

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO ENGENHARIA DE ALIMENTOS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

NÍVIA BARREIRO

**OBTENÇÃO DE FARINHA DE CASCA DE ABACAXI E APLICAÇÃO EM
SORVETE**

MEDIANEIRA

2016

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO ENGENHARIA DE ALIMENTOS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



NÍVIA BARREIRO

**OBTENÇÃO DE FARINHA DE CASCA DE ABACAXI E APLICAÇÃO EM
SORVETE**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira.

Orientadora: Prof^a Dr^a Carolina Castilho Garcia

Co-Orientadora: Prof^a MSc. Márcia Alves Chaves

MEDIANEIRA
2016

TERMO DE APROVAÇÃO

OBTENÇÃO DE FARINHA DE CASCA DE ABACAXI E APLICAÇÃO EM SORVETE

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado como requisito parcial para obtenção de grau de Engenheiro de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTPR, Câmpus Medianeira, avaliado pela banca formada pelos professores:

Profª Drª Carolina Castilho Garcia
Orientadora

Profª MSc. Márcia Alves Chaves
Co-Orientadora

Profª Drª Daiane Cristina Lenhard
Membro da Banca

Profª Deisy Drunkler
Membro da Banca

Nívia Barreiro
Aluna

Medianeira, 9 de junho de 2016.

A folha de aprovação assinada encontra-se na coordenação de curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter dado tudo certo.

Agradeço, à minha família por todo o apoio, ajuda e palavras ditas nos momentos certos.

Agradeço à minha orientadora, Carolina, e à minha co-orientadora, Márcia, por toda a ajuda dada a mim e puxão de orelha que me deram.

Agradeço à Perdonato por ter doado a farinha de alfarroba.

Agradeço à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira, pelos estudos que me fizeram realizar esse projeto, pelos equipamentos e laboratórios cedidos.

Agradeço aos servidores da UTFPR por toda ajuda.

Agradeço aos meus amigos por todo o incentivo e apoio.

RESUMO

BARREIRO NÍVIA. **OBTENÇÃO DE FARINHA DE CASCA DE ABACAXI E APLICAÇÃO EM SORVETE.** Trabalho de Conclusão de Curso. Curso Engenharia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Medianeira.

A casca do abacaxi é um resíduo industrial que apresenta potencial para aplicação como enriquecedor da dieta alimentar, por apresentar proteínas, lipídeos e fibras. Em vista disso e considerando a preocupação atual pela minimização dos resíduos agroindustriais, o objetivo do presente trabalho foi produzir a farinha de casca de abacaxi para ser utilizada na fabricação de sorvetes, como enriquecedor da dieta alimentar. A secagem de fatias de cascas (6 x 2 x 0,1 cm) foi realizada em estufa com circulação de ar a 70 °C por 5 horas e 20 minutos, sendo a cinética de secagem acompanhada através de pesagens sucessivas das amostras. O coeficiente de difusão da água foi determinado com base na segunda lei de Fick. Os modelos de Page e Henderson & Pabis também foram utilizados para representar os dados de secagem da casca do abacaxi. As cascas secas foram trituradas em moinho de facas e a análise granulométrica da farinha obtida foi realizada em equipamento apropriado. A farinha obtida foi utilizada na fabricação de sorvete de abacaxi com teor reduzido de gordura, o qual foi avaliado sensorialmente através de escala hedônica de 9 pontos por 34 provadores não treinados. As características físico químicas da farinha e do sorvete foram determinadas. O coeficiente de difusão efetivo da água durante a secagem das cascas de abacaxi (1 mm de espessura) foi de $3,76 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Dentre os modelos avaliados, o de Fick foi o que melhor representou os dados experimentais, uma vez que o coeficiente de determinação foi de 0,98 e que o erro médio relativo foi o menor dentre os modelos avaliados. Mais de 50% das partículas da farinha obtida apresentou diâmetro de 0,417 mm. A formulação padrão de sorvete apresentou umidade e teor de lipídios significativamente maior ($p < 0,05$) que a amostra na qual houve adição da farinha de casca de abacaxi. O teor de cinzas e o de proteínas da formulação de sorvete adicionada de farinha da casca de abacaxi foi significativamente maior ($p < 0,05$) que o teor de cinzas da formulação padrão de sorvete, possivelmente, como consequência da adição do resíduo agroindustrial. O sorvete adicionado de farinha de casca de abacaxi apresentou-se mais esverdeado e amarelado que a formulação padrão. A densidade aparente das formulações padrão e adicionada de farinha de casca de abacaxi foi 269,89 e 196,48 g/L, respectivamente. Os sorvetes tiveram uma boa aceitação e a intenção de compra foi de 77,14% e 54,29% para a formulação padrão e adicionada de farinha de casca de abacaxi, respectivamente.

Palavras-chave: *Ananas comosus* (L.) Merrill; resíduo agroindustrial; cinética de secagem, avaliação sensorial.

ABSTRACT

BARREIRO NÍVIA. **MANUFACTURING OF THE FLOUR OF PINEAPPLE'S PEEL AND ITS APPLICATION IN ICE CREAM PREPARATION.** Trabalho de Conclusão de Curso. Curso Engenharia de Alimentos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Medianeira.

The pineapple's peel is an industrial waste which presents potential to be used as enrichment of the diet, because it presents proteins, lipids and fiber. Because of that and considering the actual preoccupation with minimizing industrial wastes, the objective of the present work was to produce the flour of pineapple's peels to be used in the manufacturing of ice cream, as enrichment of the diet. The drying of the peels slices (6 x 2 x 0,1 cm) was carried out in an oven with air circulation at 70 °C for 5 hours and 20 minutes, and the drying kinetic was followed through successive weighings of the samples. The effective diffusion coefficient of water was determined based on Fick's second law. The models of Page and Henderson & Pabis were also used to represent the data of pineapple's peels drying. The dried peels were triturated using a knives mill and the particle size analysis of the flour was determined in an appropriate equipment. The flour was used to manufacture pineapple ice cream with reduced fat, which was sensorially evaluated through a hedonic scale with 9 points by 34 untrained provers. The physical and chemical characteristics of the flour and the ice cream were determined. The effective diffusion coefficient of water during pineapple's peels drying (1 mm of thickness) was $3,76 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Among the evaluated models, Fick's model was the one which better represented the experimental data, since the determination coefficient was 0,98 e the average mean error was the smallest among the evaluated models. More than 50% of flour particles presented diameter of 0,417 mm. The control formulation of ice cream presented moisture and lipids content significantly higher ($p < 0,05$) than the contents of the ice cream formulation added with the flour of pineapple's peel. The ash and protein contents of the ice cream added with the flour of pineapple's peel was significantly higher ($p < 0,05$) than the contents of the control formulation, possibly, as a consequence of adding the agro industrial residue. The ice cream added with the flour of pineapple's peel presented more greenish and yellowish than the control formulation. The apparent density of the control ice cream and of the formulation added with the flour of pineapple's peels were 269,89 g/L and 196,48 g/L, respectively. Both ice creams presented good acceptance and the purchase intention was 77,14% and 54,29% to the control ice cream and to the formulation added with the flour of pineapple's peel, respectively.

Keywords: *Ananas comosus* (L.) Merrill; agro industrial waste; drying kinect, sensory evaluation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Curva típica de secagem.....	20
Figura 2 - Fluxograma para preparo dos sorvetes.....	39
Figura 3 - Teor de água das cascas de abacaxi em função do tempo.	45
Figura 4 – Distribuição percentual do tamanho de partículas da farinha da casca de abacaxi.....	48
Figura 5 – Aspecto visual da farinha da casca de abacaxi.....	50
Figura 6 - Teste de derretimento visual das amostras de sorvete realizado em intervalos de 5 min durante 15 min	54
Figura 7 – Aparência visual dos sorvetes produzidos	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Modelos matemáticos utilizados para o ajuste dos dados experimentais de secagem.....	37
Tabela 2 - <i>Formulação do Sorvete</i>	40
Tabela 3 - Parâmetros dos modelos propostos para a modelagem da secagem das cascas de abacaxi	46
Tabela 4 - Parâmetros estatísticos obtidos para os três modelos propostos para a modelagem da secagem da casca do abacaxi.....	48
Tabela 5 - L^* , a^* e b^* da farinha da casca de abacaxi e das formulações de sorvete produzidas.....	49
Tabela 6 – Umidade e teores de cinzas, lipídios e proteínas das formulações de sorvete.....	51
Tabela 7 - Porcentagem de overrun e densidade aparente (g/mL) das formulações de sorvete	53
Tabela 8 - Análises microbiológicas das formulações de sorvete.....	56
Tabela 9 - Média dos atributos avaliados sensorialmente, utilizando escala hedônica de 9 pontos, para as formulações de sorvete de abacaxi produzidas.	57

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVO GERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 ABACAXI.....	14
3.1.1 CASCA DO ABACAXI	14
3.2 RESÍDUOS INDUSTRIAIS.....	16
3.3 SECAGEM	18
3.3 SORVETE	22
3.3.1 Ingredientes.....	25
4. MATERIAIS E MÉTODOS	36
4.1 PREPARO DA FARINHA DA CASCA DE ABACAXI	36
4.2 PREPARO DA FARINHA	38
4.3 PREPARO DO SORVETE	38
4.4 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.....	40
4.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	42
4.6 ANÁLISE SENSORIAL.....	42
4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA	43
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
5.1.SECAGEM	44
5.2 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA	48
5.3 ANÁLISES DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL	49
5.4 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	55
5.5 AVALIAÇÃO SENSORIAL.....	56
6. CONCLUSÕES	60
7. REFERÊNCIAS	61
ANEXO 1 – FICHA SENSORIAL	74

ANEXO 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

75

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de abacaxi da América do Sul. Entre os principais Estados produtores estão o Pará (com uma produção de 320.478 ton), a Paraíba (com uma produção de 285.715 ton) e Minas Gerais (com uma produção de 239.565 ton) (IBGE, 2013). O abacaxi é uma das principais frutas brasileiras e está presente, praticamente, o ano todo para o consumidor.

Segundo Fonseca et al. (2011), o abacaxizeiro é uma planta, da qual apenas 22,5% correspondem à polpa do fruto, comestível e altamente industrializada. Dos 77,5% restantes, a casca contribui com 4,5% e a parte vegetativa com 73%.

Em 2008, o Instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF) estimou em 350 milhões de litros a produção/consumo de sucos e polpas à base de frutas no Brasil. O processamento dos sucos/polpa gera cerca de 40% dos resíduos agroindustriais, compostos de restos de polpa, casca, caroços ou sementes. O beneficiamento do abacaxi resulta em quantidades consideráveis de resíduos. Aproximadamente 65 a 75% do fruto são desperdiçados durante sua industrialização (LOUSADA JÚNIOR et al., 2006).

De acordo com Carvalho (2008) a casca de abacaxi apresenta 4,5% de proteína, 0,5% de lipídios, 3,1% de fibra alimentar e 4,8% de cinzas. Apesar da pouca utilização como ingrediente alimentar, há estudos sobre a utilização desse resíduo na formulação de alimentos (BORGES et al., 2004; CARVALHO, 2008; PAIVA, 2008).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, na resolução RDC nº 266, sorvete ou gelado comestível é “um produto alimentício obtido a partir de uma emulsão de gordura e proteínas, com ou sem adição de outros ingredientes e substâncias, ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes e substâncias que tenham sido submetidas ao congelamento, em condições tais que garantam a conservação do produto no estado congelado

ou parcialmente congelado, durante a armazenagem, o transporte e a entrega ao consumo”. De 2003 a 2013, o consumo de sorvetes no Brasil passou dos 685 milhões de litros para 1,244 bilhão de litros, um aumento de 86,1% (DAROILT, 2016).

Considerando a possibilidade de aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação humana e sabendo que a secagem destaca-se como uma tecnologia adequada para tal finalidade, objetivou-se no presente trabalho a obtenção de farinha do resíduo casca de abacaxi, a qual foi utilizada na produção de sorvete de abacaxi.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Obtenção de farinha de casca de abacaxi e aplicação na produção de formulações de sorvetes com reduzido teor de gordura.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a cinética de secagem da casca do abacaxi;
- Produzir farinha de casca de abacaxi
- Determinar a umidade, a atividade de água e a cor da farinha da casca do abacaxi;
- Elaborar sorvete de teor de gordura reduzido, seguindo formulação padrão, e sorvete adicionado de 1,95% de farinha da casca do abacaxi;
- Determinar as características físico-químicas (umidade, teores de cinzas, de proteínas e de lipídios, cor, *overrun* e derretimento visual) e microbiológicas (Coliformes a 45 °C, *Estafilococcus coagulase positiva* e *Salmonella sp/25 g*) das formulações de sorvetes;
- Realizar avaliação sensorial das formulações.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ABACAXI

O abacaxi ou ananás, nomes utilizados tanto para a fruta como para a planta, pertence à família *Bromeliaceae* e gênero *Ananas*. Esse gênero é vastamente distribuído nas regiões tropicais por intermédio da espécie *Ananas comosus* (L.) Merrill, a qual abrange todas as cultivares plantadas de abacaxi. O fruto é normalmente cilíndrico ou ligeiramente cônico, constituído por 100 a 200 pequenas bagas ou frutinhos fundidos entre si sobre o eixo central ou coração (GRANADA et al., 2004).

A produção comercial de abacaxi é baseada nas variedades Smooth Cayenne, Pérola, Queen, Singapore Spanish, Española Roja e Perolera. Contudo, estima-se que cerca de 70% da produção mundial de abacaxi provém de Smooth Cayenne e Pérola. No Brasil e em outros países da América Latina, ocorrem diversas variedades locais e populações silvestres de abacaxi pertencentes ao gênero *Ananas* (IBGE, 2013).

Segundo Fonseca et al. (2011), o abacaxizeiro é uma planta da qual apenas 22,5% correspondem à polpa do fruto, comestível e altamente industrializada. Dos 77,5% restantes, a casca contribui com 4,5% e a parte vegetativa com 73%.

3.1.1 CASCA DO ABACAXI

Segundo Gondim et al. (2005), as cascas das frutas (abacate, abacaxi, banana, mamão, maracujá, melão e tangerina) apresentam, em geral, teores de nutrientes maiores do que os das suas respectivas partes comestíveis. Desta forma, as cascas das frutas analisadas poderiam ser consideradas como fontes alternativas de nutrientes.

Uma porção de 100 g da casca de abacaxi possui 70,55 kcal e a seguinte composição centesimal: 78,13 g de umidade, 1,03 g de cinzas, 0,55 g de lipídios, 1,45 g de proteínas, 3,89 g de fibras, 14,95 g de carboidratos, 76,44 mg de cálcio, 0,71 mg de ferro, 62,63 mg de sódio, 26,79 mg de magnésio, 0,45 mg de zinco, 0,11 mg de cobre e 285,87 mg de potássio (GONDIM et al., 2005).

Botelho et al. (2002) avaliaram a composição da fibra alimentar presente na casca de abacaxi e do cilindro central, concluindo que ambos podem ser considerados boa fonte de fibra insolúvel (celulose, hemicelulose e lignina), porém são pobres em fibra solúvel, como a pectina. A casca apresentou maiores teores de fibra insolúvel e solúvel do que o cilindro central da fruta.

De acordo com Carvalho (2008) a casca de abacaxi apresenta 4,5% de proteína, 0,5% de lipídios, 3,1% de fibra bruta e 4,8% de cinzas. Apesar da pouca utilização como ingrediente alimentar, Borges et al. (2004) utilizaram o resíduo de abacaxi (casca e cilindro central) na elaboração de um suco, o qual obteve 80,8% de aceitabilidade sensorial. Paiva (2008) desenvolveu uma barra de cereais com a incorporação de 12% de resíduo do abacaxi (casca e cilindro central) na composição da fase sólida, obtendo um produto com fibra, mas de baixa aceitabilidade sensorial. Carvalho (2008) utilizou uma mistura de casca de abacaxi cozida e pó de casca de abacaxi desidratada como ingredientes do xarope de ligação na formulação de barras de cereais. Apesar dos julgadores terem aceitado o produto, não foi observado pelo painel sensorial, composto de 54 julgadores, a percepção do sabor de abacaxi no produto formulado.

3.2 RESÍDUOS INDUSTRIAIS

Nos últimos anos, especial atenção vem sendo dada para minimização ou reaproveitamento de resíduos sólidos gerados nos diferentes processos industriais. Os resíduos provenientes da indústria de alimentos envolvem quantidades apreciáveis de casca, caroço e outros. Esses materiais, além de fonte de matéria orgânica, servem como fonte de proteínas, enzimas e óleos essenciais, passíveis de recuperação e aproveitamento (COELHO et al., 2001).

Os resíduos agroindustriais são gerados no processamento de alimentos, fibras, couro, madeira, produção de açúcar e álcool, etc., sendo sua produção, geralmente, sazonal, condicionada pela maturidade da cultura ou oferta da matéria-prima. As águas residuárias podem ser o resultado da lavagem do produto, cozimento, pasteurização, resfriamento e lavagem do equipamento de processamento e das instalações. Os resíduos sólidos são constituídos pelas sobras de processo, descartes e lixo proveniente de embalagens, lodo de sistemas de tratamento de águas residuárias, além de lixo gerado no refeitório, pátio e escritório da agroindústria (MATOS, 2005).

O Brasil é conhecido por seu grande potencial de produção de recursos renováveis, tais como produtos agrícolas, florestais e resíduos como o bagaço de cana-de-açúcar, a palha de arroz, a palha de trigo, a casca de aveia e as aparas de madeira. A produção de resíduos agroindustriais é de, aproximadamente, 250 milhões de toneladas/ano. A utilização adequada destes resíduos ajuda a minimizar problemas ambientais e energéticos, além disso, pode gerar produtos com relevantes aplicações na indústria farmacêutica e de alimentos (ROBERTO et al., 1995; SOUZA; SANTOS, 2015).

Diante dessa situação alguns autores vêm estudando o resíduo agroindustrial de alguns produtos agrícolas. Stefanelo e Rosa (2012) estudaram a composição da casca de 9 frutas diferentes: ameixa (variedade japonesa), bergamota (variedade Ponkan), goiaba (variedade Paluma vermelha), laranja (variedade Pera), maçã (variedade Gala), mamão (variedade

Papaya), manga (variedade Tommy Atkins), pera (variedade Williams) e uva (variedade Isabel) e verificaram que as cascas apresentam elevados teores de nutrientes, podendo ser utilizadas em preparações de alimentos.

Gerhardt et al. (2012) avaliaram a atividade antibacteriana de extratos alcoólicos da casca de frutas cítricas na perspectiva da desinfecção e da conservação de alimentos, propondo alternativas sustentáveis e naturais voltadas a consumidores cada vez mais preocupados com sua saúde. Os pesquisadores concluíram que os extratos das cascas de frutas cítricas inibiram ou inativaram na sua totalidade as bactérias testadas: *Escherichia coli* (ATCC® 25992), *Enterococcus faecalis* (ATCC® 29212), *Staphylococcus aureus* (ATCC® 25923), *Salmonella enteritidis* (ATCC® 13076) e *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC® 27853), indicando a possibilidade de se tornarem alternativas naturais na desinfecção e conservação de alimentos.

A produção de farinhas apresenta grande variabilidade para a indústria de alimentos, principalmente em produtos de panificação, produtos dietéticos e alimentos infantis, por serem ricas fontes de amido e sais minerais (CARVALHO, 2000).

Fernandes et al. (2008) utilizaram a casca de batata para produção de farinha visando a sua utilização em produtos de panificação os quais tenham farinha de trigo integral, tendo utilizado as seguintes proporções na composição da farinha mista: 0-50-50%; 3-47-50%; 6-44-50%; 9-41-50% e 12-38-50% de farinha de casca de batata, farinha de trigo branca e farinha de trigo integral, respectivamente. Os pesquisadores verificaram que a farinha de casca de batata apresentou elevados teores de fibras e minerais, destacando-se os teores de fósforo, cálcio e magnésio. Os autores não utilizaram a farinha na produção de alimentos, porém ressaltaram a viabilidade da utilização das mesmas em produtos que tenham farinha de trigo integral.

Para a obtenção de farinhas de resíduos agroindustriais, a secagem destaca-se dentre as opções tecnológicas. As farinhas de resíduos agroindustriais podem ser utilizadas como ingrediente alimentar rico em fibras

para incorporação nos mais diversos alimentos, como na substituição parcial à farinha de trigo, por exemplo (MATIAS et al., 2005; ABUD; NARAIN, 2009).

3.3 SECAGEM

Segundo Garcia (2012) a secagem é um dos métodos mais antigos e utilizados para a conservação de alimentos, pois diminui a disponibilidade de água para reações de deterioração e promove uma considerável redução de custos em transporte e manipulação do produto. A secagem é uma operação complexa, pois envolve transferência de massa e de calor simultâneas, em regime transiente, juntamente com transformações bio-físico-químicas.

No geral, a secagem significa a remoção da água de certo material. A evaporação refere-se à eliminação de grandes quantidades de água, mas a água é eliminada na forma de gás em seu ponto de ebulição (GEANKOPLIS, 1998).

Dentre as várias vantagens de se utilizar o processo de secagem são destacadas: a facilidade na conservação do produto; proteção contra degradação enzimática e oxidativa; redução do peso; economia de energia por não necessitar de refrigeração e a disponibilidade do produto durante qualquer época do ano (GARCIA, 2012; PARK, 2001b).

Durante a secagem, é na superfície do material que ocorre a evaporação da água livre, a qual foi transportada do interior do sólido. Os mecanismos mais importantes desse transporte são: difusão líquida, difusão de vapor e fluxo de líquido e de vapor. A energia envolvida no processo de secagem será correspondente ao calor latente de vaporização (PARK, 2001a, 2001b).

Apesar das diferenças entre conteúdo inicial e final (equilíbrio) de umidade do material, da relação da água com a estrutura sólida, do tipo de material biológico e do transporte da água do interior do material até a sua superfície, a transferência de calor e de massa entre o ar de secagem e o

produto é fenômeno comum a qualquer condição de secagem (GEANKOPLIS, 1998).

As informações acerca da umidade de equilíbrio são importantes no processamento e armazenamento dos alimentos, pois implica em alterações que o material possa sofrer. No processo de secagem, a umidade de equilíbrio é a umidade final que o produto pode atingir se o processo for conduzido num longo período de tempo. Em uma determinada umidade relativa, na condição de equilíbrio com o ambiente, o material não perde nem ganha água, isto ocorre quando a pressão de vapor d'água na superfície do material se iguala à pressão de vapor d'água do ar que o envolve (PARK, 2001a).

O processo de secagem, com base na transferência de calor e de massa, pode ser dividido em três períodos ao longo do tempo, conforme apresentado na Figura 1.

A curva (a) representa a diminuição do teor de água do produto durante a secagem: o conteúdo de umidade do produto, dado em base seca, em relação à evolução do tempo de secagem (t), isto é, é a curva obtida pesando o produto durante a operação em uma determinada condição de processo.

A curva (b) representa a velocidade (taxa) de secagem do produto, variação do conteúdo de umidade do produto por tempo, dX/dt em relação à evolução do tempo (t), ou seja, é a curva obtida diferenciando a curva (a).

A curva (c) representa a variação da temperatura do produto durante a secagem, sendo assim, é a curva obtida medindo a temperatura do produto durante a secagem.

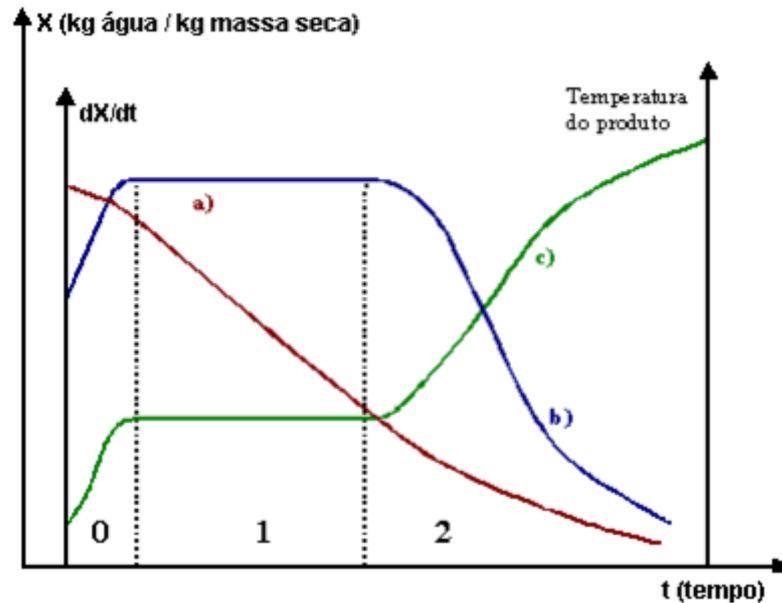


Figura 1 - Curva típica de secagem.

a) Evolução do conteúdo de umidade (curva vermelha); b) Cinética de secagem (curva azul); c) Evolução da temperatura do produto (curva verde).

Fonte: Adaptado de PARK et al., 2001a

Os períodos de secagem podem ser analisados da seguinte maneira:

- O primeiro período (0), chamado período de indução, representa o início da secagem. Nesse período ocorre uma elevação gradual da temperatura do produto e da pressão de vapor de água. Essas elevações prosseguem até o ponto em que a transferência de calor seja equivalente à transferência de massa (água).
- O segundo período (1), chamado período de taxa constante, é caracterizado pela taxa constante de secagem. A água evaporada é a água livre presente no sólido. A transferência de massa e de calor é equivalente e, portanto, a velocidade de secagem é constante. Enquanto houver quantidade de água na superfície do produto suficiente para acompanhar a evaporação, a taxa de secagem será constante.

- O terceiro período (2) é o de taxa de secagem decrescente. A quantidade de água presente na superfície do produto é menor, reduzindo assim a transferência de massa. A transferência de calor não é compensada pela transferência de massa; o fator limitante nessa fase é a redução da migração de umidade do interior para a superfície do produto. A temperatura do produto aumenta, atingindo a temperatura do ar de secagem. Quando o produto atinge o ponto de umidade de equilíbrio em relação ao ar de secagem, o processo é encerrado.

A complexidade dos fenômenos existentes durante a secagem, conduziu os pesquisadores a proporem numerosas teorias e múltiplas fórmulas empíricas para prever a taxa de secagem (AKGUN; DOYMAZ, 2005; PARK et al., 2003). Dentre essas teorias, destaca-se a teoria difusional, que tem como base a Lei de Fick (Equação 1), a qual descreve que o fluxo de massa por unidade de área e proporcional ao gradiente de concentração do composto (neste caso, a água) (GARCIA, 2012; AKGUN; DOYMAZ, 2005; PARK et al., 2003).

$$\frac{\partial X}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(D_{ef} \frac{\partial X}{\partial z} \right) \quad (1)$$

em que: X é o teor de água (kg de água/kg de sólidos secos), z é o caminho de difusão (m), t é o tempo (s) e D_{ef} é o coeficiente de difusão efetivo da água (m^2/s) sobre as condições de secagem testadas, considerado independente do teor de água.

O coeficiente de difusão efetivo para as condições de secagem é calculado ajustando o modelo aos dados observados. As soluções integradas da equação da difusão foram descritas por Crank (1975). Considerando o sólido como uma placa infinita, a solução para a Equação 1 é dada por (CRANK, 1975):

$$X = \left(\frac{\bar{X}_t - X_{eq}}{X_0 - X_{eq}} \right) = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{1}{(2n-1)^2} \right] \exp \left[-(2n-1)^2 \frac{\pi^2 D_{ef} t}{z^2} \right] \quad (2)$$

em que: o sobrescrito eq indica equilíbrio e o 0 , tempo inicial; X é o adimensional de umidade; X representa o conteúdo de umidade (b.s.); \bar{X}_t é a umidade (b.s.) no tempo t ; D_{ef} é o coeficiente de difusão efetivo da umidade (m^2/s); z é a meia espessura das amostras (m).

A secagem de frutas é tema de muitos estudos. Park e Brod (2001), determinaram as curvas de secagem da pêra Bartlett (*Pyrus sp.*) nas temperaturas de 50, 60 e 70°C e velocidades do ar de 0,5, 1,0 e 1,5 m/s. Os pesquisadores concluíram que os valores da difusividade da água aumentaram com o aumento da temperatura do ar de secagem. Garcia (2012) avaliaram a cinética de secagem de cilindros de mamão Formosa e verificaram que os coeficientes de difusão efetivos para a água, calculados segundo a Lei de Fick, apresentaram melhor ajuste aos dados experimentais quando o encolhimento foi incorporado ao modelo. Vieira et al. (2007) estudaram a cinética de liofilização de fatias de abacaxi de diferentes espessuras congeladas em diferentes temperaturas. Os autores verificaram que as difusividades da água foram maiores nas fatias mais espessas, uma vez que nessas, o congelamento foi mais lento, formando grandes cristais de água e resultando em maior porosidade do produto final. Alexandre et al. (2013) caracterizaram e avaliaram a cinética de secagem do resíduo casca de abacaxi (*Ananas comosus* L.) enriquecido com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* em leito estático (temperatura de 40 a 60 °C e velocidade do ar de secagem de 0,8 a 1,3 $m \cdot s^{-1}$) e concluíram que a temperatura é a variável de maior influência no processo.

3.3 SORVETE

De acordo com a Resolução da RDC (Resolução de Diretoria Colegiada) nº 266, de 22 de setembro de 2005, gelados comestíveis são “os produtos congelados obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas;

ou de uma mistura de água e açúcar(es). Podem ser adicionados de outro(s) ingrediente(s) desde que não descaracterize(m) o produto”.

O sorvete é considerado um gelado comestível e se caracteriza como sistema coloidal complexo composto por uma emulsão constituída de gordura e proteínas, bolhas de ar e cristais de gelo dispersos em uma fase aquosa, representado por uma solução concentrada de sacarose, podendo conter outros ingredientes, tais como emulsificantes e estabilizantes (SANTOS, 2009). Os cristais de gelo e as bolhas de ar medem em torno de 20 a 50 μ m, dimensões estas que dependem das repetições de batimento. As bolhas de ar encontram-se revestidas por glóbulos de gordura cobertos por camadas de proteínas e emulsificantes. A fase aquosa consiste de açúcares e polissacarídeos de alto peso molecular em uma solução concentrada congelada (GOFF, 2001).

O sorvete é reconhecido como alimento completo e de elevado valor nutricional devido, principalmente, ao seu alto conteúdo de carboidratos e gordura. As proteínas do leite representam de 34 a 36% de seus sólidos não gordurosos e o sorvete contém elevada concentração de minerais e vitaminas cujo conteúdo dependerá, primariamente, da quantidade de sólidos do leite utilizado na formulação. Também é rico em vitaminas A, B1, B2, B6, C, D, E e K, cálcio, fósforo e outros minerais (BERGER, 1997; SOUSA et al., 2011).

Quanto a sua composição, o sorvete deve conter, no mínimo, 10% de gordura e 20% de sólidos totais, 12 a 17% de açúcares ou adoçantes, 0,2 a 0,5% de estabilizantes e emulsificantes e 55 a 65% de água (constituente do leite). Possui de 3 a 4 vezes mais gordura e de 12 a 16% mais proteínas do que o leite.

A adição de frutas, amêndoas e outros contribuem para aumentar seu valor energético, uma vez que o leite é deficiente em ferro e outros micro elementos (MOSQUIM, 1999; MAGALHÃES; BROIETTI, 2010). Os estabilizantes, emulsificantes, assim como aromas, corantes e acidulantes, também fazem parte da composição do sorvete, empregados com o intuito de melhorar o corpo, diminuir a velocidade de derretimento e proteger os sorvetes

de choques térmicos influenciando também na viscosidade, temperatura de fusão da mistura e na incorporação de ar (OLIVEIRA et al., 2005; BARBOSA et al., 2010).

A busca por uma alimentação alternativa é, sem dúvida, uma realidade nos dias atuais. Consumidores que buscam novos e saudáveis hábitos alimentares têm nos produtos *light* e *diet* grandes aliados. Os mais jovens procuram os produtos geralmente com preocupações ligadas à estética corporal e, entre os mais velhos, a procura prende-se à preservação e manutenção da boa saúde (RORATO, 2007).

Atualmente, produtos considerados saudáveis estão recebendo cada vez mais atenção dos consumidores, sendo que a indústria tem-se antecipado aos desejos desses consumidores e lançado produtos com baixo teor de gordura e cloreto de sódio. Os consumidores almejam por produtos e serviços que os façam se sentirem bem fisicamente, mentalmente e socialmente (MURPHY et al., 2004). De acordo com Zanardi et al. (2002), os consumidores modernos estão interessados em produtos gostosos e convenientes, mas também estão preocupados com o valor nutritivo, a segurança e os benefícios que o alimento possa trazer.

Com base nisso, os sorvetes com reduzido teor de gordura tem sido de grande procura. No desenvolvimento de sorvetes com reduzido teor de gordura, a base gordurosa é substituída parcialmente por substitutos, permitindo assim que o sorvete mantenha a maioria de suas propriedades sensoriais. Muitas vezes, com a adição desses substitutos de gordura o sorvete tem suas características sensoriais e nutricionais melhoradas (ADAPA et al., 2000; OHMES et al., 1997).

Inicialmente o termo substituto de gordura (“fat replacer”) era usado para todos os ingredientes desconsiderando-se o quanto eles eram adequados para substituir a gordura. Posteriormente, o interesse foi direcionado na descoberta de um ingrediente ótimo, capaz de substituir a gordura completamente, em todos os sistemas alimentícios. Para ser um ingrediente ideal, necessitaria ter estrutura química e propriedades físicas similares à

gordura, além de ser resistente à hidrólise pelas enzimas digestivas, tendo preferivelmente valor calórico zero ou muito baixo. Na segunda metade dos anos 80, os únicos ingredientes capazes de preencher estas necessidades foram os sintéticos (ROLLER, 1996).

Rodrigues et al. (2006) visando o aproveitamento do soro de leite e a redução de calorias, estudou a elaboração de sorvete sabor chocolate utilizando formulações em que foi avaliado o efeito da substituição, em diferentes proporções, do leite em pó e do creme de leite por soro de leite em pó e substituto de gordura (Dairy Proâ), respectivamente, na composição físico-química, no rendimento, na taxa de derretimento e na aceitação sensorial. A formulação com 100% de substituto de gordura e 50% de soro de leite em pó apresentou índice de aceitação de 88,4%. Piatì et al. (2015) elaboraram formulações de sorvete com substituição do emulsificante e estabilizante comercial por farinha de semente de alfarroba (a qual reduziu a proteína bruta e conseqüentemente o teor de umidade) e a gordura vegetal hidrogenada por mucilagem de chia em tempos distintos de maturação da calda e concluíram que a mucilagem pode ser utilizada como substituto em sorvete, pois apresentou boas características tecnológicas de incorporação de ar e derretibilidade.

3.3.1 Ingredientes

Os ingredientes básicos para a formulação de sorvetes são os adoçantes, os estabilizantes e emulsificantes, os corantes e aromatizantes e a água, sementes oleaginosas e outros produtos como café, cacau, licores, ovos e cobertura (MIKILITA, 2002; PADILHA, 2011). Uma formulação de sorvete ideal não é fácil de ser estabelecida, uma vez que varia de acordo com o público alvo e com a regionalidade do produto elaborado (KATO, 2002; CARVALHO, 2006).

3.4.1.1 Leite

O leite é um sistema de grande complexidade. Representa a secreção trifásica da glândula mamária, onde se encontram glóbulos de gordura emulsificados, micelas de caseína coloidalmente dispersas e proteínas, lactose, vitaminas e sais orgânicos. Pode-se, portanto, dizer que no leite são encontradas três fases: uma emulsão, uma dispersão coloidal e uma solução (ANTUNES, 2003).

A composição aproximada varia em razão da estação do ano e reflete nas diferenças entre raças, estágio de lactação e o sistema de alimentação. Como valores médios são aceitos 4,0% de gordura, 3,5% de proteína, 4,8% de lactose e 0,7% de sais, sendo água o restante (ANTUNES, 2003).

3.4.1.2 Gordura

O teor de gordura é o primeiro aspecto a ser definido quando se escolhe uma formulação de sorvete e, posteriormente, a quantidade dos demais ingredientes (COSTA; LUSTOZA, 2000).

A gordura é o ingrediente mais importante no sorvete e, normalmente, constitui entre 28 e 38% dos sólidos totais da mistura, dependendo da formulação (PINHEIRO, 2008).

A função da gordura na formulação de sorvetes é a de contribuir para o desenvolvimento de uma textura suave, melhorar o corpo do produto e aumentar a resistência à fusão (PEREDA, 2005). Além disto, ela auxilia na estabilidade do sorvete de creme, reduzindo a necessidade de estabilizantes, aumentando a viscosidade do preparado sem alterar seu ponto de congelamento, uma vez que se encontra em suspensão (MOSQUIM, 1999).

A gordura utilizada para a fabricação de sorvetes pode ser fornecida pelos ingredientes lácteos (creme de leite, manteiga ou leite em pó integral) ou

ser de origem vegetal (derivada da soja, algodão, babaçu ou a combinação destas) (COSTA; LUSTOZA, 2000; GOFF, 2001).

3.4.1.3 Sólidos não gordurosos do leite

Os sólidos não gordurosos do leite (SNGL) ou extrato seco desengordurado (ESD) correspondem aos sólidos totais do leite desnatado, constituídos por lactose (55%), proteínas e minerais (37%) e vitaminas hidrossolúveis (8%) (SOLER; VEIGA, 2001).

A lactose confere um leve sabor doce, mascarado pelo açúcar que normalmente é adicionado. Os minerais conferem um sabor levemente salgado, o que arredonda o sabor e aroma do produto final (SOLER; VEIGA, 2001).

O extrato seco desengordurado, fundamentalmente proteínas, é necessário para a palatabilidade, visto que a intensidade e o tempo de permanência do sabor na boca estão relacionados com o conteúdo de sólidos da mistura; é importante também para baixar o ponto de congelamento e aumentar a viscosidade do líquido restante. Além disso, a proteína cobre a superfície dos glóbulos de gordura e as bolhas de ar, estabilizando a espuma (PEREDA, 2005).

O leite em pó é um derivado do leite natural, sendo uma forma moderna de consumo do mesmo, este é obtido pela desidratação do leite, que pode ser integral, semidesnatado ou desnatado. A água que é o maior componente do leite "in natura", com aproximadamente 87,5%, é eliminada através de um processo que envolve operações unitárias de evaporação e secagem por pulverização (atomização, nebulização), restando o extrato seco do leite e uma pequena quantidade de água, cerca de 2,5% a 4,0%. A presença de gordura influencia seriamente nas dificuldades de fabricação do leite em pó, devido ao perigo de oxidação e rancificação, durante o processo de armazenamento. Um problema que ocorre com o leite em pó é a solubilidade do produto acabado, assim pode ocorrer a adição de lecitina para

facilitar sua dispersão em água. Por isso, é necessário que o leite, no decorrer do processo, não sofra modificações profundas que impeçam sua dissolução total em água, quando da sua reconstituição (LEITES EM PÓ, 2016).

O leite em pó, de uma maneira geral, tem uma grande atuação dentro da categoria de alimentos. As propriedades funcionais do leite em pó podem influenciar de maneira decisiva em como um produto deve ser produzido, como deve ser distribuído, quanto tempo deve ser armazenado, como também, qual deve ser o apelo nutricional para o consumidor. Este produto é comumente usado em produtos de panificação e confeitaria, chocolate, queijo, sorvete, iogurte, entre outros (LEITES EM PÓ, 2016).

O leite em pó é rico em lactose, principalmente o leite em pó desnatado. Portanto, seu uso deve ser limitado devido aos danos que a lactose pode produzir no sorvete, tais como a formação de cristais, tendem a ficar com a cor mais amarelada e tendem a um derretimento mais rápido (VARNAN, 1994).

3.4.1.4 Emulsificantes

Os emulsificantes são substâncias químicas com uma parte da molécula hidrofóbica e outra hidrofílica, que possibilitam a formação de uma emulsão, reduzindo a tensão superficial. No sorvete existem dois tipos de emulsão: uma emulsão gordura em água e uma emulsão ar em mistura, parcialmente congelada (TIMM, 1989).

No sorvete, os emulsificantes são usados para promover a uniformidade durante o batimento, reduzir o tempo de batimento da calda, controlar a aglomeração e o reagrupamento da gordura durante a etapa de congelamento (estabilizar a emulsão de gordura) e facilitar a distribuição das bolhas de ar, resultando em corpo e textura cremosa típica dos sorvetes. Os emulsificantes também reduzem os efeitos negativos causados pela flutuação da temperatura e aumentam a resistência ao derretimento (GOFF, 1997; MOSQUIM, 1999).

3.4.1.5 Estabilizantes

Os estabilizantes são também chamados de espessantes, aglutinantes e hidrocolóides. São compostos macromoleculares que se hidratam intensamente em água e formam soluções coloidais, com isso, controlam a movimentação da água, devido à formação de pontes de hidrogênio e à formação de uma rede tridimensional que impede a mobilidade da água (EARLY, 2000; TIMM, 1989).

A utilização dos estabilizantes no sorvete tem por objetivo evitar o crescimento de cristais de gelo, ou recristalização, causado pelas flutuações de temperatura durante a estocagem e também para evitar a separação do soro de leite em ambas fases, tanto no congelamento como no descongelamento (SOLER; VEIGA, 2001). Os estabilizantes também melhoram as propriedades de batimento, aumentam a viscosidade da calda, contribuem para o melhoramento do corpo e textura do produto final, melhoram as propriedades de derretimento, facilitam a incorporação e a distribuição de ar durante a fabricação do sorvete, promovem melhor estabilidade durante o armazenamento e não têm efeito no ponto de congelamento (ARBUCKLE, 1977; TIMM, 1989, GOFF, 1997).

Todavia, estes resultados são obtidos satisfatoriamente somente se os estabilizantes forem usados em proporções corretas e devidamente acompanhados pelos demais ingredientes da formulação. Uma quantidade excessiva de estabilizantes resulta em um sorvete de difícil trabalho, já que se torna gosmento, demasiadamente elástico. Se ao contrário, for usada uma quantidade insuficiente, não será obtida a consistência ideal e não será evitada a cristalização. A quantidade de estabilizantes deve ser inversamente proporcional ao nível de matéria graxa (ESTABILIZANTES EM SORVETES, 2016).

A seleção do estabilizante deve levar em consideração: a força do estabilizante; o corpo que se deseja dar ao sorvete; condições de fabricação e congelamento disponíveis, processos utilizados na fabricação do sorvete, ou

seja, homogeneização, pasteurização, etc. (ESTABILIZANTES EM SORVETES, 2016).

Dentre os estabilizantes, a alfarroba (do árabe al karrub, a vagem) é proveniente da Alfarrobeira (*Ceratonia siliqua* L.), que é uma árvore muito rústica, resistente à seca e que consegue sobreviver e crescer em regiões de solos muito pobres (AYAZ et al., 2009). O fruto da alfarroba constitui-se de uma vagem que mede entre 10 a 17cm de comprimento, por 2 a 3 cm de largura e que possui de 10 a 17 sementes que são retiradas e, depois de processadas industrialmente, são utilizadas como aditivo natural (estabilizante/espessante) na alimentação humana, devido ao alto número de polissacarídeos. Após a retirada das sementes, o que resta da vagem da alfarroba é conhecida como polpa (AVALLONE, 1997).

A polpa após secagem, trituração e torrefação dá origem ao pó ou farinha de alfarroba, que possui cor e aroma similares ao cacau. Os compostos estimulantes (cafeína e teobromina) que são encontrados no cacau, considerados por diversos autores como fatores anti nutricionais responsáveis por efeitos fisiológicos adversos (BONVEHÍ et al., 2000; CHEN et al., 1998; ETENG, 1997; GROSSO et al., 2005) não estão presentes na farinha de alfarroba. As metilxantinas (cafeína, teobromina e teofilina), por exemplo, estão presentes em menor concentração – 0,41% na alfarroba e 1,09% no cacau. Além disso, a produção da farinha de alfarroba apresenta baixo custo quando comparada à do cacau e, graças a sua composição, rica em carboidratos de baixo peso molecular, apresenta boa solubilidade (BRAND, 1984; OWEN et al., 2003; YOUSIF; ALGHZAWI, 2000). Apesar das vantagens, a maior parte da alfarroba ainda é descartada; e o uso dos frutos ainda é limitado porque o excesso de taninos causa adstringência (KUMAZAWA et al., 2002; OZCAN et al., 2007).

A polpa ou farinha de alfarroba é rica em pectina e em glicídios simples (20 a 30%), como glicose, sacarose e frutose. Outros constituintes são: proteínas, gorduras, flavonoides, mucilagens (3%), taninos e sais minerais. As sementes, das quais se prepara a goma, são ricas em glicídios complexos como galactomananas (90%) e hemiceluloses (OZCAN et al., 2007). Efeitos

benéficos à saúde já foram relatados na literatura; Papagianopoulos et al. (2004) identificaram 41 compostos fenólicos na alfarroba e constataram que a mesma pode apresentar alta capacidade antioxidante.

Medeiros & Lannes (2009) já destacaram a alfarroba como um substituto de cacau na formulação de biscoitos, massas, sobremesas, bebidas lácteas e achocolatados, com o objetivo de garantir a qualidade do produto final durante a entressafra ou de acrescentar alguma característica nova ao produto final. Um produto no qual a semente de alfarroba pode servir de ingrediente é o sorvete (BRASIL, 1999).

A goma jataí, ainda conhecida como alfarroba, garrofina ou caroba é uma estabilizante proveniente da polpa de alfarroba, característico da região do Mediterrâneo. É formada por manoses e falactoses na proporção 4:1. Sua aplicação tem a finalidade de melhorar a textura de determinados alimentos, como bolos e biscoitos, espessarem coberturas para saladas, melhorar as características de congelamento e fusão de sorvetes, na palatabilidade dos géis de carragena e para diminuir a dureza e a temperatura de fusão do gel. A farinha de sementes de alfarroba pode ser utilizada em sorvetes à base de creme, como também em produtos de frutas (ESTABILIZANTES EM SORVETES, 2016).

3.4.1.6 Edulcorantes

O açúcar mais utilizado para a fabricação do sorvete é a sacarose, porém a utilização de outros açúcares com baixo poder adoçante, como os polióis, juntamente com a sacarose, aumenta a quantidade de sólidos totais, melhorando a textura e consistência do sorvete (ESTABILIZANTES EM SORVETES, 2016). Segundo Timm (1989) e Goff (1997), pode ocorrer uma substituição total ou parcial por açúcares derivados do milho, que contribuem para tornar o corpo do sorvete mais firme e mastigável e aumentam a vida de prateleira do produto, representado uma fonte de sólidos para a mistura.

A ausência do adoçante provoca sensação de redução da intensidade do sabor e muitas vezes acentua sabores e/ou aromas indesejáveis (SOLER; VEIGA, 2001).

Os açúcares, incluindo a lactose oriunda dos componentes lácteos do sorvete, contribuem para a redução do ponto de congelamento (ou aumento da depressão do ponto de congelamento), de forma que no produto final apenas 72% da água se encontra congelada. O restante da água encontra-se em uma solução de alta concentração de açúcar que, juntamente com o ar adicionado, permite que o alimento possa ser servido e mastigado às temperaturas de -15 a -18 °C (GOFF, 1997).

Essa interferência do açúcar no ponto de congelamento deve-se ao fato de que a sacarose é extremamente higroscópica, sendo, portanto capaz de absorver água mesmo em umidade relativa baixa (GOFF, 1997).

3.4.1.7 Água e ar

A água é a fase contínua do sorvete, presente na forma líquida e sólida (SOLER; VEIGA, 2001). Os cristais de gelo são indispensáveis para dar consistência e sensação de frescor, porém, não devem ser grandes demais para evitar a sensação de arenosidade na boca (PEREDA, 2005).

As bolhas de ar possuem três funções especiais, tais como, tornar mais leve o sorvete para facilitar a digestão; proporcionar mais maciez e tornar o produto deformável a mastigação; além de atuar como isolante do frio intenso (PEREDA, 2005).

O ar encontra-se disperso e incorporado na emulsão de gordura em soro. A interface entre a água e o ar é estabilizada por um fino filme de material não congelável e por glóbulos de gordura batidos (SOLER; VEIGA, 2001).

O *overrun* ou aumento do volume pela incorporação de ar é uma das etapas mais importantes da fabricação de sorvetes, já que influencia diretamente na qualidade e rendimento da mistura, devendo obedecer aos

padrões da legislação (BRASIL, 1999). Atualmente, estuda-se a possibilidade de incorporação de outros gases ao sorvete, como nitrogênio líquido e gás carbônico (MOSQUIM, 1999; SOLER; VEIGA, 2001).

3.4.1.8 Aromatizantes, corantes e acidulantes

Os aromas, corantes e acidulantes são adicionados para realçar o sabor e a cor, dando ao produto o aspecto desejado. Todos eles podem ser naturais ou artificiais. Os acidulantes contribuem ainda para a sensação de frescor na boca ao abaixar o pH da mistura (PEREDA,2005).

Os aromatizantes geralmente estão disponíveis na forma de produtos prontos formulados, os quais são adicionados na mistura do sorvete na etapa de congelamento. Aromas de chocolate são usualmente adicionados à mistura depois do processo, ao passo que aromas líquidos são adicionados no tanque da mistura, antes do congelamento (SOLER; VEIGA, 2001).

3.4.1.9 Outros sólidos

O cacau e o chocolate são utilizados na forma de pós, considerando-se como cacau o produto sem a adição de açúcar e como chocolate a mistura de cacau e açúcar, podendo conter ou não manteiga de cacau, adicionado ou não de leite. Esses produtos são utilizados na formulação de sorvete na proporção de 3 a 4% da mistura (MOSQUIM, 1999).

As frutas, em virtude da sua sazonalidade e para que possam estar disponíveis durante o ano todo, são submetidos a processos de congelamento, pasteurização, desidratação, concentração, entre outros. São utilizadas, especialmente, na forma de frutas congeladas, desidratadas, sucos integrais e congelados (COSTA; LUSTOZA, 2000).

Materiais sólidos como frutas, nozes, doces e crocantes são adicionados ao sorvete quando a massa é retirada da produtora, sendo

possível a adição de frutas e nozes à mistura antes, em algumas produtoras contínuas, desde que sejam uniformemente moídas ou picadas (SOLER; VEIGA, 2001).

3.4.1.10 SUBSTITUTOS DE GORDURA

A principal diferença entre os substitutos de gordura sintéticos e outros ingredientes lançados com o propósito de substituir a gordura é que somente o primeiro foi capaz, por definição, de substituir a gordura em base massa por massa. Por outro lado, todos os outros ingredientes, necessitam de água para alcançar a imitação das propriedades físicas e sensoriais associadas à gordura no alimento. Então, o termo imitador de gordura (“fat mimetic”) tem sido usado para distinguir este grupo de ingredientes (ROLLER, 1996).

Além disso, outros termos foram introduzidos por fabricantes de ingredientes, como o extensor de gordura (“fat extender”), usado para descrever um sistema composto por uma mistura de ingredientes contendo gorduras ou óleos padrões, que são emulsões contendo gordura. Por outro lado, ingredientes que são gorduras verdadeiras, mas com composição diferente da gordura padrão, desenvolvidos para promover poucas calorias podem ser designados de gordura de baixa caloria (“low-calorie fat”). Assim, em resumo, os cinco termos usados para descrever ingredientes que podem substituir a gordura podem ser definidos como segue (ROLLER, 1996):

- repositor ou substituto de gordura (“fat replacer”) - termo coletivo que descreve qualquer ingrediente para ser usado no lugar da gordura;
- substitutos de gordura (“fat substitute”) composto sintético desenvolvido para repor a gordura na base peso por peso, tendo, usualmente, uma estrutura química similar à da gordura, mas resistente à hidrólise pelas enzimas digestivas;

- imitadores de gordura (“fat mimetic”) -composto utilizado para imitar as características da gordura que necessita de alto conteúdo de água, mas resiste à hidrólise por enzimas digestivas;
- gorduras de baixas calorias (“low-calorie fat”) – triglicerídeos sintéticos combinando ácidos graxos não convencionais na cadeia de glicerol, resultando em reduzido valor calórico;
- extensores de gordura (“fat extender”) sistema de gorduras contendo uma proporção de gorduras padrões ou óleos combinados com outros ingredientes.

Uma das principais características dos ingredientes usados para repor a gordura é a falta de similaridade entre eles em termos de estrutura física e química específica.

Diferentes tipos de substitutos de gordura (“fat replacers”) estão disponíveis no mercado e sua classificação está baseada, principalmente, na natureza química e na origem do produto juntamente com seu valor energético (LERAYER; SALVA, 1997). Amidos modificados e proteínas promovem boa emulsificação ou propriedades de gel com baixo valor energético. Ligações ésteres que foram modificadas, como glicerol ésteres, pseudo-gorduras e ésteres de ácidos graxos promovem propriedades similares às da gordura e sem calorias (TAMIME et al., 1994).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 PREPARO DA FARINHA DA CASCA DE ABACAXI

Para realizar o preparo da farinha, a partir da casca de abacaxi, foram adquiridos no comércio local, abacaxis da variedade Smooth Cayenne (*Ananas comosus* L. Merrill). Estes foram lavados em água corrente e detergente neutro e imersos em solução de de hipoclorito de sódio (0,02% m/m) durante 1 minuto. Após o enxágue em água corrente, os frutos foram descascados cuidadosamente, de forma a obter cascas com uma espessura de, aproximadamente, 1 mm. As cascas foram cortadas manualmente em fatias de 6 x 2 cm, armazenadas em um recipiente plástico coberto com filme plástico e armazenadas em câmara de refrigeração a 7 ± 2 °C até o momento da secagem.

A secagem foi realizada em estufa com recirculação de ar natural (Q314M, Quimis) à 70 ± 5 °C por 340 min sendo efetuadas nesse intervalo pesagens sucessivas em intervalos de tempo regulares (a cada 20 minutos nos primeiros 100 min de processo, a cada 30 minutos até completar 210 min de secagem e a cada 40 minutos até completar o tempo total de secagem). A umidade de equilíbrio das amostras foi determinada pelo método dinâmico, realizando a secagem das fatias de casca de abacaxi por 490 minutos.

A modelagem da secagem foi realizada com base na Lei de Fick (Equação 1), utilizando o primeiro termo da solução integrada de Crank (1975) para placa infinita (Equação 2). A Equação 2 foi linearizada e ajustada aos dados experimentais com o auxílio do software *Excel* (Office 2010), permitindo o cálculo do coeficiente de difusão efetivo da água (D_{ef}) das cascas de abacaxi durante o processo de secagem convectiva (VIEIRA, 2010).

Aos dados experimentais da secagem das cascas de abacaxi foram ajustadas, ainda, duas equações empíricas/semiempíricas, frequentemente utilizadas para representação da secagem (GONELI, 2008; CORRÊA et al., 2007), as quais estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Modelos matemáticos utilizados para o ajuste dos dados experimentais de secagem.

Designação do Modelo	Equação
Page	$X = \frac{\overline{X_{(t)}} - X_{eq}}{X_0 - X_{eq}} = ae^{-kt} \quad (3)$
Henderson & Pabis	$X = \frac{\overline{X_{(t)}} - X_{eq}}{X_0 - X_{eq}} = e^{-kt^n} \quad (4)$

em que: X representa a razão de umidade do produto, adimensional; $X_{(t)}$ representa o teor de água do produto, em base seca; X_{eq} representa o teor de água de equilíbrio do produto, em base seca; X_0 é o teor de água inicial do produto, em base seca; k é uma constante de secagem, em t^{-1} ; a e n são coeficientes dos modelos; t é o tempo de secagem.

Utilizou-se o programa computacional Statistica 7.0, para o ajuste dos modelos matemáticos empíricos/semiempíricos aos dados experimentais de secagem. O software utiliza o método dos quadrados mínimos (Gauss-Newton) para ajustar os dados experimentais, tendo sido utilizado um critério de convergência de $1 \cdot 10^{-6}$.

O ajuste de cada modelo foi avaliado através da magnitude do coeficiente de determinação (R^2) e do erro médio relativo (P), o qual foi calculado através da Equação 5.

$$P(\%) = \frac{100}{N} \sum_1^n \frac{|x^{calc} - x^{exp}|}{x^{exp}} \quad (5)$$

em que: x^{exp} representa os dados experimentais; x^{calc} representa os dados calculados segundo os modelos propostos (Equações 2 linearizada, 3 e 4); N representa o número de observações experimentais.

4.2 PREPARO DA FARINHA

Após a secagem as cascas foram trituradas em moinho de facas (SL31, SOLAB, Piracicaba – SP) para a obtenção da farinha e o diâmetro das partículas obtidas foi determinado utilizando uma série de 7 peneiras (18 mesh, 35 mesh, 60 mesh, 80 mesh, 100 mesh, 140 mesh e base), com aberturas variando de 0,074 mm a 1 mm, em um Agitador de Peneiras para Análise Granulométrica Eletromagnético (BERTEL, Caieira – SP), tendo sido utilizado o grau 5 de agitação por 5 min. A massa de amostra retida em cada peneira foi registrada (CEREDA; CATÂNEO, 1986).

4.3 PREPARO DO SORVETE

Com o propósito de adicionar a farinha da casca de abacaxi como substituto de gordura, foram elaboradas duas diferentes formulações de sorvete, a padrão (F1) e outra com substituição de 1,95% de creme de leite por farinha de casca de abacaxi, referida como F2 (Tabela 2).

Vale ressaltar que a formulação padrão utilizada é para um sorvete com teor de gordura reduzido, uma vez que, com exceção do creme de leite, os demais ingredientes lácteos utilizados foram desnatados.

O processo de fabricação do sorvete de massa foi realizado nas dependências do laboratório de Leites da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira, de acordo com as etapas descritas na Figura 2.

Posteriormente à pesagem, realizou-se a mistura dos ingredientes sólidos (leite em pó desnatado (Ilolay, Argentina), farinha da casca de abacaxi, farinha da semente de alfarroba, açúcar (União, Brasil), os quais foram adicionados ao leite à temperatura de 40 °C, sendo estes homogeneizados a fim de adicionar-se o xarope de glicose de milho. Quando a mistura atingiu 60 °C, adicionou-se o creme de leite, sendo realizada a pasteurização a 80 °C por 25 segundos.

Em seguida, resfriou-se a calda até aproximadamente 5 °C, procedendo à adição do saborizante e aromatizante e homogeneização da calda em liquidificador de aço inox (L58-25, SIEMSEN, Brusque – SC, Brasil) previamente higienizado. A calda foi encaminhada para a etapa de maturação em câmara fria a temperatura de 5 ± 2 °C por 24 horas.

Transcorrido o tempo de maturação, a calda foi levada à bateção em sorveteira (SKYMPSEN, Gelopar, Chapada Araucária – PR, Brasil) a temperatura de -18 °C por 15 min. O sorvete foi acondicionado em embalagens plásticas de polietileno, previamente higienizadas e armazenadas em freezer vertical a 1 ± 2 °C (Freezer 290, Consul, São Paulo – SP, Brasil) até o momento da realização das análises microbiológicas, físico-químicas e sensorial.

Todos equipamentos foram higienizados com detergente neutro e hipoclorito de sódio (0,02% m/m) e posterior enxague com água fervente.

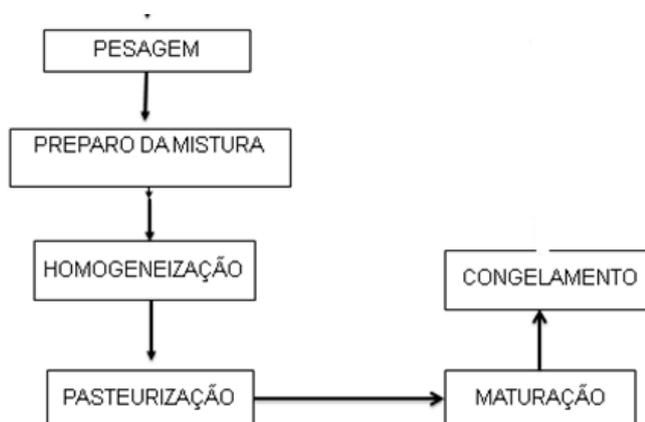


Figura 2- Fluxograma para preparo dos sorvetes

Tabela 2 - Formulação do Sorvete.

Ingredientes	F1	F2
Leite em pó desnatado	5,18%	5,18%
Farinha da casca de abacaxi	0,00%	1,95%
Creme de leite	5,18%	3,23%
Sacarose	5,47%	5,47%
Glicose	2,35%	2,35%
Farinha da semente alfarroba	0,78%	0,78%
Aromatizante de abacaxi	0,78%	0,78%
Saborizante de abacaxi	2,06%	2,06%
Leite UHT desnatado	78,19%	78,19%

4.4 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

A farinha da casca de abacaxi obtida foi caracterizada com relação à umidade e à atividade de água, determinadas em triplicata, e à cor em quintuplicata.

Os sorvetes foram caracterizados com relação à umidade, teor de cinzas, de proteínas e de lipídios totais, em triplicata, à cor, em quintuplicata, ao *overrun* e ao derretimento visual.

- A cor do sorvete e da farinha das cascas foi avaliada em colorímetro (Konica Minolta, Curitiba, Brasil) previamente calibrado com placa cerâmica branca ($x = 0.3188$; $y = 0.3362$ e $z = 87.0$). Os resultados foram expressos em valores absolutos L^* , a^* e b^* , sendo que L^* representa a luminosidade da amostra e varia de 0 (escuro) ao 100 (claro), o parâmetro de croma a^* varia do verde (valor negativo) ao vermelho (valor positivo) e o parâmetro de croma b^* varia do azul (valor negativo) ao amarelo (valor positivo). Para a leitura da cor das formulações, os sorvetes foram acomodados

em placas de Petri de maneira a preenchê-las completamente, sem transbordar. Foram, então, realizadas cinco leituras dos valores de L^* , a^* e b^* em diferentes posições. Apenas uma leitura da cor da farinha da casca de abacaxi foi realizada;

- O teor de umidade foi determinado pelo método estático gravimétrico, em estufa a 105 °C até as amostras (aproximadamente 5 g) atingirem peso constante (cerca de 24 h), de acordo com método descrito pela AOAC (1995);

- O teor de cinzas foi determinado em mufla à 550 °C até obtenção de um resíduo branco ou livre de pontos pretos, de acordo com método descrito pela AOAC (1995);

- O teor de lipídios foi determinado pelo método de Soxhlet utilizando éter de petróleo como solvente, de acordo com método proposto pela AOAC (1995). Essa análise foi realizada em um laboratório externo (Laboratório Nucleotec, Foz do Iguaçu, PR, Brasil);

- O teor de proteínas foi determinado pelo método de Kjeldhal clássico utilizando sulfato de cobre pentahidratado e sulfato de potássio como catalisadores na mineralização e ácido bórico como solução receptora da amônia na destilação, de acordo com método descrito pela AOAC (1995). O fator de correção utilizado foi 6,25. Essa análise foi realizada em um laboratório externo (Laboratório Nucleotec, Foz do Iguaçu, PR, Brasil);

- O *overrun* foi determinado a partir do volume ocupado por 100 g de amostra (sorvete ou calda) através da Equação 6 (SOLER; VEIGA, 2001):

$$\%_{\text{overrun}} = \frac{V_{\text{sorvete}} - V_{\text{mix}}}{V_{\text{mix}}} \cdot 100 \quad (6)$$

em que: V_{sorvete} representa o volume, em mL, ocupado por 100 g de sorvete; V_{mix} representa o volume, em mL, ocupado por 100 g de calda.

A quantidade de ar presente no sorvete (*overrun*) é de suma importância, devido ao seu efeito sobre a maciez e a leveza do produto (SABATINI et al., 2011).

- Para sorvetes, correlaciona-se 110% de *overrun* à 425 g/mL de densidade aparente.

- O teste visual de derretimento dos sorvetes foi realizado por meio da observação periódica (5 em 5 min) das amostras (60 g) dispostas em uma placa de Petri, à temperatura de 20 °C por 15 min.

4.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas, realizadas segundo Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 que aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, foram realizadas no laboratório da Cooperativa Agroindustrial Lar Unidade Medianeira, PR, Brasil. Foram realizadas as análises descritas a seguir:

- Contagem de Coliformes a 45 °C (Instrução Normativa Nº 62, de 26 de agosto de 2003).
- Contagem de *Staphylococcus aureus* coagulase positiva: segundo a ISO 6888-1 (2004).
- Pesquisa de *Salmonella sp.*: segundo a ISO 6579 (2002).

4.6 ANÁLISE SENSORIAL

Após avaliação e aprovação do Comitê de Ética (parecer CAAE 48191215.5.0000.5547), foram realizados os testes sensoriais de aceitação das formulações de sorvete, quanto aos aspectos cor, sabor, textura e impressão global. Para tal 34 julgadores não treinados de ambos os sexos com idade entre 18 e 60 anos, servidores ou alunos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. Os mesmos não apresentavam intolerância à lactose, diabetes ou alguma alergia a algum ingrediente utilizado nas formulações dos sorvetes.

Os avaliadores também foram questionados com relação à intenção de compra das formulações de sorvete.

As amostras foram servidas monadicamente aos julgadores em copos plásticos para café, com quantidades padronizadas (aproximadamente 25 g), codificadas com três dígitos, obtidos de uma tabela de números aleatórios. As avaliações foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira, em cabines individualizadas sob luz branca.

Os julgadores foram orientados a provar o novo produto, avaliando cor, sabor, textura e impressão global atribuindo um valor numérico para cada requisito seguindo uma escala hedônica de 9 pontos, na qual é atribuído 1 para a resposta DESGOSTEI MUITÍSSIMO e 9 pontos para GOSTEI MUITÍSSIMO.

A ficha utilizada para a avaliação sensorial e o Termo de Consentimento e Livre Esclarecimento encontram-se nos Anexos 1 e 2, respectivamente.

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística, sendo realizada a comparação das médias pelo teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade (CAMPOS, 1984) utilizando o software Statistica 7.0 (Statsoft, São Caetano do Sul, Brasil).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. SECAGEM

O valor médio do teor de água inicial (X_0) das cascas de abacaxi foi de $81,16 \pm 5,27\%$ m/m e o valor médio do teor de água no equilíbrio (X_{eq}) foi de $7,26 \pm 0,27\%$ m/m.

A Figura 3 apresenta a variação da umidade das fatias de casca de abacaxi ao longo do tempo de secagem. Para a obtenção de uma massa adequada à manufatura dos sorvetes, as cascas foram secas sobre diversas telas, as quais foram alocadas dentro da estufa. Na Figura 3 as diferentes telas são chamadas B1, B2, B4, B6 e B10. A curva referida como *Média corr* (média corrigida) representa a umidade média das amostras dispostas nas diferentes telas de secagem ao longo do tempo. Vale ressaltar que após a pesagem das telas, as mesmas foram realocadas na estufa em posições diferentes das que ocupavam previamente, a fim de evitar que a secagem ocorresse mais intensamente em alguns locais do que em outros, devido à diferença de umidade/temperatura dentro do equipamento de secagem. Verificou-se que o processo de secagem foi uniforme entre as bandejas com o decorrer do tempo, já que todas as curvas da Figura 3 foram próximas e apresentaram comportamento semelhante, ou seja, a queda de umidade das amostras no tempo foi semelhante.

A atividade de água média das cascas de abacaxi fresco foi de $0,9832 \pm 0,0026$, das cascas após a secagem foi de $0,5788 \pm 0,0885$ e das cascas na condição de equilíbrio com o ar de secagem foi de $0,3530 \pm 0,0363$, comprovando a eficácia do processo na redução do teor de água livre das amostras. É fato que o crescimento de micro-organismos é inibido em produtos com atividades de água menores que 0,6 (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007). Logo, se adequadamente armazenada, a farinha obtida será segura para consumo em relação ao critério microbiológico.

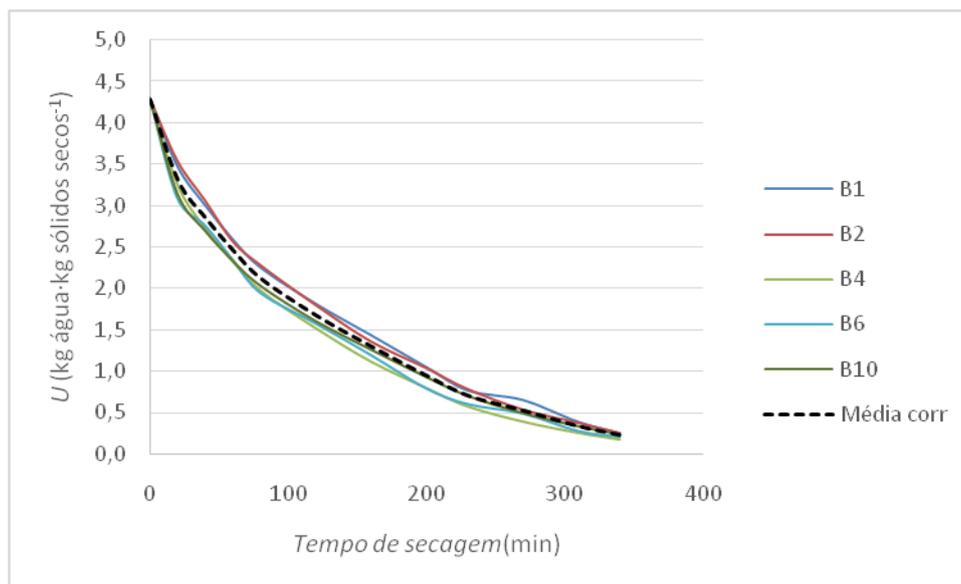


Figura 3 - Teor de água das cascas de abacaxi em função do tempo.

A Tabela 3 apresenta os parâmetros obtidos para os modelos matemáticos propostos para descrever a secagem das cascas de abacaxi.

O coeficiente de difusão efetivo da água durante a secagem de cascas de abacaxi foi da ordem de 10^{-12} , valor inferior à difusividade da água durante a secagem convectiva ($70\text{ °C}/300\text{ min}$) de mamão Formosa fresco ($7,95 \cdot 10^{-10}\text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, Garcia et al., 2014).

Sousa et al. (2011) modelaram a secagem (30; 40; 50; 60 e 70 °C por 19,0, 9,5, 5,2, 3,0 e 2,5 horas, respectivamente, considerando a redução do teor de água de 0,36 para 0,09 b.s.) de sementes de nabo forrageiro utilizando 13 modelos matemáticos. O coeficiente de difusão nas diferentes condições de secagem avaliadas variaram entre $3,23 \cdot 10^{-11}$ e $10,42 \cdot 10^{-11}\text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Silva et al. (2009) utilizaram cinco modelos matemáticos para descrever a cinética de secagem a 50 e 70 °C da banana maçã, fatiada em rodelas com espessuras de 5 a 10 mm. Os valores médios dos coeficientes de difusão efetivos da água durante a secagem das bananas variaram de $3,307 \cdot 10^{-10}$ a $1,254 \cdot 10^{-9}\text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Tabela 3 - Parâmetros dos modelos propostos para a modelagem da secagem das cascas de abacaxi

Modelo	$D_{ef} (m^2 \cdot s^{-1})$	$k (s^{-1})$	a	N
Fick	$3,76 \cdot 10^{-12}$	-	-	-
Page	-	0,016	0,95	
Henderson & Pabis	-	0,0081	-	0,88

Park et al. (2001) utilizando um secador convectivo vertical de bandejas, determinaram as curvas de secagem da pêra bartlett (*Pyrus sp.*) nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C para velocidades do ar de secagem de 0,5, 1,0 e 1,5 m/s. Os autores encontraram valores do coeficiente de difusão entre $6,45 \cdot 10^{-9}$ e $13,717 \cdot 10^{-9} m^2 \cdot s^{-1}$.

Marques et al. (2007), visando a elaboração de passas de caju, compararam 3 modelos matemáticos (Page, Cavalcanti Mata e Fick) para a modelagem da secagem de pseudofruto de caju (sem epiderme) desidratado osmoticamente em soluções de sacarose a 50 °Brix. Os autores verificaram que os valores dos coeficientes de difusão aumentaram com o aumento da temperatura, variando entre $3,9367 \cdot 10^{-9}$ e $7,1217 \cdot 10^{-9} m^2 \cdot s^{-1}$.

Faria et al. (2012) estudaram a secagem sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Horts), através de um delineamento inteiramente casualizado com três repetições, em que os tratamentos foram constituídos de cinco teores de água (0,11, 0,13, 0,17, 0,25 e 0,28 decimal b.s) e cinco temperaturas do ar de secagem (30, 40, 50, 60 e 70 °C). Os autores encontram coeficientes de difusão da ordem de $0,18 \cdot 10^{-10}$ e $3,92 \cdot 10^{-10} m^2 \cdot s^{-1}$.

Machado et al. (2011) com o propósito de aproveitar o excedente de matéria prima regional e conhecer adequadamente a aplicabilidade dos sistemas de secagem como rota de conservação dos alimentos, estudaram a secagem do pedúnculo do caju em um secador solar de radiação indireta sob convecção forçada. Os autores encontraram difusividades efetivas da água durante a secagem solar do pedúnculo de caju variando entre $7,96 \cdot 10^{-8}$ e $3,40 \cdot 10^{-8} m^2 \cdot s^{-1}$, valores mais elevados que os encontrados no presente trabalho.

Menezes et al. (2013), ao analisarem a secagem convectiva (velocidade do fluxo de ar de $1,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) em leito fixo do bagaço do maracujá amarelo, determinaram que os valores da difusividade da água durante a secagem às temperaturas de 35, 45, 55 e 65 °C foram: $8,11\cdot 10^{-10}$, $1,13\cdot 10^{-9}$, $1,62\cdot 10^{-9}$ e $2,11\cdot 10^{-9} \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-1}$. Castiglioni et al. (2013) ao estudarem o processo de secagem da massa fibrosa de mandioca e compará-lo com modelos da literatura, encontraram valores do coeficiente de difusão entre $3,51\cdot 10^{-8}$ e $7,50\cdot 10^{-8} \text{ m}^2\cdot\text{s}^{-1}$.

Em todos os estudos apresentados, as difusividades da água durante a secagem foram maiores ao valor determinado no presente estudo. Esse fato está relacionado ao equipamento utilizado para a operação de secagem. No presente estudo utilizou-se uma estufa com recirculação natural de ar, enquanto que em secadores convectivos há circulação forçada do ar de secagem, melhorando o transporte de calor e massa e, conseqüentemente, reduzindo o valor dos coeficientes de difusão da água.

A Tabela 4 apresenta os coeficientes de determinação (R^2) e os erros médios relativos (P) para os modelos propostos.

A Tabela 4 mostra que o modelo de Fick foi o que melhor representou os dados experimentais, uma vez que o coeficiente de determinação foi de 0,98 e que o erro médio relativo (P) foi o menor dentre os modelos avaliados. Para Kashaninejad et al. (2007) e Mohapatrae Rao (2005), valores de P inferiores a 10% são recomendados para a seleção de modelos. Os valores do erro médio relativo indicam o desvio dos valores observados em relação à curva estimada pelo modelo. No presente trabalho nenhum dos modelos apresentou valores menores que 10% para o erro médio relativo. Porém, segundo Molina et al. (2011), os valores maiores de 10% apresentados são justificados para valores experimentais de umidade em torno de 5%, uma vez que o cálculo de P baseia-se na Equação 5 e, então, os desvios são aumentados quando o teor de água (valor experimental) é muito baixo, justificando os valores encontrados no presente trabalho.

Tabela 4 - Parâmetros estatísticos obtidos para os três modelos propostos para a modelagem da secagem da casca do abacaxi.

Modelo	R^2	P (%)
Fick	0,98	21,62
Page	0,99	91,66
Henderson & Pabis	0,99	92,07

5.2 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

A Figura 4 apresenta a distribuição percentual das partículas obtidas após a moagem das cascas de abacaxi secas na série de peneiras avaliada.

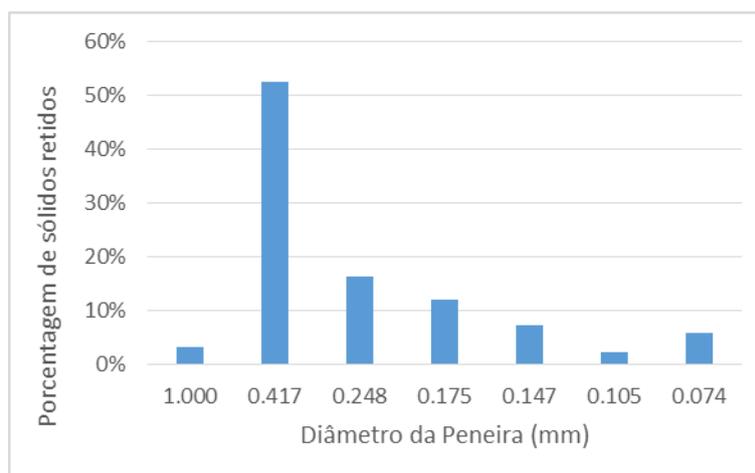


Figura 4 – Distribuição percentual do tamanho de partículas da farinha da casca de abacaxi

É possível verificar na Figura 4 que mais de 50% das partículas da farinha obtida apresentaram diâmetro de 0,417 mm. Os dados demonstram que 96,84% da farinha apresentou granulometria pequena, menor que 60 mesh, o que é satisfatório para farinhas em geral (COELHO; WOSIACKI, 2010). Devido à capacidade de reter água, essa granulometria pode prevenir a formação de grandes cristais de gelo durante o congelamento e estocagem, além de

aumentar a viscosidade da mistura, permitindo melhor distribuição de ar durante a bateção (SILVA, 1996; MOSQUIM, 1999).

5.3 ANÁLISES DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

A Tabela 5 apresenta os valores de L^* , a^* e b^* da farinha de casca de abacaxi e das formulações de sorvete elaboradas.

Tabela 5 - L^* , a^* e b^* da farinha da casca de abacaxi e das formulações de sorvete produzidas.

	Farinha da casca de abacaxi	F1	F2
L^*	57,13	89,51 ^a ± 2,41	78,57 ^b ± 2,15
a^*	4,1	9,84 ^a ± 0,23	4,62 ^b ± 0,28
b^*	29,78	25,55 ^a ± 1,42	27,21 ^a ± 1,20

F1: formulação padrão do sorvete; F2: formulação na qual 1,95% da massa de creme de leite foi substituída pela farinha da casca de abacaxi.

Média das amostras com diferentes letras sobrescritas na mesma linha, para cada parâmetro considerado, indicam diferença estatística significativa ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$) de acordo com o teste de Tukey.

O componente L^* da cor, indica a luminosidade do produto e mostrou que a formulação de sorvete com adição de farinha de casca de abacaxi foi significativamente ($p < 0,05$) mais escuro que a controle, fato possivelmente relacionado à adição da farinha da casca de abacaxi (Tabela 5).

O pequeno valor de a^* e o elevado valor de b^* (Tabela 5) verificados para a farinha da casca de abacaxi indicam que a mesma apresentou cor vermelha-amarelada, sendo o amarelo predominante sobre o vermelho. A olhos nus, a farinha da casca de abacaxi era de cor marrom, como mostra a Figura 5.



Figura 5 – Aspecto visual da farinha da casca de abacaxi

O sorvete formulado com farinha de casca de abacaxi apresentou valor de a^* significativamente maior que a formulação controle, porém ambos valores foram negativos, indicando coloração verde (Tabela 5). Uma vez que o valor de a^* da farinha foi positivo, então o aumento desse parâmetro no sorvete dela adicionado era esperado.

Não foi detectada diferença significativa entre os valores do croma b^* das formulações de sorvete, sendo que ambos foram positivos, mostrando que os sorvetes eram amarelos, fato esperado já que o corante adicionado apresentava essa coloração (Tabela 3).

Rechsteiner (2009) desenvolveu formulações de sorvete de creme com substitutos de gorduras a partir de amidos de batata-doce e mandioca (amidos fosfatados) e verificou que o sorvete padrão, com 100% de gordura, apresentou L^* de 93,43 e que a utilização dos amidos fosfatados não provocou escurecimento nos sorvetes; o valor de a^* dos amidos fosfatados variou de -1,95 a -0,98, sendo que o sorvete padrão apresentou croma a^* de -1,16; o parâmetro de cor b^* dos sorvetes apresentou pequena variação entre os tratamentos (7,16 – 12,7).

A Tabela 6 apresenta os teores de água, cinzas, lipídios e proteínas das amostras de sorvete.

Tabela 6 – Umidade e teores de cinzas, lipídios e proteínas das formulações de sorvete

	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	Lipídios totais (%)
F1	75,94 ^a ± 0,57	1,17 ^b ± 0,02	4,52 ^b ± 0,10	0,45 ^a ± 0,00
F2	73,15 ^b ± 0,38	1,31 ^a ± 0,03	5,00 ^a ± 0,05	0,23 ^b ± 0,01

F1: formulação padrão do sorvete; F2: formulação na qual 1,95% da massa de creme de leite foi substituída pela farinha da casca de abacaxi.

Médias das amostras com diferentes letras sobrescritas na mesma coluna, para cada parâmetro considerado, indicam diferença estatística significativa ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$) de acordo com o teste de Tukey.

É possível verificar na Tabela 6 que a formulação padrão de sorvete (F1) apresentou umidade significativamente maior ($p < 0,05$) que a amostra na qual houve adição da farinha de casca de abacaxi. Provavelmente isso tenha acontecido devido à substituição de parte do creme, de elevado teor de umidade (de 60 a 70%), pela farinha, que apresentou umidade abaixo de 20%, contribuindo para a redução no teor de água.

Por outro lado, verificou-se na Tabela 6 que o teor de lipídios totais da formulação padrão de sorvete (F1) foi significativamente maior ($p < 0,05$) do que o teor de lipídios totais da formulação adicionada farinha da casca de abacaxi (F2). Nota-se que F1 apresentou teor de gordura 1,96 vezes maior que F2, contudo, este resultado era esperado devido à substituição parcial do creme de leite pela farinha de casca de abacaxi. Ainda, o resultado é de grande interesse, devido à crescente busca da população por alimentos saudáveis.

O teor de cinzas da formulação de sorvete adicionada de farinha da casca de abacaxi (F2) foi significativamente maior ($p < 0,05$) que o teor de cinzas da formulação padrão de sorvete (F1) (Tabela 6). O aumento do teor de cinzas do sorvete com farinha de casca de abacaxi ocorreu possivelmente devido ao fato de a casca ser rica em minerais (1,03 g de cinzas, 76,44 mg de cálcio, 0,71 mg de ferro, 62,63 mg de sódio, 26,79 mg de magnésio, 0,45 mg de zinco, 0,11 mg de cobre e 285,87 mg de potássio, GONDIM et al, 2005), aumentando o teor de minerais da formulação.

Verificou-se que o teor de proteínas da formulação padrão de sorvete (F1) foi significativamente menor ($p < 0,05$) que o teor de proteínas da formulação acrescida de farinha de casca de abacaxi (F2). Sabe-se que as proteínas são nutrientes essenciais para a nutrição humana, por exercerem funções muito importantes no organismo, como auxiliar na construção de tecidos e na formação de enzimas, como as enzimas digestivas e hormônios, como a insulina (FONSECA et al., 2011). Devido ao alto teor de proteínas da casca de abacaxi (4,5% de proteína) relatado por Carvalho (2008), é possível que sua adição ao sorvete tenha resultado em aumento em seu teor proteico.

Boff et al. (2013) avaliaram as características sensoriais e físico-químicas de sorvetes elaborados com fibra de casca de laranja amarga comercial como substituto da gordura, tendo sido produzidas duas formulações com concentrações diferentes de fibra (F1 com 0,74% e F2 com 1,10% de fibra) e uma formulação controle (com nata, leite em pó integral e leite integral). Os autores verificaram que a formulação controle apresentou a menor umidade (aproximadamente 63%), enquanto que as demais formulações apresentaram umidades de aproximadamente 70%. Foi verificada redução de 70,4% e 71,4% no teor de gordura as formulações F1 e F2, respectivamente, em relação ao sorvete controle. Ainda, a formulação controle apresentou 12,87% de proteínas e esse teor aumentou com a adição da fibra da casca da laranja para 16,32%, em F1, e 15,38 %, em F2, sendo esta condição, semelhante ao observado no valor protéico das formulações de sorvete deste presente trabalho.

Rodrigues et al. (2006) observaram que sorvetes produzidos com substituto de gordura comercial (soro de leite em pó) obtiveram valores mais baixos de lipídios do que a formulação base (com gordura), comprovando a redução da quantidade de lipídios ao utilizar um substituto de gordura. Ohmes et al. (1997), utilizando diferentes tipos de substitutos de gordura a base de proteína (leite, soro de leite e nata) na produção de sorvete de baunilha em massa, verificaram valores menores de lipídios nos sorvetes formulados com os substitutos de gordura (0,44%) do que no sorvete controle, formulado com gordura (4,77%).

A Tabela 7 apresenta o percentual de *overrun* e a densidade aparente (g/mL) das formulações de sorvete.

Tabela 7 - Porcentagem de *overrun* e densidade aparente (g/mL) das formulações de sorvete

	<i>Overrun</i>	Densidade Aparente
F1	62,5 ^a	269,89 ^a
F2	45,45 ^a	196,48 ^a

F1: formulação padrão do sorvete; F2: formulação na qual 1,95% da massa de creme de leite foi substituída pela farinha da casca de abacaxi.

Média das amostras com diferentes letras sobrescritas na mesma coluna, para cada parâmetro considerado, indicam diferença estatística significativa ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$) de acordo com o teste de Tukey.

No presente estudo, as porcentagens de *overrun* (incorporação de ar) encontradas foram de 62,50% para a formulação controle (F1) e 45,45% para o sorvete com adição de farinha de casca de abacaxi (F2) (Tabela 7).

O limite mínimo para densidade aparente é estipulado em 475 g/L (Brasil, 1999) o que representa 110% de *overrun* (NABESHIMA et al., 2001). Assim, verificou-se que ambas formulações (Tabela 6) apresentaram *overrun* abaixo do valor preconizado. Sabe-se que a redução no teor de gordura pode diminuir a agregação das bolhas de ar e influenciar o rendimento em sorvetes, como relatado no trabalho de Su (2012). Outro fator de relevância para o aumento na quantidade de ar incorporado ao sorvete é o tipo de equipamento utilizado na batadura da calda, o qual possivelmente limitou a incorporação de ar nas formulações de sorvete produzidas no presente trabalho.

Rodrigues et al. (2006), elaboraram sorvetes sabor chocolate substituindo, em diferentes proporções, o leite em pó e o creme de leite por soro de leite em pó e substituto de gordura (Dairy Pro), respectivamente. Os autores avaliaram o efeito dessa substituição na composição físico-química, no

rendimento, na taxa de derretimento e na aceitação sensorial dos sorvetes produzidos. Os autores verificaram percentual de *overrun* de 114% a 143,08%. Sabatini et al. (2011), avaliaram a viabilidade de utilização da alfarroba na elaboração e aceitabilidade de sorvete de alfarroba. Os autores encontraram percentual de *overrun* de 25,92%, inferior aos resultados encontrados para os sorvetes produzidos no presente trabalho, e abaixo do estabelecido pela legislação (BRASIL, 1999).

A Figura 6 apresenta o teste de derretimento visual realizado durante 15 min para ambas formulações de sorvete.

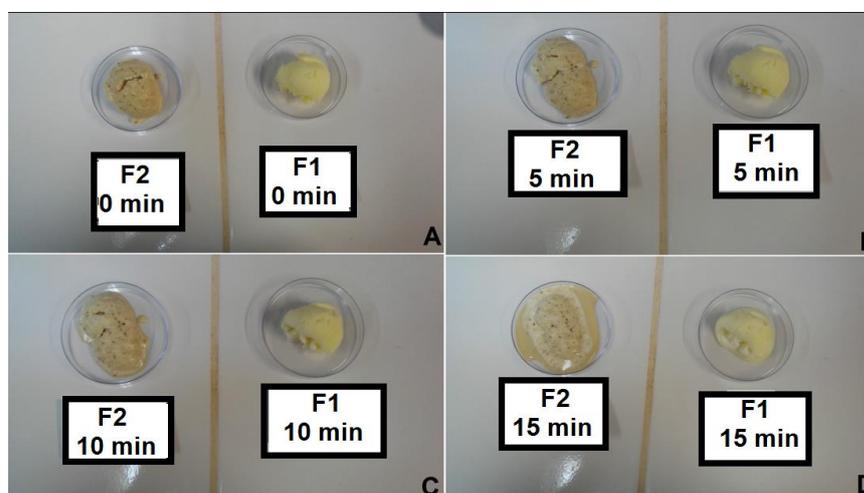


Figura 6 - Teste de derretimento visual das amostras de sorvete realizado em intervalos de 5 min durante 15 min

F1: formulação padrão do sorvete; F2: formulação na qual 1,95% da massa de creme de leite foi substituída pela farinha da casca de abacaxi.

Do ponto de vista físico, o sorvete é um sistema multifásico complexo, no qual bolhas de ar, glóbulos de gordura parcialmente coalescidos e cristais de gelo estão dispersos em uma solução viscosa (KOXHOLT et al., 2001). Esses elementos formam uma rede tridimensional responsável pela estrutura do sorvete (BOLLIGER et al., 2000). Durante o derretimento, dois eventos principais acontecem: o derretimento dos cristais de gelo e o colapso da estrutura espumosa lipídica estabilizada (GOFF, 2016). O fenômeno do derretimento é governado por vários fatores, dentre eles a taxa de incorporação de ar ou *overrun* (SOFJAN; HARTEL, 2004), as interações lipídicas e a cristalização da gordura (GRANGER et al., 2005), tipo e concentração de

emulsificante (BOLLIGER et al., 2000), além do diâmetro dos glóbulos de gordura (KOXHOLT et al., 2001; OLSON et al., 2003).

O registro visual das formulações durante o derretimento (Figura 6) fornece subsídios para acompanhar o colapso da estrutura. Observou-se que a formulação padrão/controle manteve sua estrutura e forma por mais tempo, quando comparado ao sorvete adicionado de farinha (F1, Figura 6). Esse fato possivelmente está relacionado ao menor teor de gordura da formulação adicionada de farinha de casca de abacaxi quando comparada à formulação controle, pois segundo Pinheiro & Penna (2004), em uma formulação de sorvete, quanto maior a quantidade de gordura, menor a quantidade de água e isso contribui para retardar o derretimento do produto. Dessa forma é de se esperar que formulações de menor teor lipídico apresentem derretimento mais rápido que aquelas cujo teor lipídico é mais elevado.

O sorvete padrão praticamente não derreteu após os 15 minutos de observação visual, enquanto que a formulação adicionada de farinha de casca de abacaxi (F1) apresentou derretimento coagulado após esse período (Figura 8), indicando a presença de partículas coaguladas de tamanho inferior. Segundo Soler & Veiga (2001), esse tipo de derretimento é causado pelo desbalanceamento no teor de sais (teor mais alto de cálcio e magnésio em relação do de fosfatos e citratos). É possível que a adição da farinha de casca de abacaxi tenha contribuído para esse desbalanceamento, devido à grande quantidade de cinzas, resultando na diferença verificada durante o derretimento visual das formulações de sorvete produzidas.

5.4 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

A Tabela 8 apresenta o resultado das análises microbiológicas das formulações de sorvete.

Tabela 8 - Análises microbiológicas das formulações de sorvete.

	Contagem de <i>Staphylococcus coag.</i> Positiva	Contagem de coliformes termotolerantes	Pesquisa de <i>Salmonella sp.</i>
F1	<1,0·10 ¹ UFC/g ou mL	4,0·10 ¹ UFC/g ou mL	Ausência em 25 g/mL
F2	<1,0·10 ¹ UFC/g ou mL	3,0·10 ¹ UFC/g ou mL	Ausência em 25 g/mL

F1: formulação padrão do sorvete; F2: formulação na qual 1,95% da massa de creme de leite foi substituída pela farinha da casca de abacaxi.

Segundo a Legislação brasileira (BRASIL, 2001) os padrões microbiológicos para sorvetes são: 5·10² UFC/g ou mL para pesquisa de *Staphylococcus aureus*, ausência de *Salmonella sp.* em 25 g de amostra e 5·10¹ UFC/g ou mL para coliformes termotolerantes. As formulações de sorvete produzidas encontraram-se dentro dos padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação (Tabela 10), uma vez que foram seguidas as normas de Boas Práticas de Fabricação (BPF) dos sorvetes. Sendo assim, as formulações de sorvete foram submetidas à avaliação sensorial.

5.5 AVALIAÇÃO SENSORIAL

As médias dos atributos avaliados sensorialmente (sabor, cor, textura e impressão global), utilizando escala hedônica de 9 pontos, para as formulações de sorvete de abacaxi produzidas, estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Média dos atributos avaliados sensorialmente, utilizando escala hedônica de 9 pontos, para as formulações de sorvete de abacaxi produzidas.

	Sabor	Cor	Textura	Impressão Global
F1	7,77 ^a	7,26 ^a	6,71 ^a	7,46 ^a
F2	7,46 ^a	6,60 ^a	6,91 ^a	6,86 ^a

F1: formulação padrão do sorvete; F2: formulação na qual 1,95% da massa de creme de leite foi substituída pela farinha da casca de abacaxi.

Média das amostras com diferentes letras sobrescritas na mesma coluna indicam diferença estatística significativa ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$) de acordo com o teste de Tukey.

A avaliação sensorial para verificação da aceitação pelos consumidores é crítica para o desenvolvimento de novos produtos. O sorvete oferece uma combinação de propriedades sensoriais altamente desejáveis, sendo estas classificadas em atributos como o de aparência, cor, maciez, regularidade, aroma, sabor e textura/preenchimento bucal (dureza, viscosidade, cremosidade). (SOUZA et al., 2010).

Todos os atributos das formulações de sorvete avaliados sensorialmente, cor, aroma, textura, sabor e impressão global, obtiveram notas entre 6 e 8 (Tabela 9), correspondentes aos termos da escala hedônica “gostei ligeiramente” e “gostei muito” (Anexo 1), mostrando uma elevada aceitação dos produtos.

Visualmente, as formulações de sorvete apresentaram coloração amarela, sendo a adicionada de farinha, mais escura que a controle (Figura 7).

Não foram verificadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre a formulação controle (F1) e a adicionada de farinha de casca de abacaxi (F2) para todos os atributos sensoriais avaliados (Tabela 9), mostrando que ambas formulações foram igualmente aceitas pelos julgadores. Essa aceitação é positiva sensorialmente, pois mostra que os julgadores não perceberam as diferenças entre as amostras. Além disso, verificou-se melhora do conteúdo

nutricional das formulações com a adição da farinha de casca de abacaxi (aumento do conteúdo mineral e redução do teor de gordura, Tabela 6). Vale ressaltar que segundo Gondim et al. (2005) a casca do abacaxi possui muitos nutrientes, em maior quantidade que a parte comestível do mesmo. Além disso, a casca do abacaxi apresenta teor de fibras elevado (CARVALHO, 2008) e possui baixo custo, já que normalmente é descartada.

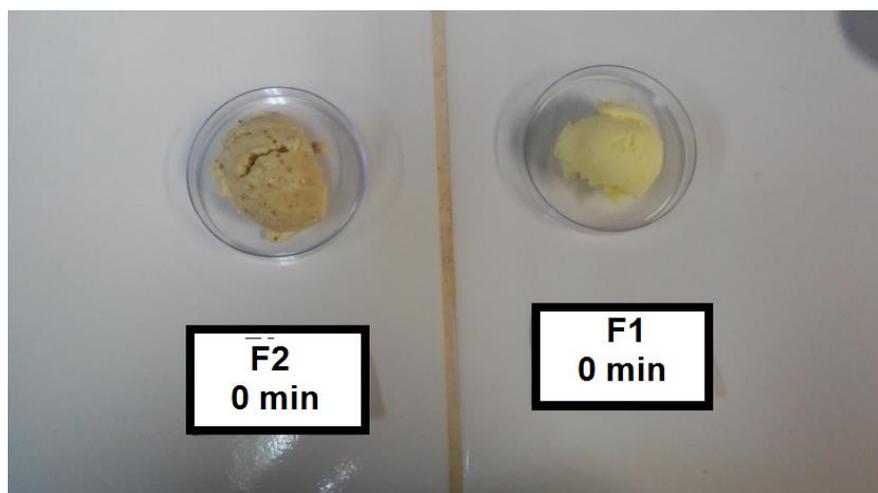


Figura 7 – Aparência visual dos sorvetes produzidos

F1: formulação padrão do sorvete; F2: formulação na qual 1,95% da massa de creme de leite foi substituída pela farinha da casca de abacaxi.

Os provadores foram questionados quanto à intenção de compra das formulações de sorvetes, tendo sido verificado que 77,14% destes comprariam o sorvete padrão (F1) e que 54,29%, adquiririam aquele adicionado de farinha de casca de abacaxi (F2). Isso significa que a maioria dos julgadores compraria a formulação tradicional de sorvete, produzida com teor reduzido de gordura e sem a adição de farinha de casca de abacaxi (F1). Apesar disso, mais da metade dos julgadores também compraria o sorvete contendo a farinha de casca de abacaxi (F2).

Sabatini et al. (2011), avaliaram a viabilidade da adição da farinha de alfarroba na elaboração e aceitabilidade de sorvete e verificaram que 93% dos provadores comprariam o sorvete elaborado. Lamounier et al. (2015), desenvolveram três formulações de sorvetes enriquecidos com 0, 5 e 10% da

farinha da casca de jabuticaba e verificaram que os consumidores aceitaram ambos produtos, não tendo sido verificada diferença na aceitação de ambos. Ainda, os avaliadores mostraram-se seguros quanto à intenção de compra dos mesmos.

6. CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que é possível produzir sorvete com teor reduzido de gordura aproveitando um resíduo agroindustrial, a casca de abacaxi, a qual possui alto teor de nutrientes e é de baixo custo.

A secagem das cascas de abacaxi foi melhor representada pelo modelo de Fick, sendo o coeficiente efetivo de difusão da água igual a $3,76 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

A formulação de sorvete adicionada da casca de abacaxi apresentou teor de lipídios totais cerca de 2 vezes menor que a formulação padrão, além de apresentar maior teor de proteínas e minerais. O *overrun* das formulações de sorvete de abacaxi produzidas encontrou-se abaixo do valor preconizado pela Legislação, possivelmente devido ao teor reduzido de lipídios das formulações e ao equipamento utilizado na batadura da calda. O sorvete acrescido de farinha de casca de abacaxi apresentou-se mais escuro que a formulação padrão.

Os sorvetes obtiveram boa aceitação pelos julgadores, recebendo notas correspondente aos termos “gostei ligeiramente” e “gostei muitíssimo” e a intenção de compra dos mesmos foi de 77,14 e 54,29% para a formulação padrão e a adicionada de farinha de casca de abacaxi, respectivamente, mostrando que a adição da farinha da casca do abacaxi seria uma alternativa viável àqueles preocupados com hábitos saudáveis de vida e que apreciam esse alimento, além de reduzir os resíduos agroindustriais.

7. REFERÊNCIAS

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

ADAPA, S.; DINGELDEIN, H; SCHMIDT, K.A.; HERALD, T.J. Rheological properties of ice cream mixes and frozen ice creams containing fat and fat replacers. **Journal of Dairy Science**.v.83, p. 2224-2229, 2000.

AKGUN, N. A.; DOYMAZ, I. Modeling of olive cake thin-layer drying process. **Journal of Food Engineering**. v. 68, n. 4, p. 455-461, 2005.ALEXANDRE, H.V.; SILVA, F.L.H.; GOMES, J.P. Cinética de secagem do resíduo de abacaxi enriquecido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.17, n.6, p.640–646, 2013.

ANTUNES, A. J. Funcionalidades de proteínas do soro de leite bovino. 1ª ed, **Editora Manole**, 131 f., 2003.

ARBUCKLE, Wendell S. **Ice cream**. 3ª ed. USA: AVI Publishing Company, 517p, 1977.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (A.O.A.C.).**Official Methods of Analysis**. 16. ed. v. I e II. Washington, 1995.

AVALLONE, R.; PLESSI, M.; BARALDI, M.; MONZANI, A. Determination of chemical composition of carob (*Ceratonia siliqua* L.): protein, fat, carbohydrates and tannins. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 10, n. 2, p. 166-172, 1997.

AYAZ, F. A.; TORUN, H.; GLEW, R. H.; BAK, Z. D.; CHUANG, L. T.; PRESLEY, J. M. ANDREWS, R. Nutrient content of carob pod (*Ceratonia siliqua* L.) flour prepared commercially and domestically. **Plant Foods for Human Nutrition**. v. 64, n. 4, p. 286-292, 2009

BARBOSA, A.S.; ARAÚJO, A.S.; MARTINS, W.F.; RODRIGUES, M.S.A.; FLORENTINO, E.R. Avaliação do perfil microbiológico de gelados comestíveis comercializado em Campina Grande – PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. v.5, n.3, p. 63 - 79, julho/setembro de 2010.

BERGER, K.G. Ice cream. In: LARSSON, K. e FRIBERG, S. **Food emulsions**. New York, Marcel Dekker Inc., p. 413-489, 1997.

BOLLIGER, S.; GOFF, H.; THARP, B. Correlation between colloidal properties of ice cream mix and ice cream. **International Dairy Journal**. v. 10, n. 04, p. 303-309, 2000.

BOFF, C.C.; CRIZELI, T.M.; ARAUJO, R.R.; RIOS, A.O.; FLÔRES, S.H. Desenvolvimento de sorvete de chocolate utilizando fibra de casca de laranja como substituto de gordura. **Ciencia Rural**. v.43, n.10, 2013.

BONVEHÍ, J. S.; COLL, F. V. Evaluation of purine alkaloids and diketopiperazines contents in processed cocoa powder. **European Food Research and Technology**. v. 210, n. 3, p. 189-195, 2000.

BOTELHO, L; CONCEIÇÃO, A.; CARVALHO, V. D. Caracterização de fibras alimentares da casca e cilindro central do abacaxi "Smooth Cayenne1". **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.2, p.362-367, mar./abr., 2002.

BORGES, C.D.; CHIM J. F.; LEITÃO, A. M.; PEREIRA, E.; LUVIELMO, M. M. Produção de suco de abacaxi obtido a partir dos resíduos da indústria conserveira. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. v. 22, n.1, p. 25-34, 2004.

BRAND, E. Carob. **Nutrition & Food Science**. v. 91, n. 6, p. 22-23, 1984.

BRASIL. ANVISA. Resolução - RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Brasília, 2001.

BRASIL. ANVISA. Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999. A Aprova o Regulamento Técnico referente a Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis, constante do anexo desta

Portaria. **Agencia Nacional de Vigilância Sanitária**, Brasília, 29 de abril de 1999.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 1999.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, set. 2005.

CAMPOS, H. **Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ, 1984. 297 p.

CARVALHO, G.A. **Enriquecimento de sorvete com microrganismos probióticos**. 63f. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

CARVALHO, M.G. **Barras de cereais com amêndoas de chichá, sapucaia e castanha-do-gurguéia, complementadas com casca de abacaxi**. 93f. 2008. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

CARVALHO, R.V. **Formulações de *snacks* de terceira geração por extrusão: caracterização texturométrica e microestrutural**. 2000. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

CASTIGLIONI, G. L.; SILVA, F. A.; CALIARI, M.; JÚNIOR, M. S. S. Modelagem matemática do processo de secagem da massa fibrosa de mandioca. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 17, n. 9, p. 987-994, 2013.

CEREDA, M.P.; CATÂNEO, A. Avaliação de parâmetros de qualidade da fécula fermentada de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**. v. 5, n. 2, p. 55-62, 1986.

CHEN, Q.; MOU, S.; HOU, X.; NI, Z. Simultaneous determination of caffeine, theobromine and theophylline in foods and pharmaceutical preparations by using ion chromatography. **Analytica Chimica Acta**. v. 371, n. 2-3, p. 287-296, 1998.

COELHO, M.A.Z.; LEITE, S.G.F.; FURTADO, A.A.L. Aproveitamento de Resíduos Agroindustriais: Produção de Enzimas a Partir da Casca de Coco Verde. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**.v. 19, n. 1, p. 33-42, jan./jun, 2001.

COELHO, L.M.; WOSIACKI, G. Avaliação sensorial de produtos panificados com adição de farinha de bagaço de maçã. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 30, n. 3, p. 582-588, jul./set., 2010.

CORRÊA, P.C.; RESENDE, O.; MARTINAZZO, A. P.; GONELI, A. L. D.; BOTELHO, F. M. Modelagem matemática para a descrição do processo de secagem do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em camadas delgadas. **Engenharia Agrícola**. v.27, p.501-507, 2007.

COSTA, O.P.; LUSTOZA, D.C. Industrialização de Sorvetes. **Germantown International Limited**, 2000.

CRANK, J. The Mathematics of Diffusion. **Redwood Books**, Trowbridge, Witshire. 2 ed., 1975.

DAROLT, G. Em expansão, mercado de sorvetes enfrenta desafios. *Jornal do comércio*. Disponível em:<<http://jcrs.uol.com.br/site/noticia.php?codn=183074>>.Acesso em maio de 2016.

EARLY, Ralph. Tecnologia de los produtos lácteos. **Zaragoza: Acribia**, p. 459, 2004.

ESTABILIZANTES EM SORVETES. Sorvetes e casquinhas Disponível em:<http://www.insumos.com.br/sorvetes_e_casquinhas/materias/88.pdf>.Acesso em maio de 2016.

FERNANDES, A.F.; PEREIRA, J.; ROGÉRIO, G.; OIANO-NETO, J. Efeito da Substituição Parcial da Farinha de Trigo por Farinha de Casca de Batata (*Solanum Tuberosum* Lineu). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 28, p. 56-65, dez. 2008.

FONSECA, R.S.; SANTO, V.R.D.; SOUZA, G.B.; PEREIRA, C.A.M. Elaboração de Barra de Cereais com Casca de Abacaxi. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**. v. 61, n. 2, 2011.

GARCIA, C.C. **Avaliação da Desidratação de Mamão Utilizando Métodos Combinados**. 200p. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), São José do Rio Preto, 2012.

GEANKOPLIS, CHRISTIE J. *Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias*. **Compañía Editorial Continental**, S.A. DE C.V., 3 ed., México, 1998.

GERHARDT, C.; WIEST, J.M.; GIROLOMETTO, G.; SILVA, M.A.S.; WESCENFELDER, S. Aproveitamento da Casca de Citros na perspectiva de alimentos: prospecção da atividade antibacteriana. **Brazilian Journal of Food Technology**. v.15, 2012.

GIESE, J. Fat and fat replacers: balancing the health benefits. **Food Technology**. v. 50, n. 9, p. 76-81, 1996.

GOFF, H.D. Colloidal aspects of ice cream: a review. **International Dairy Journal**. v. 7, p. 363-373, 1997.

GOFF, H. D. Ice cream under control. **Dairy Industries International**. v. 66, n. 1, p. 26-30, 2001.

GOFF, H.D. Structure of ice cream: Dairy Science and Technology website. Disponível em: <<http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/icstructure.html>>. Acesso em março de 2016.

GONELI, A.L.D. **Variação das propriedades físico-mecânicas e da qualidade da mamona (*Ricinus communis* L.) durante a secagem e o**

armazenamento. 2008. 186f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

GONDIM, J.A.; MOURA, M.F.; DANTAS, A.; MEDEIROS, L.S. Composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 25, n. 4, p. 825-827, out/dez, 2005.

GRANGER, C.; LEGERB, A.; BAREYB, P.; LANGENDORFFB, V.; CANSELLA, M. Influence of formulation on the structural networks in ice cream. **International Dairy Journal**. v.15, n. 03, p. 255-262, 2005.

GRANADA, G.G.; ZAMBIAZI, R.C.; MENDONÇA, C.R.B. Abacaxi: Produção, Mercado e Subprodutos. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. v. 22, n. 2, p. 405-422, jul/dez. 2004.

GROSSO, L. M.; BRACKEN, M. B. Caffeine metabolism, genetics, and perinatal outcomes: a review of exposure assessment considerations during pregnancy. **Annals of Epidemiology**. v. 15, n. 6, p. 460-466, 2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3 ed, São Paulo, p. 397, 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Agrícola Municipal. **IBGE**, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. Frutas e Derivados. **IBRAF**, ano 3, ed 09, Mar/2008.

KASHANINEJAD, M.; MORTAZAVI, A.; SAFEKORDI, A.; TABIL, L.G. Thin-layer drying characteristics and modeling of pistachio nuts. **Journal of Food Engineering**, v.78, 98-108p, 2007.

KATO, N.M. **Propriedades tecnológicas de formulações de sorvete contendo concentrado protéico de soro (CPS)**. 50f Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

KOXHOLT, M.; EISEMANN, B.; HINRICHS, J. Effect of the fat globule size on the meltdown of ice cream. **Journal of Dairy Science**. v. 84, p. 31-37, 2001.

KUMAZAWA, S.; TANIGUCHI, M.; SUZUKI, Y.; SHIMURA, M.; KWON, M. S.; NAKAYAMA, T. Antioxidant activity of polyphenols in carob pods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 50, n. 2, p. 373-377, 2002. LAMOUNIER, M. L.; ANDRADE, F. C.; MENDONÇA, C. D.; MAGALHÃES, M. L. Desenvolvimento e caracterização de diferentes formulações de sorvetes enriquecidos com farinha da casca de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**. v. 70, n. 2, p. 93-104, mar/abr, 2015.

LEITES EM PÓ. Milknet. Disponível em: < www.milknet.com.br/artigostec7.php > Acesso em maio de 2016.

LERAYER, A.L.S.; SALVA, T.J.G. Leites fermentados e bebidas lácticas. **Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 1997. p. 11-32, 1997.

LOUSADA JÚNIOR, J.E.; COSTA, J.M.C.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N. M. R. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando a seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agrônômica**. v.37, n.1, p.70-76, 2006.

MACHADO, A. V.; OLIVEIRA, E. L.; SANTOS, E. S.; OLIVEIRA, J. A.; FREITAS, L. M. Avaliação de um secador solar sob convecção forçada para a secagem do pendúculo de caju. **Revista Verde**. v.6, n.1, p. 01 - 07, jan/mar, 2011.

MAGALHÃES, P.J.; BROIETTI, F.C.D. Gestão da qualidade na elaboração de sorvetes. **Ciências Exatas e Tecnologia**. v. 9, n. 1, p. 53-60, nov. 2010.

MARQUES, L. F.; DUARTE, M. E. M.; MATA, M. E. R. M. C.; NUNES, L. S.; COSTA, T. L.; COSTA, P. B. S.; DUARTE, S. T. G. Secagem precedida de desidratação osmótica de pseudofruto de caju: comparação entre modelos matemáticos aplicados. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. v. 9, n. 2, p. 161-170, 2007.

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

MATOS, ANTONIO TEIXEIRA DE. Tratamento de Resíduos Agroindustriais. **Fundação Estadual do Meio Ambiente**. Maio, 2005.

MATTES, R.D. Position of the American Dietetic Association: fat replacers. **Journal of the American Dietetic Association**. v. 98, n. 4, p.463-468, 1998.

MEDEIROS, M. L.; LANNES, S. C. S. Avaliação química de substitutos de cacau e estudo sensorial de achocolatados formulados. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 29, n. 2, p. 247-253, 2009.

MENEZES, M. L.; STROHER, A. P.; PEREIRA, N. C.; BARROS, S. T. D. Análise cinética e ajustes de modelos matemáticos aos dados de secagem do bagaço do maracujá-amarelo. **Engevista**. v. 15, n. 2, p. 176-186, ago/2013.

MIKILITA, I.S. **Avaliação do estágio de adoção das Boas Práticas de Fabricação pelas indústrias de sorvete da região metropolitana de Curitiba (PR): Proposição de um plano de análise de perigos e pontos críticos de controle**. 186f. 2002. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

MOHAPATRA, D.; RAO, P.S. A thin layer drying model of parboiled wheat. **Journal of Food Engineering**. 513-518p, 2005.

MOLINA FILHO, L.; GONÇALVES, A.K.R.; MAURO, M.A.; FRASCARELI, E. C. Moisture sorption isotherms of fresh and blanched pumpkin (*Cucurbita moschata*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 31, n. 3, p. 714-722, jul.-set, 2011.

MOSQUIM, M.C.A. Fabricando Sorvete com Qualidade. **Fontes Comunicação**. 118 f., 1999.

MURPHY, S.C. ; GILORY, D.; KERRY, J. F.; BUCKLEY, D. J.; KERRY, J. P. Evaluation of surimi, fat and water content in a low/no added pork sausage formulation using response surface methodology. **Meat Science**. v. 66. p. 689-701, 2004.

NABESHIMA, E. H.; OLIVEIRA, E. S.; HASHIMOTO, J. M.; JACKIX, M. N. H. Propriedades físicas do sorvetes de baunilha elaborado com substitutivos de gordura e sacarose. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 19, n. 2, p. 169-182, jun.-dez., 2001.

OLIVEIRA, A.; SILVA, M.; SOBRAL, P.; OLIVEIRA, C. HABITANTE, A. propriedades físicas de misturas para *seherbets* de mangaba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 40, p.581-586, 2005.

OHMES, R.L.; MARSHALL, R.T., HEYMANN, H. Sensory and physical properties of ice creams containing milk fat or fat replacers. **Journal of Dairy Science**. v. 81, p. 1222-1228, 1997.

OLSON, D.; WHITE, C.; WATSON, C. Properties of frozen dairy desserts processed by microfluidization of their mixes. **Journal of Dairy Science**. v. 86, p. 1157-1162, 2003.

OZCAN, M. M.; ARSLAN, D.; GOKÇALIK, H. Some compositional properties and mineral contents of carob (*Ceratonia siliqua*) fruit, fl our and syrup. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**. v. 58, n. 8, p. 652-658, 2007.

OWEN, R. W. ; HAUBNER, R.; HULL, W. E.; ERBEN, G.; SPIEGELHALDER, B.; BARTSCH, H.; HABER, B. Isolation and structure elucidation of the major individual polyphenols in carob fibre. **Food and Chemical Toxicology**. v. 41, n. 12, p. 1727-1738, 2003.

PADILHA, G.R. **Boas práticas de fabricação em indústria de gelados comestíveis como pré-requisito para implantação do sistema APPCC**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul. Bento Gonçalves, 2011.

PAIVA, A.P; BARCELOS, M.F. P. **Estudos Tecnológico, químico, físico-químico e sensorial de barras alimentícias elaboradas com subprodutos e resíduos agroindustriais**. 143f. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

PAPAGIANNPOULOS, M.; WOLLSEIFEN, H. R.; MELLENTHIN, A.; HABER, B.; GALENSA, R. Identification and quantification of polyphenols in carob fruits (*Ceratonia siliqua* L.) and derived products by HPLC-UV-ESI/ MSn. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 52, n. 12, p. 3784-3791, 2004.

PARK, K.J.; BIN, A.; BROD, F.P.R. Obtenção das isotermas de sorção e modelagem matemática para a pêra bartlett (*Pyrus sp.*) com e sem desidratação osmótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 21, n. 1, p. 73-77, 2001a.

PARK, K. J.; BIN, A.; BROD, F. P. R. Drying of pear D'Anjou with and without osmotic dehydration. **Journal of Food Engineering**. v. 56, n. 1, p. 97-103, 2003.

PARK, K.J.; YADO, M.K.M.; BROD, F.P.R. Estudo de secagem de pêra bartlett (*Pyrus sp.*) em fatias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 21, n. 3, p. 288-292, 2001b.

PEREDA, J.A.O.; RODRÍGUEZ, M.I.C.; ÁLVAREZ, L.F.; SANZ, M.L.G.; MINGUILLÓN, G.D.G.F.; PERALES, L.H.; CORTECERO, M.D.S. **Tecnologia de alimentos**, Porto Alegre: Artmed, 2005. v.2

PIATI,J.; MALACARNE, L. T.; GALL, R. E. **Sorvete com leite de cabra adicionado de mucilagem de chia (*Salvia hispânica L.*) e farinha de semente de alfarroba (*Seratonia siliqua L.*)**. 2000. 89f. Monografia (Graduação em Tecnologia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

PINHEIRO, M.V.S.; PENNA, A.L.B. Substitutos de gordura: tipos e aplicações em produtos lácteos. **Alimentos e Nutrição**. v.15, n.2, p.175-186, 2004.

RECHSTEINER, M. S. **Desenvolvimento de amidos fosfatados de batata-doce e mandioca e aplicação como substitutos de gordura em sorvetes**. 2009. 152f. Tese (Doutorado em Agronomia - Área de Concentração em Energia na Agricultura). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2009.

ROBERTO, I.C.; FELIPE, M.G.A.; MANCILHA, I.M.; VITOLO, M.; SATO, S.; SILVA, S.S. Xylitol production by *Candida guilliermondii* as an approach for the utilization of agroindustrial residues. **Bioresource Technology**. n. 51, p. 255-257, 1995.

RODRIGUES, A. P.; FONTANA, C. V.; PADILHA, E.; SILVESTRIN, M.; AUGUSTO, M. M. M. Elaboração de sorvetes sabor chocolate com teor de gordura reduzido utilizando soro de leite em pó. **Vetor**. v. 16, n. 1/2, p. 55-62, 2006.

ROLLER, S.; JONES, S.A. Handbook of fat replacers. **Chips**, Weimar, 336 p., 1996.

RORATO, F.; DEGASPARI, C. H.; MOTTIN, F. Avaliação do nível de conhecimento de consumidores de produtos *diet* e *light* que frequentam um supermercado de Curitiba. **Visão Acadêmica. América do Sul**. v. 7, n. 1, set. 2007.

SABATINI, D. R.; SILVA, K. M.; PICININ, M. E.; DEL SANTO, V. R.; SOUZA, G. B.; PEREIRA, C. A. M. Composição centesimal e mineral da alfarroba e aceitabilidade em sorvete. **Alimentos e Nutrição**. v. 22, n. 1, p. 129-136, jan/mar, 2011.

SANTOS, G.G. SORVETE: Processamento, tecnologia e substitutos de sacarose. **Revista Ensaios e Ciência Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**. v. 13, n. 2, 2009.

SILVA, A. S. S.; MELO, K. S.; ALVES, N. M. C.; FERNANDES, T. K. S.; FARIAS, P. A. Cinética de secagem em camada fina de banana maçã em secador de leito fixo. **Revista Brasileira de Produtos Agrícolas**. v. 11, n. 2, p. 129-136, 2009.

SILVA, P. H. F. Curso básico sobre sorvetes. **Apostila, EPAMIG/CEPE/ILCT**; Juiz de Fora, MG, 25 f., 1996.

SOFJAN, R.; HARTEL, R. Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. **International Dairy Journal**. v. 14, p. 255-262, 2004.

SOLER, M. P.; VEIGA, P. G. Série Publicações Técnicas do Centro de Informação em Alimentos: sorvetes. **Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 2001.

SOUSA, K. A.; RESENDE, O.; CHAVES, T. H.; COSTA, L. M. Cinética de Secagem do nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.). **Revista Ciência Agronômica**. v. 42, n. 4, p. 883-892, out-dez, 2011.

SOUZA, C. F.; LUCYSZYN, N.; FERRAZ, F. A.; SIERAKOWSKI, M. R. *Caesalpinia ferrea* var. *ferrea* seeds as a new source of partially substituted galactomannan. **Carbohydrate Polymers**. v. 82, p. 641-647, 2010.

SOUZA, O.; SANTOS, I.E. Importância dos resíduos agropecuários na alimentação animal. Boletim pecuário. 2002. Disponível em: <<http://www.boletimpecuario.com.br/artigos/showartigo.php?arquivo=artigo544.txt>>. Acesso em: jun/2015.

STEFANELLO, CLAUDIA L.; ROSA, CLAUDIA S. Composición aproximada de lãs cáscaras de diferentes frutas. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. n. 17, p. 34-37, 2012.

VIEIRA, A. P. **Efeito das condições de congelamento sobre atributos de qualidade de fatias de abacaxi liofilizado**. 73f. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos - IBILCE), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", São José do Rio Preto, 2010.

TAMIME, A. Y.; BARCLAY, M. N. I.; DAVIES, G.; BARRANTES, E. Production of low-calorie yogurt using skim milk powder and fat-substitute.: a review. **Food Science and Technology Department**. v. 49, n. 2, p. 85-88, 1994.

TIMM, Fritz. Fabricación de helados. **Zaragoza: Acribia**, p. 304, 1989.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. Leche y productos lácteos: tecnología, química e microbiología. **Zaragoza: Acribia**, 1994. 476p.

YOUSIF, A. K.; ALGHZAWI, H. M. Processing and characterization of carob powder. **Food Chemistry**. v. 69, n. 3, p. 283-287, 2000.

ZANARDI, E.; DORIGONI, V.; BADIANI, A.; CHIZZOLINI, R. Lipid and colour stability of Mylano-type sausages: effect of packing conditions. **Meat Science**. v. 61, p. 7-14, 2002.

ANEXO 1 – FICHA SENSORIAL

Nome: _____ Idade: _____ Data: _____

Você receberá quatro amostras codificadas de sorvete. Por favor, avalie cada uma das amostras utilizando a escala de valores abaixo:

- | | |
|--------------------------|-----------------------------|
| (9) Gostei muitíssimo | (4) Desgostei ligeiramente |
| (8) Gostei muito | (3) Desgostei moderadamente |
| (7) Gostei moderadamente | (2) Desgostei muito |
| (6) Gostei ligeiramente | (1) Desgostei muitíssimo |
| (5) Indiferente | |

Por favor, descreva o quanto você gostou e/ou desgostou, com relação aos atributos:

Amostra	Cor	Sabor	Textura	Impressão global

Comentários:

Intenção de compra:

Depois de provar as amostras acima, por favor, responda:

Você compraria algum dos produtos provados? () Sim () Não

Qual(is)? (Por favor, registre o número da(s) amostra(s)): _____

ANEXO 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da pesquisa: CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DA CASCA DO ABACAXI E APLICAÇÃO EM SORVETE

Pesquisador(es), com endereços e telefones:

Nívia Barreiro, residente à Avenida José Calegari, 2407, fundos, Medianeira - PR, telefone: (45) 9903-7689.

Engenheiro ou médico ou orientador ou outro profissional responsável:

Carolina Castilho Garcia, residente à Avenida Brasil, 4232, Parque Independência, Medianeira – PR, telefone: (45) 3240-8109. RG: 29.979.773-9 SSP-SP.

Local de realização da pesquisa:

Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira.

Endereço, telefone do local:

Avenida Brasil, 4232, Caixa Postal 271. Parque Independência, Medianeira – PR. Telefone: (45) 3240-8000.

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

1. Apresentação da pesquisa.

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa “CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DA CASCA DO ABACAXI E APLICAÇÃO EM SORVETE”, realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. Nos últimos anos, especial atenção vem sendo dada para minimização ou reaproveitamento de resíduos sólidos gerados nos diferentes processos industriais. Os resíduos provenientes da indústria de alimentos envolvem quantidades apreciáveis de casca, caroço e outros. Como necessitamos de uma alimentação saudável, rica em nutrientes, isto pode ser alcançado com partes de alimentos que normalmente são desprezadas, como a casca do abacaxi. Sendo assim, é importante a utilização de cascas, talos e folhas, pois o aproveitamento integral dos alimentos, além de diminuir os gastos com alimentação e melhorar a qualidade nutricional do cardápio, reduz o desperdício de alimentos e torna possível a criação de novas receitas, como, por exemplo, sucos, doces, geleias e farinhas. Nesse sentido, o aproveitamento do resíduo casca do abacaxi em formulações de sorvetes seria interessante, já que poderia contribuir para a melhoria da dieta, uma vez que o resíduo apresenta fibras (3,1%) e proteínas.

Através de sua participação voluntária poderemos obter informações importantes a respeito da aceitabilidade dos produtos desenvolvidos, o que permitirá fornecer subsídios para o aprimoramento das formulações de forma a atender as expectativas dos consumidores quanto à palatabilidade e intenção de compra futura.

2. Objetivos da pesquisa.

Os objetivos desta pesquisa são: desenvolver, caracterizar e avaliar sensorialmente sorvete de abacaxi produzido com substituição parcial do leite em pó por farinha de casca de abacaxi.

3. Participação na pesquisa.

A sua participação é muito importante para nossa pesquisa. Você participará como integrante de uma equipe que vai consumir as diferentes formulações de sorvete de abacaxi e avaliar os atributos cor, sabor, textura e impressão global, atribuindo um valor numérico para cada requisito seguindo uma escala hedônica de nove pontos, na qual 9 corresponde à GOSTEI MUITÍSSIMO e 1, à DESGOSTEI MUITÍSSIMO. Em seguida, você deverá responder se compraria ou não os produtos provados.

As formulações de sorvete foram preparadas seguindo o padrão de identidade e qualidade para este produto, ou seja, atende aos requisitos da legislação brasileira para produtos lácteos e encontram-se conforme no aspecto microbiológico.

Quaisquer problemas ou dúvidas, por favor, entrem em contato com Profa. Dra. Carolina Castilho Garcia.

4. Confidencialidade.

Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo, porém você concorda que sejam divulgados em publicações científicas e na forma de artigo ou apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso.

5. Desconfortos, Riscos e Benefícios.

5a) Desconfortos e ou Riscos:

Você poderá ter algum desconforto ao degustar o produto ou não gostar deste, no momento da avaliação sensorial. Caso isso ocorra, poderá desistir de sua participação na análise sensorial a qualquer momento.

5b) Benefícios:

Acreditamos ser conveniente estudar o aproveitamento de um resíduo da indústria de alimentos na produção de um alimento, especialmente considerando que a casca do abacaxi poderia enriquecer o alimento em fibras e proteínas. Assim, serão avaliadas características de qualidade físico-química, microbiológica e sensorial do produto, buscando sempre atender a legislação vigente, bem como exigências do mercado consumidor. Através de sua participação voluntária poderemos obter informações importantes a respeito da aceitabilidade dos produtos desenvolvidos, o que permitirá fornecer subsídios para o aprimoramento das formulações de forma a atender as expectativas dos consumidores quanto à palatabilidade e intenção de compra futura. Assim, consideramos valiosa sua contribuição voluntária para a pesquisa.

6. Critérios de inclusão e exclusão.

6a) Inclusão:

Você poderá participar da análise sensorial se tiver acima de 18 anos, consumir leite e produtos lácteos industrializados e apreciar o produto sorvete sabor abacaxi.

6b) Exclusão:

Caso você seja portador de doenças que restrinjam o consumo dos produtos, como intolerância à lactose e diabetes, problemas renais, ou outras enfermidades ou seja alérgico a qualquer matéria prima/ingrediente utilizado para elaborar os produtos (leite em pó, creme de leite, leite pasteurizado, glicose, sacarose, farinha da casca do abacaxi, estabilizante, emulsificante, aromatizante, saborizante), não poderá participar da avaliação sensorial.

7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

Você tem o direito de recusar ou desistir de sua participação a qualquer momento em qualquer etapa da pesquisa, não sofrendo, por isso, nenhum prejuízo. Se tiver alguma dúvida, por gentileza, dirija-se aos responsáveis pelo projeto a qualquer momento.

8. Ressarcimento ou indenização.

Não haverá ressarcimento de valores decorrentes de sua participação nesse projeto, porém poderá haver indenizações em casos de danos comprovadamente decorrentes de sua participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial (Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012).

B) CONSENTIMENTO (do sujeito de pesquisa ou do responsável legal – neste caso anexar documento que comprove parentesco/tutela/curatela)

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo.

Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo. Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo.

Nome completo: _____

RG: _____ Data de Nascimento: ___/___/_____

Telefone: _____

Endereço: _____

CEP: _____

Cidade: _____ Estado: _____

Assinatura:

Data: ___/___/_____

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Assinatura pesquisador(ou seu representante):

Data:

Nome completo: Carolina Castilho Garcia

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Profa. Dra. Carolina Castilho Garcia, via e-mail: carolinacgarcia@utfpr.edu.br ou telefone: (45) 3240-8109.

Endereço do Comitê de Ética em Pesquisa para recurso ou reclamações do sujeito pesquisado

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)

REITORIA: Av. Sete de Setembro, 3165, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, telefone: 3310-4943, e-mail: coep@utfpr.edu.br

OBS: este documento deve conter duas vias iguais, sendo uma pertencente ao pesquisador e outra ao sujeito de pesquisa.