. *Trabalho de conclusão de curso* (Bacharel em Engenharia de Alimentos).

MAIA, A. B. R.; GOLGHER, M. Parâmetros para avaliação da qualidade de reconstituição do leite em pó desidratado em secador de aspersão ("Spray-Drier"). **Boletim SBCTA**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 235-254. julho/setembro, 1983.

MERCADO de fruticultura: panorama do setor no Brasil. **Boletim de Inteligência**, 2015.

Disponível em: <<http://www.sebraemercados.com.br/fruticultura/>>. Acesso em: 02 set. 2017.

MARQUES, L. G.; FREIRE, J. T. **Liofilização de frutas tropicais**. 2008. 293 f. Tese (Doutorado)- Universidade Federal de São Carlos, Programa de Pós Graduação em Engenharia Química, São Carlos, SP, 2008.

MARQUES, L. G.; PRADO, M. M.; FREIRE, J. T. Rehydration characteristics of freeze-dried tropical fruits. **LWT - Food Science and Technology**, 42, p. 1232 – 1237, 2009.

MATTA, V. M.; M JÚNIOR, F.; CABRAL, L. M. C.; FURTADO, A. A. L. **Polpa de frutinha congelada**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

MATTIETTO, R. A.; WURLITZER, N. J.; CARVALHO, A. V. **Aplicação do plano APPCC para polpas de frutas mistas congeladas com perfil funcional**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2016.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 4. ed. Boca Raton: CRC Press, p. 448, 2007.

MIRANDA, D. S. A. et al. Elaboração e caracterização de néctar de abacaxi pérola adoçado com glucose de milho. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 36, n.1, 2015.

MOMED, A. A. D.; SACAMA, F. D. **Composição físico-química e sensorial das formulações de sumo e néctar de água de coco e polpa de ananás**. 54 f. Monografia (Licenciatura em Engenharia Alimentar). Universidade Católica de Moçambique Faculdade de Engenharia, Chimoio, 2016.

MOARES, I. V. M. Dossiê técnico produção de polpa de fruta congelada e suco de frutas. Rio de Janeiro: Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/MTE3>> Acesso em: 06 set. 2017

MORAES, M. L.; LEONE, R. S. **Avaliação da vida de prateleira de suco de abacaxi adicionado de polpa de yacon, vitamina c e goma xantana**. Campo Mourão: editora, 2016.

MOSER, P.; TELIS, V. R. N.; GUTIÉRREZ, I. H. **Secagem por atomização do suco de uva: microencapsulação das antocianinas**. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos) São José do Rio Preto, 2016.

NASSU, R. T. **Análise sensorial de carne: conceitos e recomendações**. São Carlos, SP, 2007.

NOGUEIRA, N. T.; NETO, R. C. A. **Qualidade pós-colheita do abacaxi em função das épocas de plantio associadas ao uso de irrigação**. 2014. 62 f. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal) - Universidade Federal do Acre, 2014.

NORONHA, J. F. **Apontamentos de análise sensorial. Local:** Coimbra, 2003.

OLIVEIRA, S. N.; RODRIGUES, M. C. P. **Papel da análise sensorial como ferramenta de apoio no processo de desenvolvimento de produtos alimentícios.** Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior - ABEAS - v.26, n.1, p.40-44, 2011.

OLIVEIRA, E. S. et al. **Formulação de licor com polpa de fruta *in natura* e desidratada do abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill).** Foz do Iguaçu - PR : Rafain Palace Hotel & Convention Center, 2016.

ORDÓÑEZ, J. A et al. **Tecnologia de Alimentos.** Porto Alegre: Artmed, 2005. v.1,2

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

PUSHPANGADAN, P.; TEWARI, S. K.. Peppermint. India. In: PETER, K. V. (Comp.). **Handbook of herbs and spices.** Boca Raton, Fla.; Cambridge, England: CRC: Woodhead Pub. nv. (Woodhead Publishing in food science and technology). Cap. 28. vol. 3.p. 460-481, 2006.

REINHARDT, D. H.; SOUZA, L. F. DA. S.; CABRAL.; J. R. S. **Abacaxi Produção Aspectos técnicos.** 76 f. Série Frutas do Brasil, 7. **Brasília – DF:**Embrapa Comunicação para transferência de tecnologia., 2000.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos.** 2. ed. São Paulo: Blucher, 2007.

RIBEIRO, L. C.; AFONSO, M. R. A.; DA COSTA, J. M. C. **Produção de acerola em pó: métodos de secagem e avaliação da estabilidade.** 126 f. Dissertação de Mestrado (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará – Fortaleza, 2014.

ROCHA, É. M. F. F. et al. Obtenção de suco de caju atomizado através do controle das condições de secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** v.18, n.6, p.646–651, Campina Grande, 2014.

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

ROSA, N. Ch. et al. Elaboração de geléia de abacaxi com hortelã zero açúcar: processamento, parâmetros físico-químicos e análise sensorial. **Revista Tecnológica**, Edição Especial V Simpósio de Engenharia.Ciência e Tecnologia de Alimentos. Local: editora. p. 83-89, 2011.

RUSSOMANO, O. M. R.; KRUPPA, P. C.; FIGUEIREDO, M. B. *Oidium cisteri* – punicea em plantas de hortelã-pimenta. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 5, p. 551-557, 2005.

SILVA, R. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J.M.; FEITOSA, R. M. Processamento e caracterização físico-química do suco misto melancia com pepino. **Revista**

Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. v.11, n. 3, p. 65-68, Pombal, PB, Grupo Verde de Agroecologia e Abelhas, 2016.

SILVA, T. V. et al. **Influência dos estádios de maturação sobre as características físicas dos frutos de maracujá-amarelo.** Campinas: Bragantia, v.67, n.2, p.521-525, 2008.

SOUZA J.C.B; COSTA M.R; RENSIS C.M.V.B de; SIVIERI, K. Ice cream: composition, processing and addition of probiotic. **Aliment Nutr** v.21,n.1: p.155-65, 2010

SPRAY dryer secagem. Disponível em: <<http://www.sprayprocess.com.br/spray-dryer-secagem>>. Acesso em: 17 set. 2017.

STONE, H.; SDIEL, J. L. **Sensory evaluation practices.** 3. ed. New York: Academic Press, 2004.

SHISHIR, M. R. I.; CHEN, W. Trends of spray drying: a critical review on drying of fruit and vegetable juices. **Trends in Food Science & Technology.** p. 49-67. 2017.

TACO. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. NEPA-UNICAMP – Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. 4. ed. local: editora , 2011. 161 p.

TBCA. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos.** Disponível em <<http://www.nware.com.br/tbca/tbca/#>> Acesso em : 29dez.2017.

TEIXEIRA E.; MEINERT E. M.; BARBETTA P. A. **Análise sensorial de alimentos.** Florianópolis, SC: Editora da UFSC, 1987.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. **Aplicação da secagem por atomização para a obtenção de produtos funcionais com alto valor agregado a partir do açaí.** Brasília, DF, v. 6 n. 2, p.70-76, jan./jun. 2013.

VIEIRA, R. M.; FARIAS, M. D. P. **Estabilidade dos compostos bioativos da polpa de caju em pó (*anacardium occidentale L.*).** Ceará: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do, 2017.

VINCENZI, R. **Apostila de análise de alimentos da (UNIJUI, RS) Química Industrial de Alimentos,** 2009.

VISSOTO, F. Z. et al. Avaliação da influência dos processos de lecitinação e de aglomeração nas propriedades físicas de achocolatado em pó. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** Campinas, v. 26, n. 3, p. 666-671, 2006.

VON ELBE J.H. Colorantes. In: FENNEMA, O.W. **Química de los alimentos.** 2.ed. Zaragoza : Wisconsin - Madison, 2000. Cap.10, p.782-799.

WIJERATNAM, S. W. **Pineapple. encyclopedia of food and health.** Local: editora., 2016. p. 380-384.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Termo de Consentimento livre e esclarecido	62
APÊNDICE B - Ficha de aceitação	64
APÊNDICE C - Termo de Consentimento livre e esclarecido	65
APÊNDICE D - Ficha de Diferença do Controle.....	67

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) para participar da pesquisa intitulada “*Avaliação sensorial do suco de abacaxi com hortelã reconstituído a partir do pó produzido por spray drying*”, sob a responsabilidade dos pesquisadores Profa. Michelle Andriati Sentanin, Marta Fernanda Zotarelli, Isadora Ponciano Almeida.

Nesta pesquisa nós estamos buscando avaliar a aceitação do suco de abacaxi com hortelã em pó.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pela pesquisadora Isadora Ponciano Almeida, antes de servir a amostra de suco para degustação.

Na sua participação você deverá ingerir a amostras de 30 mL de suco, e preencher a tabela na ficha de avaliação segundo sua opinião.

Você não terá nenhum gasto e ganho financeiro por participar na pesquisa.

Os possíveis riscos será efeito diurético e ocasional alergia ao abacaxi, provocando diarreia, náusea, ou diarreia e indigestão. A hortelã poderá ocasionar riscos como irritação na mucosa caso seja ingerido em exageradas concentrações. Caso algum destes sintomas seja observado durante a execução da pesquisa, você será encaminhado a um médico, com os custos pagos pela equipe executora do projeto. Você poderá ser beneficiado com os efeitos positivos do abacaxi como anti-inflamatório, expectorantes, auxílio em regimes. A hortelã poderá atuar como calmante, auxiliar em problemas gástricos, dores de cabeça.

A equipe executora reconhece que há risco de sua identificação durante a realização da pesquisa. Contudo, para minimizá-lo, a equipe executora do projeto se compromete a não identificar com seu nome as fichas de coleta de dados. Para evitar qualquer associação visual, as fichas serão recolhidas da cabine e imediatamente colocadas com o anverso em branco para cima. Ao final de cada sessão as fichas serão misturadas e só então os dados serão tabulados.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação. Esta pesquisa poderá ser encerrada ou suspensa quando: a) o laboratório não fornecer condições higiênico-sanitárias para a realização dos testes; b) as amostras não estiverem em condições de teste; c) não houver quantidade suficiente de amostra; d) não houver provadores para avaliação.

Rubrica participante

Rubrica pesquisador

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: Michelle Andradi Sentanin, Marta Fernanda Zotarelli e Isadora Ponciano Almeida, na Rua Major Jerônimo 566, Laboratório de Análise Sensorial, sala 303, Patos de Minas, ou pelo telefone (34) 3823-3714. Você poderá também entrar em contato com o CEP - Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos na Universidade Federal de Uberlândia, localizado na Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco A, sala 224, *campus* Santa Mônica – Uberlândia/MG, 38408-100; telefone: 34-3239-4131. O CEP é um colegiado independente criado para defender os interesses dos participantes das pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos conforme resoluções do Conselho Nacional de Saúde.

Patos de Minas, ...28.... de Setembro....de 2017.....

Assinatura dos pesquisadores

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Participante da pesquisa

APÊNDICE B – FICHA DE ACEITAÇÃO

Você está recebendo uma amostra de suco. Avalie, segundo a escala abaixo, quanto você gostou ou desgostou de cada um dos atributos:

Data: _____

Amostra: _____

1 – Desgostei muitíssimo

APARÊNCIA ()

2 – Desgostei muito

AROMA ()

3 – Desgostei moderadamente

SABOR ()

4 – Desgostei ligeiramente

COR ()

5 – Não gostei nem desgostei

VISCOSIDADE ()

6 – Gostei ligeiramente

7 – Gostei moderadamente

IMPRESSÃO GLOBAL ()

8 – Gostei muito

9 – Gostei muitíssimo

Indique, utilizando a escala abaixo, o grau de certeza com que você **compraria** a amostra se ela estivesse à venda:

1 – Certamente compraria o produto

2 – Possivelmente compraria o produto

3 – Talvez comprasse/talvez não comprasse

4 – Possivelmente não compraria o produto

5 – Certamente não compraria o produto

APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) para participar da pesquisa intitulada “*Avaliação sensorial do suco de abacaxi com hortelã reconstituído a partir do pó produzido por spray drying*”, sob a responsabilidade dos pesquisadores Profa. Michelle Andradi Sentanin, Marta Fernanda Zotarelli, Isadora Ponciano Almeida.

Nesta pesquisa nós estamos buscando ordenar a diferença dos sucos de abacaxi com hortelã em pó e os sucos frescos.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pela pesquisadora Isadora Ponciano Almeida, antes de servir a amostra de suco para degustação.

Na sua participação você deverá ingerir três amostras de 30 mL de suco por vez da esquerda para a direita, e preencher a tabela na ficha de avaliação segundo sua opinião.

Você não terá nenhum gasto e ganho financeiro por participar na pesquisa. Os possíveis riscos será efeito diurético e ocasional alergia ao abacaxi, provocando diarreia, náusea, ou diarreia e indigestão. A hortelã poderá ocasionar riscos como irritação na mucosa caso seja ingerido em exageradas concentrações. Caso algum destes sintomas seja observado durante a execução da pesquisa, você será encaminhado a um médico, com os custos pagos pela equipe executora do projeto. Você poderá ser beneficiado com os efeitos positivos do abacaxi como anti-inflamatório, expectorantes, auxílio em regimes. A hortelã poderá atuar como calmante, auxiliar em problemas gástricos, dores de cabeça.

A equipe executora reconhece que há risco de sua identificação durante a realização da pesquisa. Contudo, para minimizá-lo, a equipe executora do projeto se compromete a não identificar com seu nome as fichas de coleta de dados. Para evitar qualquer associação visual, as fichas serão recolhidas da cabine e imediatamente colocadas com o anverso em branco para cima. Ao final de cada sessão as fichas serão misturadas e só então os dados serão tabulados.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem nenhum prejuízo ou coação. Esta pesquisa poderá ser encerrada ou suspensa quando: a) o laboratório não fornecer condições higiênico-sanitárias para a realização dos testes; b) as amostras não estiverem em condições de teste; c) não houver quantidade suficiente de amostra; d) não houver provadores para avaliação.

Rubrica participante

Rubrica pesquisador

Qualquer dúvida a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: Michelle Andradi Sentanin, Marta Fernanda Zotarelli, Isadora Ponciano Almeida, na Rua Major Jerônimo 566, Laboratório de Análise Sensorial, sala 303, Patos de Minas, ou pelo telefone (34) 3823-3714. Você poderá também entrar em contato com o CEP - Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos na Universidade Federal de Uberlândia, localizado na Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco A, sala 224, *campus* Santa Mônica – Uberlândia/MG, 38408-100; telefone: 34-3239-4131. O CEP é um colegiado independente criado para defender os interesses dos participantes das pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos conforme resoluções do Conselho Nacional de Saúde.

Patos de Minas, ... de de 2017.....

Assinatura dos pesquisadores

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

Participante da pesquisa

APÊNDICE D – FICHA DE DIFERENÇA DO CONTROLE

Você está recebendo uma amostra Controle (C) e 3 amostras codificadas. Compare cada amostra com o controle e identifique se é melhor, igual ou pior que o controle em relação ao sabor.

1. Extremamente melhor que o controle
2. Muito melhor que o controle
3. Regularmente melhor que o controle
4. Ligeiramente melhor que o controle
5. Nenhuma diferença do controle
6. Ligeiramente pior que o controle
7. Regularmente pior que o controle
8. Muito pior que o controle
9. Extremamente pior que o controle

Número da amostra	Valor