

INÊS APARECIDA SANTANA

**AVALIAÇÃO QUÍMICA E FUNCIONAL DE POLPA DE COCO VERDE E
APLICAÇÃO EM GELADO COMESTÍVEL**

São Caetano do Sul
2012

INÊS APARECIDA SANTANA

AVALIAÇÃO QUÍMICA E FUNCIONAL DE POLPA DE COCO VERDE E
APLICAÇÃO EM GELADO COMESTÍVEL

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia Mauá
do Centro Universitário do Instituto Mauá de
Tecnologia para obtenção do título em Mestre em
Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos

Linha de Pesquisa: Aplicação de Novas Tecnologias
no Desenvolvimento e na Conservação de Produtos
Alimentícios.

Orientadora: Prof^a Dr^a Antonia Miwa Iguti

São Caetano do Sul
2012

Santana, Inês Aparecida

Avaliação Química e Funcional de Polpa de Coco Verde e Aplicação em Gelado Comestível – Inês Aparecida Santana – São Caetano do Sul, São Paulo: CEUM-EEM, 2012.

Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação. Linha de Pesquisa: Aplicação de Novas Tecnologias no Desenvolvimento e na Conservação de Produtos Alimentícios – Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, SP, 2012.

Orientadora: Prof^a Dr^a Antonia Miwa Iguti

1. Polpa de coco verde. 2. Gelado comestível. I. Instituto Mauá de Tecnologia. Centro Universitário. Escola de Engenharia Mauá. II Título.

DEDICO

Aos meus amados pais, Francisca (*in memorian*) e José

Aos meus amados sobrinhos, Yago e Yasmim

À minha amiga e orientadora, Profa. Dra. Antonia Miwa Iguti

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e pelo entendimento concedidos para a realização deste sonho.

Ao Instituto Mauá de Tecnologia pela concessão da bolsa de estudos e pela disponibilização de recursos para o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos meus pais, Francisca (*in memorian*) e José, pelo amor, dedicação, por nunca medirem esforços e por todos os sacrifícios que fizeram em prol da minha educação.

À Profa. Dra. Antonia Miwa Iguti pela dedicação, motivação, confiança, paciência, ensinamentos e principalmente pela amizade, minha eterna gratidão.

Ao Prof. Dr. Flávio Finardi Filho e à Profa. Dra. Elisena Aparecida Gustaferro Seravalli pela avaliação e pelas valiosas sugestões a este trabalho.

À Profa. Dra. Eliana Paula Ribeiro, pelas discussões, sugestões, ensinamentos e por todo auxílio a este trabalho.

Ao Prof. M.Sc. Edson Paulo de Ros Tríboli pela prontidão em esclarecer minhas dúvidas e pelos importantes ensinamentos.

À Profa. Dra. Elisena A. G. Seravalli pelo apoio, sugestões e pela amizade.

Aos Professores Dr. José L. Fejfar, Dr. Marcello Nitz da Costa, Dr. Adelino M. F. Gomes e Dr. Gustavo F. Leonhardt, pelo apoio e disponibilização de recursos.

A todos os professores do EQA que me apoiaram.

À Juliana K. Kawano, pela dedicação a este trabalho durante a iniciação científica.

Ao Sidnei Ribeiro Moraes pela amizade e prestatividade nestes anos de convivência, e pela inestimável ajuda em todos os momentos deste processo.

À Roselaine Aparecida de Souza, especial agradecimento pela ajuda e apoio.

Às funcionárias da biblioteca do IMT Simone M. Pinheiro e Dulcelina F. de Araújo pela atenção e valiosa ajuda com a pesquisa bibliográfica.

À Marinêz, Edna, Maria Vilela, Maria Aparecida e a todos e funcionários do EQA, da oficina mecânica, dos laboratórios de física e de elétrica, da secretaria e de todo o IMT que me prestaram auxílio em vários momentos durante esta jornada.

Aos funcionários da empresa Amacoco e ao Sr. Nelson Custódio, pela amável recepção e pelas importantes informações a respeito da industrialização da água de coco verde.

RESUMO

Este trabalho teve o objetivo de caracterizar e avaliar as propriedades funcionais da polpa de coco verde. Para caracterização foram determinadas a composição centesimal (umidade, lipídeos, proteínas, cinzas e carboidratos) da polpa de coco verde *in natura* e liofilizada. Foram realizadas determinações de minerais, açúcares solúveis, fibra dietética total, composição de ácidos graxos do óleo e o fracionamento das proteínas da polpa liofilizada. A polpa *in natura* apresentou composição centesimal comparável aos valores da literatura para frutos entre 6-8 meses, com 92,70% de água e, na massa seca, os componentes em maior quantidade foram os carboidratos (4,15%). A polpa liofilizada apresentou 9,10% de lipídeos, com composição graxa constituída, em sua maioria, de ácidos graxos saturados de cadeia média, com predominância do ácido láurico (38,05%). O teor de carboidratos foi de 62,51%, dos quais 19,2% de açúcares redutores (glicose e frutose) e 20,9% de açúcares não redutores (sacarose), além de 9,39% de fibra alimentar total. O teor de cinzas foi de 9,65%, constituídas principalmente de potássio (38%), magnésio (5,15%), sódio (1,72%) e cálcio (1,56%), além de presença de fósforo, ferro, manganês e zinco. A análise de proteínas resultou em 12,1%. Desse total, albuminas e globulinas corresponderam a 57%, prolaminas a 3,7%, glutelinas-1 a 14% e glutelinas-2 a 4,9%. Análises da capacidade emulsificante, expressas em mL de óleo por grama de amostra, resultaram em 175 mL/g de polpa liofilizada, 177,9 mL/g de polpa desengordurada e 165 mL/g de polpa parcialmente desproteinada (sem albuminas e globulinas). Esses resultados indicaram que, enquanto a gordura não influenciou neste parâmetro, a fração de albuminas+globulinas mostrou-se importante. Quanto à capacidade espumante, expressa em % *overrun*, resultou em 267% para polpa liofilizada, 222% para polpa desengordurada e 175% para polpa parcialmente desproteinada (sem albuminas e globulinas), indicando que tanto os lipídeos quanto albuminas+globulinas afetam essa propriedade. Gelado comestível de umbu foi utilizado como sistema para avaliação da influência dos lipídeos e das proteínas na qualidade do produto. Formulações foram preparadas utilizando a polpa liofilizada, polpa desengordurada e polpa parcialmente desproteinada. A avaliação foi efetuada por meio de determinações de viscosidade, *overrun*, pH, taxa de derretimento e textura do produto. A formulação produzida com polpa liofilizada apresentou viscosidade de 464 cP e com a polpa desengordurada, de 564 cP. Já com a polpa parcialmente desproteinada, o valor excedeu o máximo para as condições de análise (750 cP), demonstrando que a ausência, tanto dessas proteínas quanto de lipídeos, causam aumento significativo de viscosidade. Análises de *overrun*, expresso como porcentagem de ar agregado ao sistema, revelaram que o maior valor foi observado para a polpa liofilizada. Para a polpa desengordurada foi observada uma diminuição de 24% e para polpa parcialmente desproteinada uma diminuição de 46,8%. O pH, de 3,85 para a polpa liofilizada, variou na ausência de gordura (4,23) e das proteínas (3,49). A taxa de derretimento do gelado produzido com polpa desengordurada não apresentou diferença significativa em relação à polpa liofilizada. Porém o uso da polpa parcialmente desproteinada causou uma diminuição de 46,5% nesse parâmetro. Quanto à dureza, o menor valor foi obtido para a formulação com polpa liofilizada (103 N). O gelado produzido com polpa desengordurada apresentou um aumento 80,6% neste valor e o produzido com polpa parcialmente desproteinada, apresentou um aumento de 60,2%.

Palavras-chave: Polpa de coco verde. Gelado comestível. Propriedades funcionais.

ABSTRACT

This study aimed to characterize and evaluate functional properties of coconut pulp. Proximate composition of fresh and lyophilized green coconut pulp was determined (moisture, lipids, proteins, carbohydrates and ash). Analysis of minerals, soluble sugars, total dietary fiber, fatty acid composition of oil and protein fractionation of freeze-dried pulp were carried out as well. The fresh pulp showed composition comparable to literature values for fruit with 6-8 months of ripening. The lyophilized pulp showed 9.10% lipid. Oil constituents, mostly medium chain saturated fatty acids, showed predominance of lauric acid (38.05%). 62.51% of carbohydrates was found, which included 19.2% reducing sugars (mainly glucose and fructose), 20.9% non-reducing sugar (sucrose), and 9.39% total dietary fiber. The mineral content was 9.65%, consisting mainly of 38% potassium, 5.15% magnesium, 1.72% sodium, 1.56% calcium, and phosphorus, iron, manganese and zinc. Proteins (12.1%) were composed of 57% of albumins and globulins, 3.7% prolamine, 14% glutelin-1 and 4.9% glutelins-2. To evaluate functional properties, emulsifying and foaming capacity were determined. The emulsifying capacity was expressed as volume of soybean oil per gram of sample. Lyophilized, defatted and partially removed protein pulp presented 175 mL/g, 177.9 mL/g and 165 mL/g, respectively. These results showed that while fat was not important to this parameter, the extraction of albumins and globulins together caused a significant decrease in this property. Results of foaming capacity analysis, expressed as % overrun, showed that lyophilized, defatted, and partially removed protein pulp had 267%, 222% and 175% overrun, respectively, which indicated that either fat or albumins+globulins, are important to foam formation. A frozen dessert produced with umbu was used as a system to evaluate the influence of lipid and proteins in the product quality. The formulations were different in the pulp added: lyophilized, defatted or partially removed protein pulp. Analysis of viscosity, overrun, pH, rate of melting and texture of mixtures were performed to evaluate this system. Mixtures produced with lyophilized and defatted pulp had viscosity of 464 cP and 564 cP, respectively. Partially removed protein pulp, however, exceeded the maximum value to analytical conditions (750 cP). These results showed that protein extraction caused a higher increase in viscosity than lipid extraction. The maximum overrun was observed in formulation produced with lyophilized pulp. The one produced with defatted or with partially removed protein pulp showed a decrease of 24% and 46.8, respectively. The pH of mixtures varied also: 3.85 for the lyophilized pulp, 4.23 for defatted pulp and 3.49 for partially removed protein. The melting rate of ice cream prepared with lyophilized or defatted pulp showed no significant difference. However, the one formulated with partially removed protein showed decrease of 46.5%. The lowest hardness value was found for the formulation with lyophilized pulp (103 N), while the ice cream made from defatted or partially removed protein pulp showed an increase of 80.6% and 60.2%, respectively.

Keywords: Green coconut pulp. Ice cream. Functional properties.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1. Produção Mundial de Coco em 2010 (Porcentual de cada país)..... | 14 |
| Figura 2. Fruto do Coco..... | 21 |
| Figura 3. Estrutura coloidal do sorvete base de leite..... | 36 |
| Figura 4. Lavagem dos frutos | 45 |
| Figura 5. Cortador de coco | 45 |
| Figura 6. Frutos de umbu..... | 52 |
| Figura 7. Etapas do processamento do gelado comestível | 53 |
| Figura 8. Determinação do tempo de derretimento | 57 |
| Figura 9. Cromatograma obtido para as amostras de coco verde (1) e coco maduro (2) | 61 |
| Figura 10. Cromatograma dos ésteres metílicos dos ácidos graxos presentes no óleo | 68 |
| Figura 11. Espumas formadas durante a determinação da capacidade espumante | 73 |
| Figura 12. Perfil de derretimento..... | 81 |
| Figura 13. Curva obtida na análise de textura | 84 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Produção de coco-da-baía nacional e por região | 22 |
| Tabela 2. Composição de ácidos graxos do óleo de coco – Valores da literatura..... | 26 |
| Tabela 3. Composição das formulações de gelados comestível (g/100g de gelado)..... | 44 |
| Tabela 4. Composição das formulações (g/100g de gelado)..... | 53 |
| Tabela 5. Condições de processamento do gelado comestível | 54 |
| Tabela 6. Determinações físico-químicas do óleo de coco maduro | 61 |
| Tabela 7. Composição centesimal das polpas <i>in natura</i> e liofilizada..... | 64 |
| Tabela 8. Resultados comparativos de composição de polpa de coco verde obtidos nestes trabalho com os publicados na literatura | 64 |
| Tabela 9. Teor de minerais | 67 |
| Tabela 10. Composição graxa do óleo extraído da polpa liofilizada obtido por percolação.... | 68 |
| Tabela 11. Distribuição das proteínas de acordo com a solubilidade..... | 70 |
| Tabela 12. Valores da literatura para distribuição das proteínas de acordo com a solubilidade | 71 |
| Tabela 13. Capacidade espumante das frações proetéicas | 72 |
| Tabela 14. Capacidade emulsificante | 75 |
| Tabela 15. Teor de sólidos totais e pH no gelado comestível | 80 |
| Tabela 16. Resultado da análise de derretimento | 82 |
| Tabela 17. Resultados de textura..... | 84 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|-----------------------------|----|
| 1. | INTRODUÇÃO | 14 |
| 2. | OBJETIVOS | 18 |
| 3. | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 19 |
| 3.1. | COCO..... | 19 |
| 3.1.1. | ASPECTOS BOTÂNICOS | 19 |
| 3.1.2. | PRODUÇÃO | 21 |
| 3.1.3. | POLPA DE COCO | 23 |
| 3.1.3.1. | ÓLEO DE COCO..... | 24 |
| 3.1.3.2. | CARBOIDRATOS | 29 |
| 3.1.3.3. | PROTEÍNAS | 31 |
| 3.1.3.4. | OUTROS CONSTITUINTES | 33 |
| 3.2. | GELADO COMESTÍVEL | 34 |
| 3.2.1. | INGREDIENTES | 37 |
| 3.2.2. | PROCESSO DE FABRICAÇÃO..... | 39 |

| | | |
|----------|---|----|
| 4. | MATERIAIS E MÉTODOS | 42 |
| 4.1. | ENSAIOS PRELIMINARES | 42 |
| 4.2. | MATERIAIS E REAGENTES..... | 44 |
| 4.2.1. | POLPA DE COCO VERDE..... | 44 |
| 4.2.2. | OUTROS MATERIAIS E REAGENTES..... | 46 |
| 4.3 | MÉTODOS | 47 |
| 4.3.1. | CARACTERIZAÇÃO DA POLPA | 47 |
| 4.3.1.1. | CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA..... | 47 |
| 4.3.1.2 | CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO | 48 |
| 4.3.1.3. | CARACTERIZAÇÃO DAS PROTEÍNAS | 49 |
| 4.3.1.4. | CAPACIDADE ESPUMANTE | 50 |
| 4.3.1.5. | CAPACIDADE EMULSIFICANTE..... | 51 |
| 4.3.2. | PROCESSAMENTO E ANÁLISE DO GELADO COMESTÍVEL..... | 52 |
| 4.3.2.1. | PROCESSAMENTO..... | 52 |
| 4.3.2.2. | ANÁLISES | 55 |
| 4.3.2.3. | VISCOSIDADE | 55 |
| 4.3.2.4. | DETERMINAÇÃO DE OVERRUN | 56 |

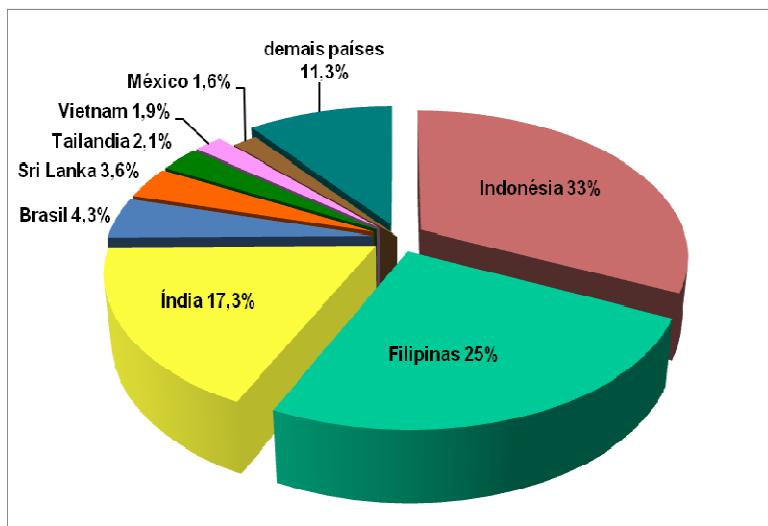
| | |
|--|----|
| 4.3.2.5. DETERMINAÇÃO DE PH E TEOR DE SÓLIDOS | 56 |
| 4.3.2.6. TEMPO DE DERRETIMENTO | 57 |
| 4.3.2.7. TEXTURA | 58 |
| 4.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA..... | 58 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 59 |
| 5.1 ENSAIOS PRELIMINARES | 59 |
| 5.2. CARACTERIZAÇÃO DA POLPA | 63 |
| 5.2.1. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA | 63 |
| 5.2.1.1. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E FIBRA ALIMENTAR..... | 63 |
| 5.2.1.2 AÇÚCARES SOLÚVEIS | 66 |
| 5.2.1.3 MINERAIS | 66 |
| 5.2.2. CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO | 67 |
| 5.2.3. CARACTERIZAÇÃO DAS PROTEÍNAS..... | 70 |
| 5.2.4. CAPACIDADE ESPUMANTE | 71 |
| 5.2.5. CAPACIDADE EMULSIFICANTE..... | 75 |
| 5.3. PROCESSAMENTO E ANÁLISE DO GELADO COMESTÍVEL | 77 |
| 5.3.1. VISCOSIDADE DA MISTURA..... | 77 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 5.3.2. | <i>OVERRUN</i> | 78 |
| 5.3.3. | pH E TEOR DE SÓLIDOS | 79 |
| 5.3.4. | TAXA DE DERRETIMENTO..... | 81 |
| 5.3.5. | TEXTURA | 83 |
| 6. | CONCLUSÕES | 86 |
| | REFERÊNCIAS | 87 |
| | ANEXO I - Portaria Nº 379, de 26 de abril de 1999..... | 101 |
| | ANEXO II - Laudo da Central Analítica- IQUSP de Análise de Minerais..... | 107 |

1. INTRODUÇÃO

O Brasil figura entre os maiores produtores mundiais de coco, atingindo em 2010 a marca de 1,891 bilhões de frutos (IBGE, 2012). Segundo dados estatísticos da FAO (FAOSTAT 2012), é o quarto maior produtor mundial, superado apenas por Indonésia, Filipinas e Índia (Figura 1). O coqueiro ou *Cocos nucifera* L. é uma das palmeiras mais úteis no mundo, sendo denominada como “árvore da vida” (ARAGÃO et al., 2004). Além do fruto diversas partes da planta podem ser aproveitadas como raiz, caule, folhas e a inflorescência (ARAGÃO, 2000; PIRES et al., 2004).

Figura 1. Produção Mundial de Coco em 2010 (Porcentual de cada país). Fonte: Elaborado a partir de dados publicados pela FAOSTAT (2012)



Os produtos provenientes do fruto (verde e maduro) são os mais amplamente utilizados e comercializados, sendo os principais a copra e o óleo, além de ácido láurico, leite de coco, fibra, farinha, água de coco. Aplicações desses produtos incluem alimentos, ração animal, sínteses industriais, sabões, detergentes e cosméticos (ALMEIDA et al., 2006; ARAGÃO et al., 2004; CAMBUI, 2007; FREIRE et al., 2007).

Estudos na área da medicina relatam propriedades medicinais tais como atividade antibacteriana, antiinflamatória, antifúngica, antioxidante, antiviral, hepatoprotetiva, dentre outras, tanto da polpa (verde ou madura) quanto da água de coco verde e do óleo,

demonstrando um potencial para uso terapêutico e de prevenção de doenças (DebMANDAL E MANDAL, 2011).

No Brasil não se cultiva coco para produção de óleo, como nos demais produtores, a polpa é utilizada principalmente como matéria-prima para produção de coco ralado, leite de coco e outros derivados, além do consumo na forma *in natura* (BENASSI, 2006; EMBRAPA, 2003; FREIRE et al., 2007). O consumo *in natura* do albúmen líquido (ou água de coco) do coco verde tem grande importância, ocasionando a implantação no país de culturas visando basicamente esta aplicação, o que não ocorre nos principais países produtores (SHIMIZU, 2006).

Com o aumento da procura por alimentos saudáveis e naturais, o consumo da água de coco verde tem se tornado cada vez mais popular no país, ocupando cerca de 1,4% do mercado de refrigerantes e bebidas (CUENCA, 2002). De acordo com pesquisa realizada pela ABIC - Associação Brasileira da Indústria de Café, a água de coco é uma das bebidas com maior crescimento de consumo no país, apresentando um aumento de 0,5% de consumidores em 2003 para 43% em 2010 (ABIC 2012), estima-se um consumo de 350 milhões de litros por ano (MARTINS e JESUS Jr., 2011).

Além de ser muito apreciada pelo sabor e refrescância, a água de coco verde também é consumida por suas excelentes qualidades nutricionais, popularmente considerada um ótimo isotônico natural.

Embora a água do coco verde ofereça grandes benefícios, o seu consumo em larga escala apresenta um inconveniente que é a geração de uma enorme quantidade de rejeito, representando cerca de 70% do lixo gerado no litoral de grandes centros urbanos (BARROSO, 2005). A casca do coco verde, que corresponde a cerca de 85% do fruto, tem se tornado um problema devido ao grande volume de lixo gerado e sua degradação lenta.

Diversas pesquisas e projetos de beneficiamento têm sido desenvolvidos no país nos últimos anos no sentido de reutilização das cascas. Entre as aplicações pode-se citar a utilização na produção de mantas e telas para proteção do solo, como substrato agrícola, na produção de papel, na produção de enzimas, como complementação alimentar animal, incorporação da

fibra em materiais poliméricos utilizados como isolantes térmicos e acústicos e incorporação em materiais de construção civil para aumento da resistência (SENHORAS, 2005), ou ainda utilização da casca do coco verde no tratamento de efluentes aquosos contendo metais tóxicos (SOUSA et al., 2007; SOUSA et al., 2010). Já há também aplicações comercialmente disponíveis. Vasos e tutores (ou suportes), produzidos a partir das fibras processadas têm apresentado grande importância, pois são similares aos de xaxim, que tem a extração e exploração comercial proibidas, devido ao risco de extinção. Souza e Jasmim (2004) estudaram a aplicação desse material. Um projeto da Embrapa Agroindústria Tropical resultou na instalação em Fortaleza da primeira unidade de beneficiamento da casca de coco verde no Nordeste, que conta com o apoio do Banco Mundial (BARROSO, 2005).

A polpa do coco verde é comestível, porém geralmente o consumo do fruto *in natura* limita-se a água. Apresentando características diferentes das da polpa do coco maduro, que tem utilização tanto para uso culinário quanto para produtos industrializados, a polpa do coco verde, juntamente com a casca, é considerada descarte.

Diferentemente do que se observa da casca, poucos trabalhos apresentam aplicação da polpa de coco verde. Pereira, Fabiano e Silva (2004) desenvolveram, como trabalho de graduação do curso de Engenharia de Alimentos no Instituto Mauá de Tecnologia, um gelado comestível, sabor chocolate utilizando polpa de coco verde, onde a idéia inicial era apenas a de substituir o leite. Porém, as características de aeração apresentadas pela polpa após ser processada e homogeneizada levaram a testes que resultaram em substituição também da gordura e de outros ingredientes normalmente utilizados em formulações de sorvetes de massa. Desta forma, foi produzido um gelado comestível com polpa de coco verde, chocolate em pó, açúcar e água, com textura e propriedades organolépticas muito similares aos dos sorvetes verdadeiros, com vantagens. O teor de gordura e o valor calórico foram reduzidos, a lactose e o colesterol foram eliminados, e apresentou a vantagem econômica de dispensar a adição de estabilizantes e de emulsificantes. A análise sensorial demonstrou um índice de aceitação de 93,2%.

A composição da polpa do coco varia com o amadurecimento, e até o presente momento existem poucos estudos sobre a polpa verde, sendo necessárias mais informações para se determinar quais substâncias presentes na polpa verde seriam as responsáveis pela grande

capacidade de agregação de ar apresentada durante a produção do gelado. Também não foram desenvolvidos gelados comestíveis de outros sabores para verificar se, na ausência do chocolate, as boas características de aeração e de textura do sistema seriam as mesmas.

2. OBJETIVOS

São objetivos gerais a caracterização química e a avaliação das propriedades funcionais da polpa de coco verde.

São objetivos específicos:

- Determinação da composição centesimal da polpa de coco verde *in natura* e liofilizada.
- Determinação de minerais, açúcares solúveis, fibra dietética total, composição de ácidos graxos do óleo e extração fracionada das proteínas da polpa liofilizada.
- Avaliação das propriedades funcionais: determinação da capacidade emulsificante e espumante da polpa; uso de gelado comestível de umbu como sistema para avaliação da influência dos lipídeos e das proteínas na qualidade do produto.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. COCO

O coqueiro é uma planta de clima tropical, encontra-se distribuído nas Américas Central e do Sul, África, Ásia e ilhas do Pacífico ao longo da faixa costeira entre os trópicos de Câncer e Capricórnio, em mais de 90 países. Recebe denominações diversas de acordo com a localidade. No Brasil o fruto é comumente denominado de coco ou coco-da-baía. (CHAN, 2006; PERERA et al. 2000; SIQUEIRA, ARAGÃO e TUPINAMBÁ, 2002).

Sua origem é fonte de controvérsia entre os pesquisadores, a hipótese mais aceita é que seja originário do Sudeste Asiático entre os oceanos Índico e Pacífico e dali se disseminado, a princípio naturalmente sendo levado por correntes marítimas e depois por navegadores e colonizadores (EMBRAPA, 2003; HARRIES, 1978; SIQUEIRA, ARAGÃO e TUPINAMBÁ, 2002).

Existem evidências históricas de que não existiam coqueiros no Brasil na época do descobrimento. Em 1553 o coqueiro gigante foi introduzido pelos portugueses no estado da Bahia, procedente das ilhas de Cabo Verde. O coqueiro anão foi introduzido pela primeira vez no Brasil em 1924. (EMBRAPA, 2003; SIQUEIRA, ARAGÃO e TUPINAMBÁ, 2002).

3.1.1. ASPECTOS BOTÂNICOS

O coqueiro é uma planta da família Palmae (Arecaceae), única espécie do gênero *Cocos*, de nome científico *Cocos nucifera* Linn ou *Cocos nucifera* L. Possui raiz na forma de um sistema radicular fasciculado, caule do tipo estipe e folhas do tipo penada. É uma planta do tipo monóica, possuindo algumas flores femininas e numerosas flores masculinas na mesma

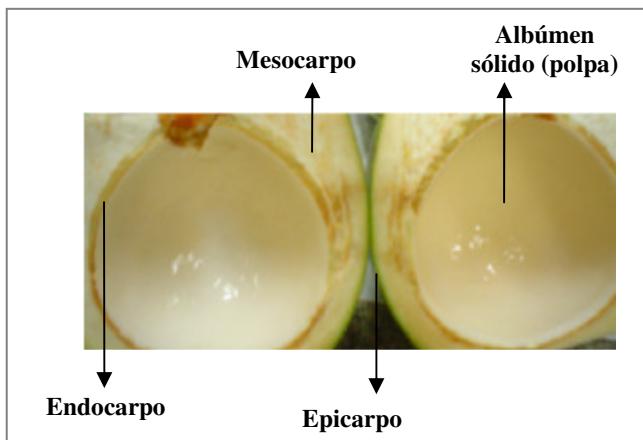
inflorescência, do tipo paniculada, axiliar, protegida por espatas (CHAN, 2006; EMBRAPA, 2003; GALLARDO, 2000; SIQUEIRA, ARAGÃO e TUPINAMBÁ, 2002).

Existem duas variedades principais do gênero *Cocos*: variedade *Typica* Nar. (coqueiro gigante) e variedade *Nana Griff* (coqueiro anão), compostas por diversas cultivares (CHAN, 2006; EMBRAPA, 2003; SIQUEIRA, ARAGÃO e TUPINAMBÁ, 2002). De acordo com EMBRAPA (2003) e Siqueira; Aragão; Tupinambá (2002), as plantas da variedade gigante atingem de 18 a 30 metros de altura, iniciam a floração após 5 a 7 anos de idade, produzindo cerca de 60 a 80 frutos por ano, por cerca de 60 anos. O coqueiro da variedade anã atinge cerca de 10 metros de altura, florescem a partir de 2 a 3 anos, produzem por cerca de 40 anos de 150 a 200 frutos por ano. Também são utilizados coqueiros híbridos, obtidos do cruzamento entre as variedades gigante e anã, que apresentam plantas com média de 20 metros de altura, florescem a partir de 2,5 a 4 anos, produzem uma média de 150 a 160 frutos por cerca de 50 anos.

O fruto, Figura 2, é botanicamente classificado como uma drupa fibrosa, formado por: epicarpo ou epiderme lisa, camada que envolve o mesocarpo; mesocarpo, camada espessa e fibrosa (casca); endocarpo, camada lenhosa que envolve a semente, tornando-se muito dura com o amadurecimento. Localizada entre endocarpo e o albúmen sólido existe uma fina camada de cor clara no fruto imaturo e marrom no fruto maduro, denominada tegumento. O albúmen ou endosperma sólido, no fruto maduro é uma camada carnosa, branca, oleosa, razoavelmente espessa, no fruto imaturo, dependendo do estágio de maturação possui consistência semi-sólida (gelatinosa). Dentro da grande cavidade formada encontra-se o albúmen líquido, denominado água de coco. Conforme a variedade pode apresentar diferentes características de cor e forma (BENASSI, 2006; CHAN, 2006; BRITO, 2004; EMBRAPA, 2003; NEVES, 2007).

O desenvolvimento da planta é influenciado pelos fatores climáticos. De acordo com EMBRAPA (2006), o coqueiro requer para um crescimento ideal, temperaturas anuais em torno de 27 °C com variações diárias de 5 a 7 °C e precipitação pluvial anual de 1500 mm e média mensal não inferior a 130 mm. O coqueiro somente se desenvolve bem com grande quantidade de luz, sendo necessárias 2000 horas de insolação por ano com média mensal mínima de 120 horas e em solos arenosos, profundos e bem drenados.

Figura 2. Fruto do coco



3.1.2. PRODUÇÃO

A cultura do coqueiro representa importante fonte de renda nos países de clima tropical onde é cultivado. Segundo dados da FAO (2012) a produção mundial de cocos em 2010 foi de 62.451.506 toneladas, sendo cerca 85% desta produção provenientes da Ásia, 7,5% das Américas, 3,2 % da África e 4,3% da Oceania. Grande parte da produção mundial destina-se à obtenção de copra.

No Brasil são cultivados coqueiros das variedades gigante, anão e híbrido. Os frutos do coqueiro gigante produzem copra (albúmen sólido desidratado a 6% de umidade) de boa qualidade, destinada principalmente à agroindústria do coco ralado e derivados. O coqueiro anão, devido à qualidade da água, destina-se principalmente ao mercado de água de coco. Atualmente são cultivados coqueiro anão verde, amarelo, vermelho da Malásia e vermelho de Camarões, sendo maior a demanda da cultivar verde. Os coqueiros híbridos produzem frutos que atendem especificações, tanto da agroindústria de coco seco, quanto a indústria de água de coco, com vantagens em relação à variedade gigante de precocidade e maior produção de copra e maior quantidade de água com qualidade similar em relação à variedade anã. Porém é ainda pouco cultivada no país (EMBRAPA, 2003; SIQUEIRA, ARAGÃO e TUPINAMBÁ, 2002).

As maiores plantações nacionais encontram-se na região Nordeste, tradicionais produtores, sendo a maior produção do estado da Bahia, porém nos últimos anos a cultura tem se expandido para outras regiões do país (Tabela 1).

Vale salientar que em alguns locais mesmo com menor área plantada existe produção de maior quantidade de frutos, o que se deve ao fato de as plantações de coqueiro anão apresentarem maior produção de frutos por pé. O Estado do Espírito Santo, por exemplo, em 2010 teve uma produção de 149.899 mil frutos em uma área plantada de 10.002 hectares, enquanto no Rio Grande do Norte, numa área de 22.552 hectares a produção foi de 62.417 mil frutos (IBGE, 2010).

Tabela 1. Produção de coco-da-baía nacional e por região

| Brasil e Região Geográfica | Quantidade produzida (Mil frutos) | | | | | | |
|---|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1990 | 2000 | 2002 | 2004 | 2008 | 2009 | 2010 |
| Brasil | 734.418 | 1.301.411 | 1.928.236 | 2.078.226 | 2.149.322 | 1.973.366 | 1.891.687 |
| Norte | 104.053 | 162.175 | 248.436 | 265.785 | 288.444 | 281.746 | 254.673 |
| Nordeste | 619.698 | 932.960 | 1.398.951 | 1.467.822 | 1.492.112 | 1.337.358 | 1.294.075 |
| Sudeste | 10.646 | 186.239 | 251.885 | 300.512 | 325.004 | 311.143 | 299.637 |
| Sul | - | - | 172 | 691 | 905 | 2.003 | 2.282 |
| Centro- Oeste | 21 | 20.037 | 28.792 | 43.416 | 42.857 | 41.116 | 41.020 |

Fonte: IBGE – Produção Agrícola Municipal (Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>).

Quanto aos preços do coco maduro seco, é mais alto entre junho e outubro, quando ocorre diminuição da produção no Nordeste devido às chuvas. Já o coco verde, tem o preço elevado no período de verão e períodos de férias escolares, quando há aumento da população e de consumo nas cidades praianas, locais de maior consumo de água de coco *in natura* (CUENCA, 2002).

3.1.3. POLPA DE COCO

A formação do albúmen ou endosperma sólido (doravante denominado polpa) é iniciada geralmente a partir do quinto ou sexto mês após a inflorescência, ao mesmo tempo em que o endosperma líquido (água de coco) começa a diminuir. Forma-se na extremidade oposta a do pedúnculo estendendo-se posteriormente por toda cavidade do fruto, tendo nesta fase consistência gelatinosa. A partir do sétimo mês a polpa começa a adquirir consistência, que aumenta durante o amadurecimento do fruto até que se torna rígida por volta de 11 a 12 meses quando atinge a maturidade (AROUCHA et al., 2005; BRITO, 2004; CHANDRASENA, 1930; DIECKERT e DIECKERT 1990; OLIVEIRA et al., 2003).

Os principais constituintes da polpa de coco são lipídeos, proteínas e carboidratos (incluindo açúcares e polissacarídeos), estando presentes outros compostos em quantidades menores, como por exemplo vitaminas, ácidos orgânicos e minerais. A distribuição porcentual dos componentes varia com fatores como maturação, local de plantio e variedade (CARANDANG, 2006). Estudos sobre a composição da polpa madura têm sido publicados, porém quanto à polpa verde ainda são limitados a alguns componentes, ao longo da maturação.

Estudando a composição centesimal da polpa, Sierra e Balleza (1972 apud CARANDANG, 2006), apresentaram a composição da polpa de frutos de 8 a 15 meses. Em estudo comparativo Santoso et al. (1996), analisaram a composição de polpa e água de coco verde com 6 meses de idade, maduro com 12 meses e *kopyor*, denominação dada ao fruto maduro que desenvolve-se de forma irregular apresentando polpa macia similar a do verde, em amostras coletadas na Indonésia. Penha (1998) avaliou a composição em polpa e água de coco verde em amostras comercializadas em praias na cidade do Rio de Janeiro. Assa et al. (2010) determinaram a quantidade dos principais constituintes em polpas de quatro cultivares durante o processo de maturação (5 a 14 meses) em amostras de 5 diferentes variedades cultivadas na Costa do Marfim.

3.1.3.1. ÓLEO DE COCO

O óleo, sendo um dos principais produtos produzidos a partir da polpa de coco, consumido internacionalmente e principal fonte mundial de ácido láurico (BALACHANDRAN, ARUMUGHAN e MATHEW, 1985), tem sido objeto de maior número de estudos. As aplicações do óleo de coco são variadas, sendo utilizado em alimentos, ração animal, além de cosméticos, sabões, plásticos, borrachas e elastômeros, na produção de derivados como alcalonamidas, ésteres, compostos quartenários de amônio, alcoóis, entre outros (ARAGÃO et al., 2004; LAURELES et al., 2002).

O óleo pode ser obtido de maneiras distintas. A maior parte do óleo disponível comercialmente é extraída por processo seco a partir da copra, que possui quantidades de óleo superior a 60% (ARAGÃO et al., 2004). A copra é obtida por secagem da polpa em baixa temperatura, por secagem ao sol, ou ainda combinação das duas formas, seguido de prensagem para extração do óleo, obtendo um óleo bruto, que passa por processo de refino, branqueamento e desodorização (CARANDANG, 2006; MARINA et al., 2009).

Pelo processo úmido o óleo é obtido a partir de uma emulsão, conhecida como leite de coco, preparada por prensagem da polpa fresca com água. A partir do leite de coco pode-se extrair o óleo por aquecimento em temperatura controlada para evaporar a água da emulsão, ou por um processo a frio, em que a emulsão é resfriada até cerca de 10 °C solidificando a fase orgânica, separando-a da água, e obtendo um óleo de melhor qualidade, o óleo de coco virgem (MARINA et al., 2009; SENEVIRATNE, HAPUARACHCHL e EKANAYAKE, 2009).

Outra forma de separação do óleo, utilizado em pequena escala, consiste em deixar a emulsão em repouso por algumas horas para separação das fases, a água é retirada e processo repetido algumas vezes e após longo repouso há a formação de três fases, sendo uma delas o óleo puro. Alguns processos utilizam a fermentação do leite de coco a temperaturas controladas. Processos enzimáticos utilizando a emulsão permitem a extração simultânea do óleo e das proteínas (CHEN e DIOSADY, 2003; KINDERMANN et al., 2007; PUERTOLLANO, BANZON e STEINKRAUS, 1970; SANT'ANNA, FREITAS e COELHO, 2003).

Por ser uma semente muito grande, o coco armazena energia no endosperma, principalmente na forma de lipídeos (LÓPES-VILLALOBOS, DODDS e HORNUNG, 2001). Os principais constituintes presentes no óleo de coco são triglicerídeos formados por ácidos graxos predominantemente saturados e insaturados em quantidades menores. Essencialmente são encontrados os ácidos saturados capróico (C6), caprílico (C8), cáprico (C10), láurico (C12), mirístico (C14), palmítico (C16), esteárico (C18), além de ácidos insaturados, oléico (C18:1) e linoléico (C18:2), também podem ser encontrados ácidos linolênico (C18:3), araquídico (C20) ou ainda araquidônico (C20:4) (AKPAN et al., 2006; ARAGÃO et al., 2004; NARESH KUMAR e BALAKRISHNA, 2009), composições de ácidos graxos de amostras variadas descritas na literatura são apresentadas na tabela 2.

Os valores de referência do CODEX ALIMENTARIUS (1999) e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL a,1999) para as principais características físico-químicas para o óleo de coco são: 1,448-1,450 de índice de refração (40 °C); 6-11 de índice de iodo; 248-265 mgKOH/g óleo de índice de saponificação e 0,3% de acidez (% de ácido oléico) para óleo refinado e 5,0% para óleo bruto.

O óleo de coco é considerado saudável para o consumo humano, pois apesar da composição rica em ácidos de cadeia saturada, geralmente relacionados ao aumento de colesterol e doenças do coração, sua composição consiste em mais de 50% de ácidos de cadeias médias, em que o predominante é o ácido láurico. Isso o torna mais estável à oxidação e com poder antimicrobiano, sendo que, além da alimentação, é utilizado com fins terapêuticos (AZEEZ, 2007; CARANDANG, 2006; LAURELES et al., 2002; MARINA et al., 2009; O'BRIEN, 2004).

Chandrasena (1930), em uma série de estudos sobre produtos de coco, realizou uma avaliação do óleo em vários estágios de desenvolvimento (6, 7,5, 10 e 12 meses) em amostras coletadas em Colombo, Sri Lanka. Extraiu o óleo de amostras desidratadas a 50-60 °C por Soxhlet com éter de petróleo e realizou análises em amostras de polpa *in natura*, óleo e resíduo, que incluíram umidade, índice de saponificação, de iodo, acidez, determinação de cinzas e de pentosanas.

Tabela 2. Composição de ácidos graxos no óleo de coco -Valores da literatura

| Amostras | Idade coco (meses) | Teor de gordura (%) | Ácido Caproíco (C6) | Ácido Caprílico (C8) | Ácido Cáprico (C10) | Ácido Graxo (% do total de ácidos graxos) | | Ácido Estearíaco (C18) | Ácido Palmitíco (C16) | Ácido Oleico (C18:1) | Ácido Linoleíco (C18:2) | Outros ácidos (C18:2) | Referência |
|---------------------------------------|--------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|------------------------|
| | | | | | | Ácido Laurílico (C12) | Ácido Mirístico (C14) | | | | | | |
| diferentes variedades coqueiro e amão | 6 7 8 12 | 2,83 - 8,17 2,67 - 12,43 3,44 - 17,10 10,83 - 24,98 | 0,2 - 0,4 0,3 - 0,4 0,2 - 0,7 0,3 - 0,9 | 3,1 - 4,7 3,6 - 5,4 2,4 - 45,1 4,5 - 10,0 | 2,5 - 3,9 3,5 - 4,8 2,2 - 4,8 3,8 - 6,8 | 32,4 - 46,5 38,6 - 48,4 33,3 - 48,7 42,9 - 54,6 | 18,7 - 21,8 19,6 - 22,7 19,6 - 23,7 18,1 - 23,3 | 10,7 - 16,7 9,9 - 14,6 9,8 - 18,3 7,8 - 12,5 | 2,4 - 3,0 2,8 - 4,1 2,3 - 3,6 3,0 - 4,2 | 9,5 - 20,7 7,7 - 11,7 7,3 - 19,5 4,4 - 7,2 | 2,7 - 5,0 0,6 - 1,3 1,0 - 4,1 0,5 - 1,2 | Aragão et al. 2004 | |
| diferentes Cultivares e estação | 7 8 10 12 | 24,7 - 57,1 45,5 - 61,6 59,1 - 71,1 64,4 - 72,2 | 1,23 - 1,84 1,41 - 1,90 1,93 - 2,36 2,39 - 3,08 | 2,48 - 3,14 2,75 - 3,57 3,41 - 4,01 3,06 - 4,00 | 35,82 - 37,35 36,19 - 40,77 40,68 - 42,11 40,19 - 42,86 | 20,69 - 23,43 21,58 - 23,99 22,32 - 25,04 21,24 - 23,44 | 13,08 - 15,17 12,42 - 14,73 12,34 - 13,50 11,89 - 13,90 | 15,44 - 19,18 12,78 - 16,96 12,34 - 13,31 11,36 - 12,33 | 3,26 - 3,89 (na cohna anterior: C18:1 + C18:2 + C18:3) | 3,48 - 4,59 | Santoso et al. 1996 | | |
| Coco verde, maduro e Kopyor | Verde Maduro | 30,71 62,64 | 0,03 4,34 | 0,07 6,22 | 2,25 48,6 | 3,99 19,2 | 22,5 9,64 | 0,04 3,23 | 38,3 7,18 | 32,6 1,59 | Azezz 2007 | | |
| Base seca | coco maduro | 44,01 | 0,37 | 8,21 | 5,59 | 47,08 | 19,42 | 7,8 | 4,29 | 4,3 | 1,81 | C20= 1,03 Balachandran et al. 1985 | |
| diferentes regiões do coco maduro | Maduro e seco | 0,41 - 0,60 | 6,35 - 8,59 | 5,65 - 7,01 | 47,29 - 50,50 | 17,73 - 19,87 | 7,39 - 9,62 | 5,11 - 7,63 (C18+C18:1) | | | 2,30 - 4,07 | Laureles et al. 2002 | |
| diferentes variedades | 8-12 meses | AV AVR | 24,9 25,4 | 0,24 0,16 | 3,99 3,87 | 3,18 3,28 | 32,08 36,12 | 15,94 16,98 | 14,42 13,22 | 2,02 2,12 | 18,23 15,14 | 9,63 8,92 | Aroucha et al. 2005 |
| diferentes variedades | 2 variedades | Maduro Fresco seco | 45,36 - 69,14 57,61 - 88,54 | 0,1 - 0,2 0,3 - 0,5 | 4,5 - 8,5 5,5 - 10,0 | 4,0 - 9,0 7,0 - 9,5 | 40,0 - 44,0 38,0 - 45,0 | 12,5 - 15,5 9,5 - 18,0 | 5,4 - 10,5 10,0 - 10,5 | 0,1 - 2,5 2,5 - 3,4 | 6,5 - 16,0 4,5 - 8,0 | 1,3 - 3,0 1,5 - 2,6 | Apkan et al. 2006 |
| diferentes variedades 14 países | Coco maduro | 0,08-0,49 | 2,77-7,21 | 3,46-5,94 | 42,42-52,52 | 18,12-23,05 | 7,59-12,99 | 2,45-4,07 | 4,92-10,86 | 0,14-2,80 | C16:1= 0,05-3,90 C18:3= 0,05-0,14 C20= 0,02-0,31 C22= 0,02-0,19 C22= 0,02-1,36 | Naresh Kumar 2011 | |

A maior parte dos trabalhos que apresentam resultados de análise do óleo refere-se à determinação do teor de gordura e perfil da composição graxa, como por exemplo, os já citados estudos de Santoso et al. (1996) e Assa et al. (2010), dentre outros disponíveis na literatura.

Muitas das pesquisas são realizadas com amostras provenientes da Ásia. Balachandran, Arumughan e Mathew (1985) avaliaram a composição de ácidos graxos em partes distintas identificadas na polpa rígida em amostras de coco maduro além do tegumento e da polpa homogeneizada, relataram que as maiores concentrações dos ácidos graxos C6 a C12 estavam localizadas na região interna da polpa e as menores concentrações foram encontradas no tegumento, na polpa determinaram 44% de gordura, 5,5% de proteínas, 6,57% de açúcares totais, 0,21% de açúcares redutores e 3,05% de fibras. Laureles et al. (2002), por sua vez, verificaram a variação dos ácidos graxos, além da composição de triglicérides de cocos maduros entre 17 cultivares híbridos cultivados nas Filipinas, foram observadas diferenças na composição graxa entre as diversas variedades, o teor de ácido láurico a menor variação entre os ácidos graxos, enquanto as maiores variações foram observadas para os ácidos caprônico e a soma de esterário+oléico.

Mais recentemente, Azeez (2007) avaliou frutos de 5 variedades com 7, 8, 10 e 12 meses e fertilização em três diferentes estações do ano (pré e pós-monção e monção) em Kerala, Índia, concluíram que frutos fertilizados no período pós-monção foram os que apresentaram maiores teores de óleo, com diferença significativa nas concentrações de ácidos graxos entre as estações, o ácido é o mais abundante em todos os estágios de maturação para todas as variedades nas três estações estudadas. .

Naresh Kumar e Balakrishna (2009) verificaram a composição graxo de acordo com a variação sazonal e o desenvolvimento de maturação em amostras de uma cultivar anão e uma gigante e seus híbridos, provenientes da Índia, que foram secos a 6% de umidade, as amostras coletadas no mês de julho em diferentes estágios de maturação apresentaram a maior quantidade de óleo, o teor médio de óleo variou de 29,8% para seis meses de maturação até o valor máximo de 62,8 aos 12 meses. Amostras do mês de outubro apresentaram melhores qualidades nutricionais para consumo humano em consequência da maior concentração de ácidos graxos insaturados de cadeia longa, enquanto as amostras do mês de janeiro, são

adequadas para indústria pois, apresentaram maiores concentrações de ácidos graxos saturados de cadeia média.

Marina et al. (2009), avaliaram composição graxa e de triglicerídeos, índices de iodo, de saponificação, de peróxido e de anisidina, além de teor de fenóis e atividade antioxidante em amostras comerciais de óleo virgem adquiridos em mercados na Malásia e Indonésia, não observaram diferenças significativas do teor de ácido láurico entre as amostras. Determinaram valores de 250,07-260,07 mg KOH/g óleo de índice de saponificação, baixo valores de índice de peróxido (0,21-0,57 mequiv O₂/Kg), demonstrando a alta estabilidade à oxidação, teores de anisidina variando entre 0,16 e 0,19, concluíram que todas as amostras analisadas se encontravam dentro dos limites para óleo de coco comestível. Enquanto Dayrit et al. (2008) investigaram o uso de espectroscopia de ressonância magnética nuclear (³¹P) para diferenciar óleo de coco virgem de óleo de coco refinado, através de análise de monoglycerídeos, diglycerídeos, esteróis e ácidos graxos livres em amostras comerciais adquiridas nas Filipinas, os teores de monoglycerídeos, esteróis e ácidos graxos livres foram maiores para o óleo de coco virgem em comparação ao óleo refinado e não foram detectados diglycerídeos.

No Brasil, Aragão et al. (2004) realizaram um estudo do teor de gordura e composição graxa em polpa de frutos de coqueiro anão de 6 a 12 meses de seis diferentes cultivares, provenientes do campo experimental da EMBRAPA em Neópolis, SE, os valores de gordura no início da maturação foram baixos, média de 4,5%, aumentando gradativamente até um o 11º mês (25,4%), com decréscimo no 12º mês. O ácido láurico, o mais abundante em todos os estágios de maturação, apresentou valor máximo de 54,2%, para cocos da cultivar Vermelho de Camarões e frutos de 12 meses. Outro trabalho realizado com cocos colhidos no Brasil foi apresentado por Aroucha et al. (2005), que utilizaram frutos de coqueiro anão verde e vermelho da estação experimental da PESAGRO em Campos de Goytacazes, RJ, em três estágios de maturação (8, 10 e 12 meses), avaliando além da composição lipídica, também espessura, peso e umidade das polpas, a cultivar anão vermelho acumulou a maior porcentagem de ácido láurico e a cultivar anão verde apresentou o maior teor de ácido oléico, principalmente no 8º mês de maturação.

O perfil, rendimento, umidade, densidade e ponto de fusão do óleo extraído de cocos verdes e maduros secos de oito variedades (anãs e gigantes) cultivadas na Nigéria, foram avaliados por Akpan et al. (2006).

Naresh Kumar (2011) avaliou o perfil de ácidos graxos livres em óleo extraído de frutos maduros de 108 variedades (gigante, anão e híbrido) provenientes de diferentes países da Ásia, África e América Central (Camarões, Filipinas, Ilhas Fiji, Ilhas Salomão, Indonésia, Índia, Guam, Jamaica, Kenia, Malásia, Nigéria, Seicheles, Sri Lanka e Tailândia). Concluíram que houve diferença significativa entre as cultivares e híbridos, principalmente em relação ao ácido láurico (ácido presente em maior quantidade em todas as amostras) e os ácidos graxos insaturados.

Os estudos confirmam a grande variação no teor e mudanças na composição do óleo de coco de acordo com estágio de maturação, além da influência de outros fatores como variedade de coqueiro, local e estação de plantio. Ainda que sejam observadas algumas variações na composição graxa, o ácido láurico é o mais abundante em todos estágios de maturação apresentando diferenças entre as diversas variedades.

3.1.3.2. CARBOIDRATOS

Como carboidratos são classificados os monossacarídeos, como os açúcares, glicosídeos, oligossacarídeos e os polissacarídeos, como por exemplo, as fibras (RIBEIRO e SERAVALLI, 2004). São componentes sujeitos a modificações químicas e bioquímicas, estando presentes em grande quantidade em plantas. Frequentemente são encontrados em alimentos, provenientes de fontes naturais ou adicionados como ingredientes (BeMILLER e HUBER, 2010). Os carboidratos são os compostos presentes em maior quantidade na massa seca da polpa de coco, na forma de açúcares solúveis e polissacarídeos.

Os polissacarídeos têm maior interesse comercial, pois podem ser utilizados como fonte de fibra dietética. O processo de obtenção de óleo a partir da copra ou do leite de coco produz um resíduo rico em carboidrato e proteína e pode ser uma boa alternativa de aplicação devido

ao alto teor de fibra. As fibras representam um importante papel nas dietas. Atuam auxiliando a digestão e na redução do risco de doenças como o câncer, as cardiovasculares e diabetes, razão pela qual alimentos que as contém são denominados alimentos funcionais (BALASUBRAMANIAM, 1976; RAGHAVENDRA et al., 2006; TRINIDAD et al., 2006). Um resíduo proveniente da indústria de leite de coco, de acordo com Trinidad et al. (2006), apresentou um teor de 12% de proteínas e 70% de carboidratos (60,9% de fibra dietética, 56, % insolúvel e 3,8% solúvel). Existem alguns trabalhos publicados sobre essa diversificada fração em coco.

O estudo de Santoso et al. (1996), nas polpas verde e madura, demonstrou a presença dos seguintes açúcares solúveis em ordem decrescente: sacarose, frutose e glicose, sendo que valores maiores foram obtidos na polpa verde e os mesmos açúcares encontrados na água. Já Assa et al. (2010) realizaram quantificações de açúcares, obtendo percentuais (m/m) na amostra fresca de 0,07 - 1,57 de açúcares redutores, 0,25 – 8,71 de açúcares não redutores e solúveis e 0,22 – 9,09 de açúcares solúveis totais. Balachandran et al. (1987) determinaram em fruto maduro 89,9% de sacarose e 8,36% de glicose, além de traços de ribose, arabinose, maltose e rafinose, após extração dos carboidratos e purificação em resina.

Quanto aos polissacarídeos presentes na polpa de coco verde, não há muitos trabalhos disponíveis. Rao, Choudhury e Bagchi (1961), isolaram um polissacarídeo solúvel em solução aquosa de etanol e identificaram como sendo uma galactomanana, na proporção de 1:2 de D-galactose e D-manose.

Balasubramaniam (1976), em estudo sobre os polissacarídeos durante a maturação do coco, também determinou galactomananas além de celulose em todos os estágios de maturação. As mananas estavam praticamente ausentes em cocos muito imaturos (7 meses), aumentando o valor com a maturação, enquanto ocorreu um decréscimo da quantidade da galactomanana solúvel em água. O mesmo comportamento foi observado por Monro, Harding e Russel (1985), que determinaram durante o amadurecimento um decréscimo de 77% para 8,8% de galactomananas e aumento do teor de mananas. Samonte (1988) obteve resultado similar, 73% de galactomananas em cocos de 8-9 meses e 33% para 10-11 meses, e 17% e 64%, respectivamente para teor de mananas.

Velasco e Meimban (1989) determinaram o teor de manana em cocos de 7 a 12 meses, sendo maior concentração encontrada em amostras de 8 meses, havendo um decréscimo com o amadurecimento, diferente dos trabalhos citados acima.

Celulose, lignina e hemicelulose foram determinadas nos estudos apresentados por Lund, Smoot e Hall (1983) e Santoso et al. (1996). A presença de dois polissacarídeos formados por 61% de manana foram identificados em amostras de copra seca por Saittagaroon, Kawakishi e Namiki, 1983. Também foram identificados celulose, arabinoxilogalactana, arabinomanogalactana e galactoglucomanana, além de manose, de galactose e de glicose solúveis.

Khuwijitjaru, Watsanit e Adachi (2012), estudaram um tratamento com água subcrítica, água líquida a temperatura entre 100 e 370 °C, sob baixa pressão, para extração de mono e oligossacarídeos do resíduo, subproduto da extração de óleo e obtiveram maior rendimento de carboidrato extraído com tratamento a 230 °C por 3 minutos, com maior teor de manose, além de glicose, galactose e arabinose.

3.1.3.3. PROTEÍNAS

Proteínas são compostos poliméricos complexos, apresentam, portanto alto peso molecular (PM). Podem ser formadas apenas por cadeias de aminoácidos ou constituídas por aminoácidos (parte protéica) conjugadas com outras classes de compostos como lipídeos, ácidos nucléicos, carboidratos, grupos inorgânicos, entre outros (RIBEIRO E SERAVALLI, 2004).

As proteínas apresentam propriedades funcionais, que são propriedades físico-químicas que contribuem para obtenção de características desejáveis em sistemas alimentares. Estas propriedades envolvem três aspectos principais: propriedades de hidratação, como absorção e retenção de água, solubilidade e viscosidade; propriedades interfaciais que conferem características emulsificantes e espumantes e propriedades de interação termodinâmica, tais como gelatinização e fixação de aromas (DAMODARAN, 2010; SUMUAL, 1994).

As proteínas representam cerca de 4-5% da polpa de coco maduro fresco e cerca de 15-20% na copra. Possuem bom valor nutricional, e podem ser utilizadas a partir do resíduo da produção de óleo como farinha de coco e isolado protéico de coco em aplicações diversas, como, por exemplo, em preparados infantis, embutidos sem carnes, substituição parcial de farinha de trigo (BALACHANDRAN e ARUMUGHAN, 1992; KWON, PARK e RHEE, 1996; RASYID, MANULLANG e HANSEN, 1992).

As proteínas presentes no coco não apresentam frações de solubilidade tão bem definidas como em cereais e sementes de leguminosas (KWON, PARK e RHEE, 1996). Samson et al. (1971), obtiveram de acordo com a classificação de Osborne, as maiores concentrações para albuminas (30,6%) e de globulinas (6,19%). Balachandran e Arumughan (1992) determinaram cerca de 29% de albuminas e 52% de globulinas, enquanto Kwon, Park e Rhee (1996), obtiveram 21,0% de albuminas e 40,1% de globulinas. Rosario, Aldaba e Teodoro (1979), estudaram as mudanças bioquímicas durante o desenvolvimento do fruto e relataram uma predominância de albuminas nos estágios mais jovens e de globulinas em frutos mais maduros, sendo que as duas frações somadas representavam 80-91% do total de proteínas em todos os estágios de desenvolvimento.

Os primeiros estudos com as proteínas do coco são antigos. Na década de 20 já eram publicados trabalhos sobre aminoácidos e distribuição de nitrogênio nas globulinas, impulsionados pelo aumento crescente de consumo de produtos de coco nos Estados Unidos na época (JOHNS, FINKS e GERSDORFF, 1919; JOHNS, FINKS e PAUL, 1919; JOHNS e JONES, 1920; FRIEDEMANN, 1922).

Sjögren e Sphychalski (1930) foram os primeiros a relatar a presença de proteínas de reserva (DEMASON e SEKHAR, 1990), constituídas de uma globulina denominada cocosina, mistura de componentes de PM em torno de 104 e 208 kDa. Garcia et al. (2005) relataram que cocosina é a principal globulina do coco, é a uma globulina de reserva 11S, com PM de 326 kDa, composta por polipeptídeos ácidos e básicos ligados por pontes dissulfídicas, e a presença de carboidratos em sua cadeia protéica, sendo 86% do total de globulinas, enquanto que 14% desta fração protéica é composta pela globulina 7S, com PM de 126 kDa, que não apresenta ligações dissulfídicas nem carboidratos. Angelia et al. 2010, relataram que a cocosina é estável sob diversas condições de pasteurização, de 63 °C por 30 minutos até

100 °C por 10 segundos, porém aquecimento de 100 °C por minutos ou mais, causa degradação de até 60% desta proteína.

Balachandran e Arumughan (1992) localizaram albuminas e globulinas com PM variando de 14-52 kDa e 17,5-45 kDa, respectivamente. Rasyid, Manullang e Hansen (1992), determinaram em amostras de coco maduro, 31,8% de proteínas com PM de 16,3 kDa, 32,8% com PM de 24,3 kDa e 35,4% com PM 51,7 kDa.

Os aminoácidos encontrados em maior quantidade nas frações protéicas de coco são o ácido glutâmico, a arginina, e o ácido aspártico (CHAMBAL, BERGENSTAHL E DEJMEK, 2011; JOHNS e JONES, 1920; KWON, PARK e RHEE, 1996; RASYID, MANULLANG e HANSEN, 1992; SANTOSO et al. 1996).

3.1.3.4. OUTROS CONSTITUINTES

A presença de constituintes minoritários na polpa de coco tem sido relatada em alguns poucos trabalhos. Santoso et al. (1996) avaliaram a presença de ácidos orgânicos em polpa verde e madura. Encontraram 63,0 e 62,3 mg de ácido cítrico por 100 g de matéria seca e 2210 e 740 mg de ácido málico por 100 g de matéria seca, em polpa verde e matura, respectivamente. Analisando vitaminas, encontraram: 0,26 mg de B1, 0,14 mg de B2, 11,6 mg de niacina, 0,41 mg de B6, 37,8 mg de vitamina C e 38,39 mg de tocoferóis, todos expressos por 100 g de amostra seca. Quantidades maiores destas substâncias foram relatadas para a polpa verde. Penha (1998) obteve na polpa verde 8,27 mg de vitamina C; 0,04 mg de vitamina B1 e 0,02 mg de vitamina B2 por 100 g de amostra.

A análise mineral, realizada com as cinzas de polpas verde e madura, por espectrofotometria de plasma foi apresentada por Santoso et al. (1996), que determinaram cálcio, magnésio, potássio, sódio, fósforo, enxofre, manganês, ferro, zinco, cobre, boro e alumínio, e assim como para as vitaminas, quantidades maiores foram encontradas na polpa verde, sendo a maior concentração encontrada a de potássio na polpa verde, de 4,47% da matéria seca. Penha

(1998) determinou na polpa verde a presença de cálcio, sódio, ferro, fósforo e em maior concentração potássio (360,33 mg/100 g).

Obidoa, Joshua e Eze (2010), relataram a presença de alcalóides, glicosídeos, saponinas, taninos, resinas e terpenóides, e não detectaram a presença de flavonóides e compostos acídicos em amostras de coco maduro.

3.2. GELADO COMESTÍVEL

É muito difícil estabelecer a origem dos gelados comestíveis, também denominados sorvetes. Acredita-se que tenha evoluído de bebidas e suco de frutas, congelados com gelo e neve. Os indícios mais antigos sobre o aparecimento do sorvete datam de 250 a.C., sugerindo que os chineses misturavam polpa de frutas à neve para preparar uma bebida apreciada pelos imperadores. Marco Polo no século XII, levou da China para a Itália receitas de bebidas com a mistura de gelo e suco de frutas. Os italianos a partir de 1500 desenvolveram e aprimoraram receitas e difundiram o produto pela Europa. A primeira máquina de fabricar sorvetes foi patenteada nos Estados Unidos em 1848 e, em 1851 foi fundada a primeira fábrica de sorvete, em Baltimore. No Brasil foi produzido pela primeira vez por volta de 1834 e a primeira indústria de sorvetes foi inaugurada em 1941 (COSTA, 2006; GOFF, 2009; MIKILITA, 2002).

De acordo com a Associação Brasileira das Indústrias de Sorvete (ABIS, 2012) o Brasil é o 10º maior produtor mundial, com produção em 2011 de 1169 milhões de litros, enquanto o 1º lugar é ocupado pelos Estados Unidos. Quanto ao consumo, o Brasil ocupa o 11º lugar.

A produção de gelados comestíveis é regulamentada no Brasil pela a Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA, que determina (BRASIL b 1999):

gelados comestíveis são produtos obtidos a partir de uma emulsão de gordura e proteína, com ou sem adição de outros ingredientes ou substâncias ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes e substância que tenham sido submetidas ao congelamento, em condições tais que garantam a conservação do produto, no estado congelado ou parcialmente congelado, durante a armazenagem, transporte e até a entrega ao consumo.

As principais determinações da ANVISA que regulamentam a produção e qualidade deste tipo de produto são:

- . **Portaria Nº 379, de 26 de abril de 1999** - Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis. Brasil b
- . **Resolução RDC nº 267, de 25 de setembro de 2003** – Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Industrializadores de Gelados Comestíveis. Brasil c
- . **Resolução RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005** - Regulamento Técnico para Gelados Comestíveis e Preparados para Gelados Comestíveis. Brasil d
- . **Resolução RDC nº 3, de 15 de janeiro de 2007**- Aprova o Regulamento Técnico sobre Aditivos Aromatizantes. Brasil e

Os produtos classificados como gelados comestíveis são popularmente denominados sorvetes, porém a Portaria Nº 379, de 26 de abril de 1999 da ANVISA (BRASIL, 1999) determina denominações diversas de acordo com sua composição ou quanto ao seu processo de fabricação e apresentação com a composição básica. De acordo com a composição classifica:

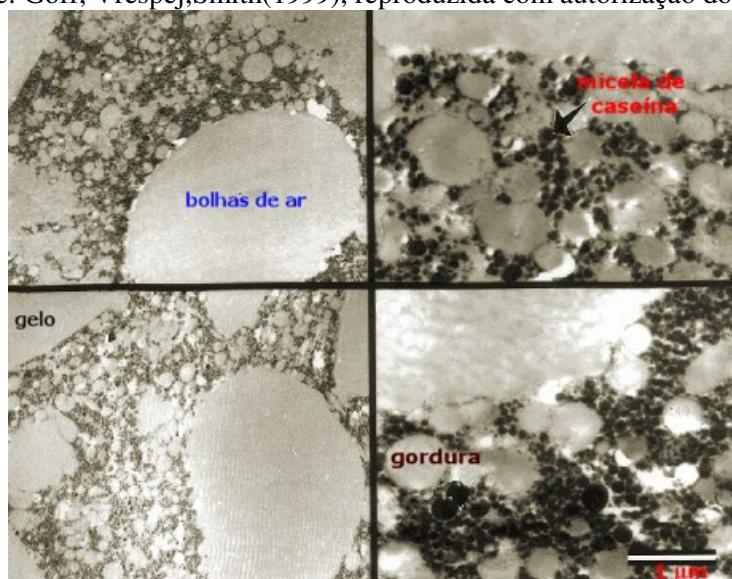
- . Sorvetes de creme: são os produtos elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos e ou gorduras comestíveis.
- . Sorvetes de leite: são os produtos elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos.
- . Sorvetes: são os produtos elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos e ou outras matérias primas alimentares e nos quais os teores de gordura e ou proteína são total ou parcialmente de origem não láctea.

- . *Sherbets*: são os produtos elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos e ou outras matérias primas alimentares e que contém apenas uma pequena proporção de gorduras e proteínas as quais podem ser total ou parcialmente de origem não láctea.
- . Gelados de frutas ou *Sorbets*: são os produtos elaborados basicamente com polpas, sucos ou pedaços de frutas e açúcares.
- . Gelados: os produtos elaborados basicamente com açúcares, podendo ou não conter polpas, sucos, pedaços de frutas e outras matérias primas.

Com o intuito facilitar a compreensão, no presente trabalho será utilizado o termo gelado para referir-se ao objeto de estudo.

O sorvete a base de leite é um complexo coloidal que consiste de glóbulos de gordura, bolhas de ar e cristais de gelo, distribuído em uma fase aquosa não congelada (Figura 3). Neste sistema a fase aquosa (uma solução de polissacarídeos, açúcares, proteínas e sais), forma a fase contínua enquanto a fase descontínua é formada pelo ar e gordura. As bolhas de ar são envolvidas pelos glóbulos de gordura, e estes permanecem envolvidos por uma camada de proteínas e emulsificantes (GOFF, 1997, 2002; MIKILITA, 2002; MUSE e HARTEL, 2004).

Figura 3. Estrutura coloidal do sorvete base de leite.
Fonte: Goff, Vrespej, Smith(1999), reproduzida com autorização do autor.



A qualidade do sorvete está diretamente relacionada com sua estrutura, que possui quatro componentes principais: uma espuma descontínua parcialmente congelada, uma rede de gordura parcialmente coalescida circundada por bolhas de ar, cristais de gelo e uma fase aquosa contínua não congelada. (GOFF, 1997, 2000).

3.2.1. INGREDIENTES

As características físicas e a qualidade do sorvete também estão relacionadas com os ingredientes (COSTA, 2006; OLIVEIRA, SOUZA e MONTEIRO, 2008). A composição básica do sorvete a base de leite consiste de 10 a 17% de gordura láctea, 8 a 12% sólidos lácteos não gordurosos (lactose, proteínas, entre outros), 13 a 17% de açúcar, 0 a 0,5% de agentes emulsificantes e/ou estabilizantes, 55 a 64% de água , podendo conter xarope de milho (4 a 6%) além de outros ingredientes, podendo apresentar variações de acordo com o processo de produção e local de produção (COSTA, 2006; GOFF, 1997; LORENZ, 2009; OLIVEIRA, SOUZA e MONTEIRO, 2008; TRGO, 2003).

A gordura do leite está consideravelmente envolvida na estrutura da espuma conforme mencionado anteriormente. A desestabilização da gordura é primordial para formação da estrutura do sorvete e, influencia diretamente as características do produto final. Contribui para o desenvolvimento da textura suave, confere corpo e boas propriedades de derretimento, além conferir sensação lubrificante na boca, cremosidade e sabor (BORSZCZ, 2002; GOFF, 2000; MIKILITA, 2002; MOSQUIM, 1999, TRGO, 2003).

O aumento da procura e a popularidade dos alimentos com teores reduzidos de gordura afetam também a indústria de sorvetes (GARCIA, MARSHALL e HEYMANN, 1997). Porém, a substituição deste ingrediente mantendo suas características de sabor, maciez, cremosidade, fusão, entre outros, não é uma tarefa simples, devido a natureza de suas funcionalidades. Os substitutos de gordura mais utilizados são carboidratos e proteínas do soro do leite. Existem no mercado ingredientes destinados a este fim, porém sorvetes com baixo teor de gordura ainda enfrentam problemas de aceitação (GOFF, 2002; LIM et al., 2008). Diversos pesquisadores têm se dedicado ao estudo dos efeitos destes substituintes nas

propriedades físicas e sensoriais dos sorvetes e avaliação de novas alternativas de substituintes (ADAPA et al., 2008; AIME et al., 2001; AKALM, KARAGÖZLÜ, ÜNAL, 2008; CODY et al., 2006; GARCIA, MARSHALL e HEYMANN, 1994; OHMES, MARSHALL e HEYMAN, 1997; ROLAND, PHILLIPS e BOOR; 1999; PRINDIVILLE, MARSHALL e HEYMANN, 2000).

O extrato seco desengordurado é constituído por lactose, caseína, proteínas do soro de leite (albuminas e globulinas), sais minerais, vitaminas hidrossolúveis e enzimas (GOFF, 1997; MIKILITA, 2002). A lactose e os minerais auxiliam no sabor do produto, mas a atuação do extrato seco dá-se principalmente pelas proteínas, tendo destaque a caseína. A caseína encontra-se no soro na forma de micelas, como alfa, beta, kapa e gama caseínas (MIKILITA, 2002; MOSQUIM, 1999). As proteínas adsorvem na interface da gordura durante homogeneização, aumentando a estabilidade do glóbulo de gordura, além de contribuir na emulsificação e aeração, proporcionando melhora do corpo e textura do produto e aumento do *overrun* (GOFF, 1997, 2002, 2008; MOSQUIM, 1999; TRGO, 2003)

As proteínas estabilizam os glóbulos de gordura, porém é necessário para o desenvolvimento de uma espuma estável que ocorra uma coalescência parcial da gordura. Os emulsificantes são incluídos nas formulações, pois como são substâncias tensoativas, atuam diminuindo a tensão superficial entre a água e a gordura, diminuindo a estabilidade do glóbulo de gordura à desestabilização que ocorre durante a maturação e congelamento, proporcionando um produto mais suave em relação ao corpo e textura e melhorando as propriedades de derretimento (GOFF, 1997, 2002, 2008; MOSQUIM, 1999; TRGO, 2003). O emulsificante mais tradicionalmente utilizado é a gema de ovo, porém está em desuso, sendo substituído por dois tipos de substâncias, principalmente mono - e di-glicerídeos além de polisorbatos (GOFF, 1997, MOSQUIM, 1999).

Quanto ao dulçor, é mais comumente conferido por substâncias como a sacarose, a glicose, o xarope de milho e o açúcar invertido. Além de contribuir para o sabor, aumentando a aceitação do produto, os açúcares auxiliam na redução do ponto de congelamento, no aumento da viscosidade e na melhoria da textura. O excesso, porém, pode prejudicar a palatabilidade e causar endurecimento do produto (BORSZCZ, 2002; LORENZ, 2009; MIKILITA, 2002; MOSQUIM, 1999).

Outro ingrediente importante é o estabilizante. Os estabilizantes normalmente utilizados são polissacarídeos de origem vegetal, como carragena, alginato, pectina, goma guar, goma xantana, carboximetil celulose, entre outros. A gelatina, de origem animal, foi usada quase que exclusivamente pela indústria, porém foi substituída pelos estabilizantes de origem vegetal, que apresentam maior eficácia. São substâncias com grande capacidade de retenção de água. Além de aumentar a viscosidade, permitindo uma melhor distribuição de ar durante o batimento, favorecem e mantêm as características físicas da mistura, evitando a separação de fases. São capazes também de retardar ou reduzir o crescimento de cristais de gelo durante a estocagem, resultando em melhorias no corpo e textura e nas características de derretimento (GOFF, 1997; GOFF E HARTEL, 2006; MOSQUIM, 1999; STANLEY, GOFF, SMITH, 1996; TRGO, 2003).

3.2.2. PROCESSO DE FABRICAÇÃO

O processo de produção do sorvete inclui etapas distintas, descritas a seguir de acordo com Borszcz (2002); Goff (1997); Mikilita (2002); Mosquim, (1999). Dependendo da estrutura do local de fabricação e equipamentos utilizados podem apresentar variações.

A primeira etapa consiste na mistura dos ingredientes selecionados e pesados. Assim que todos os ingredientes líquidos são colocados no pasteurizador, tem início a agitação e aquecimento, sendo que os ingredientes secos são então adicionados enquanto a parte líquida está em agitação a uma temperatura de 45 a 50 °C. O aquecimento tem a finalidade de fundir a gordura e dissolver mais facilmente os açúcares e os estabilizantes. Os ingredientes que conferem cor e sabor ao sorvete devem ser colocados na mistura fria, após a maturação.

Na seqüência inicia-se a pasteurização. Esta etapa visa destruir os microrganismos patogênicos, além de ajudar a dissolução e hidratação de alguns componentes da mistura, tornando-a mais uniforme e aumentando sua vida útil. Deve atender às seguintes condições mínimas de acordo com a legislação brasileira (Brasil a, 1999): no processo contínuo ou HTST (“high temperature short time”) utiliza-se alta temperatura em tempo curto, 80 °C por 25 segundos, e no processo em batelada (“batch”), aquecimento de 70 °C por 30 minutos. São

aceitas outras condições de tempo e temperatura, desde que sejam equivalentes em poder de destruição de microrganismos patogênicos.

A homogeneização visa obter uma emulsão estável. Nessa etapa ocorre a redução do diâmetro dos glóbulos de gordura a menos de 2 µm, o que aumenta a superfície de contato e o número de glóbulos, impede sua separação durante a maturação e congelamento, torna a mistura mais uniforme, reduz o período maturação e a necessidade de espessantes. O tamanho do glóbulo depende da concentração do emulsificante. A temperatura de homogeneização varia entre 68 e 77 °C e a pressão de homogeneização, entre 140 a 210 kg/cm².

A mistura pasteurizada e homogeneizada deve ser resfriada rapidamente até a temperatura de 4°C para evitar o crescimento de bactérias e viscosidade excessiva. O resfriamento induz a cristalização de gotículas providas de núcleos heterogêneos, após esta etapa o emulsificante pode eventualmente incorporar grande quantidade de água convertendo-se em gel e impedindo posterior liberação desta água.

A maturação da mistura ocorre por no mínimo 4 horas e no máximo de 24 horas, em temperaturas entre 2 e 5 °C. Este período é suficiente para resfriamento, cristalização e parcial coalescência da gordura. Ele permite ainda às proteínas e estabilizantes que: se hidratem, resultando em ligeiro aumento da viscosidade e melhorando o desempenho; facilite o batimento e ocorra cristalização dos glóbulos de gordura, produzindo uma textura mais suave e um produto de melhor qualidade. Nessa etapa são adicionados outros ingredientes como: flavorizantes, aromatizantes, corantes ou frutas.

O batimento com congelamento pode ser realizado em congelador de superfície raspada, contínuo ou descontínuo. É uma das operações fundamentais do processamento, quando ocorre a incorporação do ar, desta etapa dependem a qualidade, o sabor e o rendimento do produto. A mistura é congelada rapidamente sob agitação, por raspadores em condições que promovem a cristalização do gelo e a incorporação de ar. A quantidade de ar é chamada *overrun* e expressa em porcentagem. De acordo com a Portaria Nº 379 (ANVISA, 1999), a densidade aparente mínima do produto deve ser de 475 g/L, o que corresponde a 110% de *overrun* (BORSZCZ, 2002).

Após deixar o freezer o produto é envasado adequadamente e rapidamente encaminhado para finalização do congelamento e endurecimento em temperatura inferior a -25 °C por 24 a 30 horas, em condições que impedem o crescimento de cristais de gelo. Após o seu endurecimento, é armazenado a temperaturas entre -25 °C e -30 °C.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. ENSAIOS PRELIMINARES

Foi determinada a composição centesimal da polpa de coco verde in natura e das polpas liofilizadas, além de determinações de teor de sólidos e valor de pH da polpa congelada, marca Ricaeli e da polpa de umbu utilizada nas formulações de gelado comestível.

Para identificação dos açúcares solúveis presentes na polpa foi realizada uma extração em solução de álcool etílico 70% com a polpa de coco verde liofilizada e com polpa de coco madura.

A identificação foi realizada por cromatografia descendente em papel. Os extratos obtidos da extração das polpas e soluções de 1 g de cada padrão (frutose, glicose e sacarose) em álcool etílico 70% foram aplicados no papel cromatográfico Whatman 1 CHR, com 57 cm de altura e largura variável entre 13 e 22 cm. A eluição foi realizada de forma descendente em cuba de vidro, por 36 horas, utilizando como fase móvel butanol+ácido acético+água na proporção 4:1:1 (CARRAZONI, 2003). Após a eluição, o cromatograma foi borrifado com a mistura das seguintes soluções: A) 1,3mL anilina+50 ml acetona e B) 0,6 mL ácido fosfórico + 20 mL ácido acético + 30 mL acetona (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005), seguido de secagem em estufa, possibilitando a visualização das bandas.

Com a finalidade de otimizar o método de extração do óleo com hexano para caracterização e posterior utilização na produção do gelado comestível, a polpa foi submetida à extração pelos métodos de percolação (COSTALLAT et al., 2002) e em Soxhlet (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005). O teste foi realizado com polpa de coco maduro, que após sua retirada foi triturada e homogeneizada, tendo sua umidade determinada pelo método da AOAC (2010). Os extratos contendo óleo foram quantificados gravimetricamente após a evaporação do solvente. Foram determinados os índices de acidez, de saponificação e de iodo do óleo conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2005). O índice de refração foi determinado em refratômetro, modelo 47124, marca Atago, a 40 °C.

Para caracterização das proteínas foi realizada extração seqüencial de acordo com a metodologia utilizada por Samson et al., com poucas modificações. A amostra, polpa liofilizada desengordurada, foi colocada em contato com o solvente por 60 minutos sob agitação, seguida de centrifugação a $22000 \times g$ e 20 °C, por 30 minutos, após a separação, foi efetuada uma segunda extração com o mesmo solvente. A extração foi repetida com o resíduo, utilizando 10 mL da mesma solução, sendo que foram mantidas as demais condições de extração e centrifugação. A sequencia de soluções utilizadas foi água, NaCl 1 mol/L, solução de etanol 70%, solução de ácido acético 50% e solução de NaOH 0,1 mol/L. O teor de proteínas de cada extrato e do resíduo foi determinado utilizando o método de Kjeldahl, de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (2010), método 950.48.

Foram realizados ensaios preliminares, tanto para conhecer o material, quanto para padronização das metodologias de análise da polpa e do gelado comestível, e do processamento.

Para a preparação do gelado comestível foram testadas nove formulações (Tabela 3): Testes 1 e 2 com polpa de coco verde in natura, em diferentes estágios de maturação. No teste 3, utilizou-se leite em pó, creme de leite, goma carragena e carboximetilcelulose, em substituição à polpa de coco verde, para verificação da performance da sorveteira ICE-20. O Teste 4 foi realizado com polpa de coco verde congelada, marca Ricali. Polpas de coco verde liofilizadas em etapas distintas foram utilizadas para realização dos testes 5 a 8 e o teste 9 foi realizado com polpa liofilizada utilizada no teste 8 após desengorduramento.

Após a maturação, para a etapa de batimento com congelamento, foi utilizado inicialmente um trocador de calor com superfície raspada, marca Taylor, com capacidade mínima de 1,5 kg de mistura para os testes 1 e 2. A partir do teste 3 esta etapa foi realizada em uma Sorveteira, modelo ICE-20, marca Cuisinart, com capacidade máxima de 1 kg.

Tabela 3. Composição das formulações de gelado comestível (g/100 g de produto)

| Composição (%) | Teste 1 | Teste 2 | Teste 3 | Teste 4 | Teste 5 | Teste 6 | Teste 7 | Teste 8 | Teste 9 |
|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Polpa de coco | 38,0 | 55,0 | - | 55,8 | 10,0 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5 |
| Polpa de umbu | 17,6 | 20,0 | 10,0 | 20,2 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 |
| Sacarose | 14,4 | 20,0 | 16,0 | 20,2 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 | 20,0 |
| Água | 30,1 | 5,0 | 50,4 | 3,7 | 50,0 | 54,5 | 54,5 | 54,5 | 54,5 |
| Leite em pó | - | - | 17,8 | - | - | - | - | - | - |
| Creme de leite | - | - | 5,4 | - | - | - | - | - | - |
| Carragenina | - | - | 0,2 | - | - | - | - | - | - |
| CMC | - | - | 0,2 | - | - | - | - | - | - |

4.2. MATERIAIS E REAGENTES

O desenvolvimento experimental consistiu de caracterização de polpa de coco, seguida de processamento e análises do gelado comestível.

4.2.1. POLPA DE COCO VERDE

Para caracterização da polpa e preparação do gelado comestível, foram utilizadas polpas de cocos verdes da espécie *Cocos nucifera L.*, adquiridos no Ceasa – Central de Abastecimento de Santo André, proveniente da cidade de Souza, Paraíba.

Os cocos verdes foram higienizados por meio de lavagem por 10 minutos em solução de hipoclorito de sódio seguida por lavagem com água potável (Figura 4). Com auxílio de um instrumento manual o líquido do interior foi drenado através do orifício formado e recolhido.

Os frutos foram abertos com cortador projetado no Instituto Mauá de Tecnologia (Figura 5). As polpas foram removidas manualmente e classificadas conforme seu estado de maturação, observado visualmente. Foram selecionadas polpas que apresentavam consistência gelatinosa, característica dos primeiros meses de amadurecimento e mantidas sob congelamento.

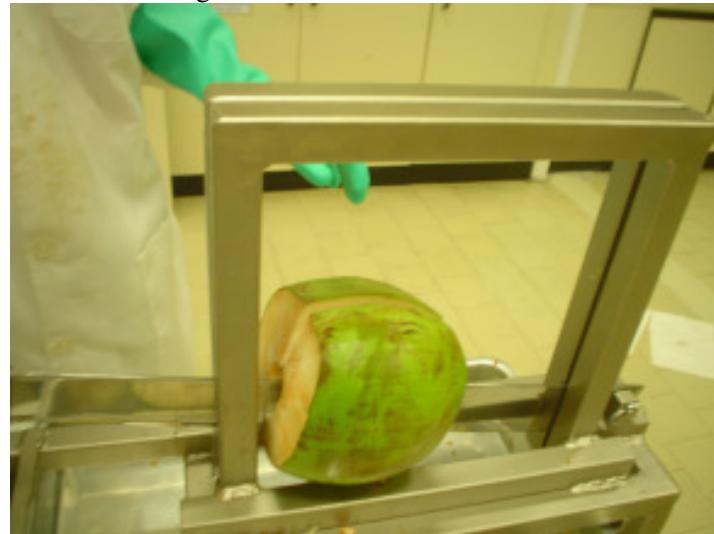
Figura 4. Lavagem dos frutos



As polpas foram liofilizadas pela EBL – Empresa Brasileira de Liofização Ltda, em equipamento fabricado pela própria empresa. A polpa liofilizada foi acondicionada em embalagens aluminizadas, sob vácuo, e mantida sob congelamento.

Polpa *in natura*, obtida como descrito anteriormente, também foi caracterizada. Para padronização da metodologia de extração e de caracterização do óleo, foi utilizada polpa de coco em estágio de maturação completo adquirido no comércio local.

Figura 5. Cortador de coco verde



4.2.2. OUTROS MATERIAIS E REAGENTES

Para preparo do gelado comestível foram utilizados os seguintes ingredientes: polpa de coco verde, polpa de coco verde integral congelada marca Ricaeli, polpa de umbu congelada marcas Ricaeli e EVA, água mineral, sacarose, leite em pó, creme de leite, goma carragena e carboximetilcelulose.

Foram utilizados reagentes de grau analítico e grau HPLC quando necessário. A água destilada foi desionizada em equipamento Milli-Q, modelo Academic, (Millipore Inc., Bedford, MA).

4.3 MÉTODOS

4.3.1. CARACTERIZAÇÃO DA POLPA

4.3.1.1. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Umidade. A umidade da polpa *in natura* e da polpa liofilizada foi determinada por secagem em estufa a 105 °C sob pressão atmosférica, conforme descrito pela ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, AOAC (2010), método 925.40.

Cinzas. O teor de cinzas foi determinado na polpa *in natura* e na polpa liofilizada por incineração a 550 °C, em forno mufla, (Brasimet, São Paulo, SP, Brasil) conforme descrito pelo método 950.49 da AOAC (2010).

Proteínas. O teor de proteína da polpa *in natura* e da polpa liofilizada foi determinado pelo método de Kjeldahl, conforme a metodologia descrita pela AOAC (2010), método 950.48. A digestão das amostras foi realizada em bloco digestor de proteínas, modelo 40/25, (Tecnal Equipamentos para Laboratório LTDA, Piracicaba, Brasil) e a destilação realizada em destilador de nitrogênio, modelo TE 036/1, (Tecnal Equipamentos para Laboratório LTDA, Piracicaba, Brasil).

Lipídeos. Os lipídeos da polpa *in natura* e da polpa liofilizada foram determinados pelo método de Bligh Dyer (1959).

Carboidratos. O teor de carboidratos foi obtido por diferença.

Açúcares. Para determinação dos açúcares solúveis presentes na polpa liofilizada foi realizada uma extração com solução de álcool etílico 70% com a polpa de coco verde liofilizada. Esse extrato foi utilizado para a quantificação dos açúcares totais e redutores.

Açúcares totais. A determinação do teor de açúcares solúveis totais solúveis totais foi realizada pela metodologia descrita por Dubois et al. (1956), com as modificações apresentadas por Chow e Landhäusser (2004). Para elaboração da curva de calibração foram misturados em tubos de ensaio, 1,0 mL de solução padrão de glicose, com concentrações variando entre 22 e 114 mg/L, 1,0 mL de solução de solução de fenol a 5%. Sob agitação foram adicionados rapidamente 5,0 mL de ácido sulfúrico concentrado e deixados em repouso de 10 minutos protegidos da luz. Após a permanência por 30 minutos em banho de água a 22 °C, foi realizada a leitura de absorbância a 490 nm, em espectrofotômetro UV/VIS, modelo Cary 1E, (Varian Associates, Inc., Palo Alto, CA). O mesmo procedimento foi utilizado para o extrato da polpa liofilizada.

Açúcares redutores. Para quantificação de açúcares redutores foi utilizado o método espectrofotométrico após reação com o ácido dinitro-3,5 salicílico (DNS), descrito por Bernfeld (1955).

Fibra alimentar total. O teor de fibra alimentar total foi determinado a partir da polpa de coco liofilizada desengordurada por percolação, de acordo com método 045/IV do Instituto Adolfo Lutz, (2005) com as seguintes modificações: foram pesadas amostras em quadruplicata, sendo duas utilizadas para determinação de proteínas e duas utilizadas para determinação de cinzas. A solução tampão MES-TRIS foi substituída por solução tampão de fosfato de sódio monobásico, de acordo com o descrito pelo método 985.29 da AOAC (2010).

Minerais. Os minerais foram determinados no resíduo da incineração (cinzas) da polpa liofilizada, por spectrometria de emissão atômica com fonte de plasma de acoplamento indutivo (ICP-AES) e a análise foi executada pela Central Analítica do Instituto de Química da Universidade de São Paulo (IQ-USP).

4.3.1.2 CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO

A extração de óleo para posterior utilização da polpa e análises foi realizada por percolação. Em uma coluna de vidro de 70 mL (20 x 2 cm), para onde foram transferidos cerca de 20 g de

polpa, foram adicionados 50 mL de hexano. Após pernoite em repouso, foi realizada a extração com cerca de 250 mL de hexano. O extrato foi recolhido em balão de fundo chato, a uma vazão de 40 gotas por minuto. O solvente foi separado com uso de evaporador rotativo, modelo MA120 (Tecnal Equipamentos para Laboratório LTDA, Piracicaba, Brasil), com auxílio de vácuo. A polpa foi removida da coluna e o excesso de solvente foi retirado sob vácuo em dessecador.

A composição de ácidos graxos do óleo extraído foi determinada por derivatização da amostra de acordo com o procedimento 054/IV do Instituto Adolfo Lutz (2005). A análise dos ésteres metílicos, presentes fase orgânica (hexano grau HPLC), foi realizada por cromatografia em fase gasosa, de acordo com método 053/IV do Instituto Adolfo Lutz (2005), com modificações. Foi utilizado cromatógrafo a gás, modelo 3800 (Varian Associates, Inc., Palo Alto, CA), sendo que os ésteres foram separados em coluna capilar de sílica fundida FactorFour VF-5ms (Varian Associates, Inc., Palo Alto, CA) , de 30 m, 0,25 mm de diâmetro interno e espessura do filme de 0,25 µm, acoplada a um detector de ionização em chama (FID), sob as seguintes condições: temperaturas do injetor e detector a 220 °C, fluxo do gás de arraste (Helio) de 0,8 mL/min., volume injetado de 1 µL, razão de divisão da amostra 1:25. A temperatura inicial da coluna de 80 °C foi elevada até 220 °C com aumento de 5 °C por minuto e mantida por 12 minutos.

Os procedimentos de derivatização e análise cromatográfica foram aplicados em uma mistura de padrões de ácidos graxos saturados (Sigma Chemical Co. Ltd., USA) com números de carbono pares de C6 a C18, além dos ácidos C18:1 e C18:2. O teor de cada ácido graxo foi calculado pelo método de normalização da área utilizando fatores de correção de acordo com Craske e Bannon (1988).

4.3.1.3. CARACTERIZAÇÃO DAS PROTEÍNAS

Para caracterização das proteínas foi realizada extração sequencial em duplicata, de acordo com a metodologia utilizada por Samson et al., (1971) com poucas modificações. A extração fracionada foi realizada em duplicata. Aproximadamente 2,0 g de polpa liofilizada

desengordurada foram extraídas com 30 mL de solução, por 60 minutos sob agitação, seguida de centrifugação por 30 minutos a $22000 \times g$ em centrífuga refrigerada modelo Mega 21R, (Hanil Science Industrial Co, Ltd., Incheon, Korea). O sobrenadante foi filtrado através de papel Whatman, nº 1. A extração foi repetida com o resíduo, utilizando 10 mL da mesma solução, sendo que foram mantidas as demais condições de extração e centrifugação. Os dois sobrenadantes filtrados foram reunidos, transferidos para um balão volumétrico de 50 mL e completado o volume. O resíduo foi submetido à extração com o próximo solvente, obedecendo ao mesmo procedimento já descrito e assim sucessivamente. A seqüencia de soluções utilizadas foi cloreto de sódio (NaCl) 1 mol/L, solução de etanol 70%, solução de ácido acético 50% e solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol/L.

O teor de proteínas de cada extrato e do resíduo foi determinado utilizando o método de Kjeldahl, de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (2010), método 950.48.

4.3.1.4. CAPACIDADE ESPUMANTE

Foram realizados ensaios da capacidade espumante da polpa liofilizada, da polpa liofilizada desengordurada e das frações da extração seqüencial de proteínas, de acordo com o método de Bombara, Pilosof e Añón (1994), com modificações. Para efeito de comparação, os mesmos ensaios foram realizados com clara de ovo.

Para realização do ensaio, as amostras sólidas foram transferidas para uma proveta de 50 mL, juntamente com fermento químico em pó. A mistura foi homogeneizada, a proveta foi transferida para um banho de água a 40 °C e foi adicionada água desionizada. No caso das amostras líquidas, estas foram transferidas para proveta e após ser levada ao banho de água a 40 °C, foi adicionado fermento em pó. A expansão da espuma foi acompanhada registrando-se o aumento do volume em função do tempo até expansão máxima. O ensaio foi realizado em triplicata.

Para o ensaio com a polpa liofilizada e a polpa liofilizada desengordurada, as amostras foram misturadas com fermento químico em pó na proveta, na proporção de 10:2 e foi adicionada água desionizada, na proporção de 2:4 (mistura de pós : água).

Quanto à polpa in natura, foi inicialmente homogeneizada, tornando-se liquefeita. Em seguida, 4 mL foram transferidos para a proveta e 0,3 g de fermento foi acrescentado.

A determinação das frações de proteínas foi realizada após diálise de cada fração contra água desionizada (tubos de diálise com “cut-off” de 12000 Da (Fisherbrand, Fisher, Inc., Pittsburgh, PA). Foram transferidos 3 mL do extrato dialisado, para uma proveta de 50 mL e acrescentado 0,23 g de fermento em pó. A análise foi realizada em triplicata, com os extratos das duas extrações em paralelo, para comparação. Antes da análise foi determinado o pH dos extratos dialisados de cada solvente , em potenciômetro modelo MA235 (Mettler-Toledo AG, Greifensee, Switzerland) e, quando necessário, o pH foi ajustado com uso de solução HCl ou de NaOH, para garantir as condições similares na determinação das duplicatas de cada extrato.

Para determinação com a clara de ovo, foi utilizado um volume de 1,6 mL de clara homogeneizada e 0,24 g de fermento, sem adição de água.

4.3.1.5. CAPACIDADE EMULSIFICANTE

As amostras usadas na determinação da capacidade emulsificante foram: polpa in natura, polpa liofilizada, polpa liofilizada desengordurada, resíduo da extração da polpa liofilizada com NaCl, após reincorporação do óleo extraído da polpa liofilizada e gema de ovo (esta, para comparação). O método utilizado foi o descrito por Kwon e Rhee (1996) com adaptações.

Em um bêquer de 250 mL foram adicionados as amostras e 25 mL de água. Sob agitação constante, foi adicionado óleo de soja. A agitação foi realizada com equipamento Ultra Turrax, modelo T50, (IKA-Labortechnik, Staufen, Germany), com velocidade inicial de 4000 rpm. A velocidade foi aumentada gradativamente, atingindo após 3 mL de óleo adicionado, a velocidade de 10000 rpm. O óleo foi adicionado com auxílio de uma bureta, a um fluxo de

9,5 mL/min., até alcançar o ponto de inversão da emulsão detectado pelo registro de resistência infinita medida por um multímetro (marca Yu Fong, modelo YF-370).

Para determinação da polpa *in natura* foram utilizados cerca de 25 g de amostra, sem adição de água. Para as demais determinações foram utilizadas quantidades de amostra contendo de 10 a 13 mg de proteínas, exceto no caso da gema, em que se utilizou massa de cerca de 60 mg. Para determinação com a gema de ovo foi utilizada solução de ácido acético a 1,5%.

4.3.2. PROCESSAMENTO E ANÁLISE DO GELADO COMESTÍVEL

4.3.2.1. PROCESSAMENTO

Para o preparo do gelado comestível foram testadas formulações conforme descrição de Pereira, Fabiano e Silva (2004), substituindo-se o chocolate por polpa de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). A polpa de umbu, uma fruta agridoce, nativa do Nordeste brasileiro (Figura 6), foi escolhida devido ao valor baixo de pH e por proporcionar sensação de refrescância.

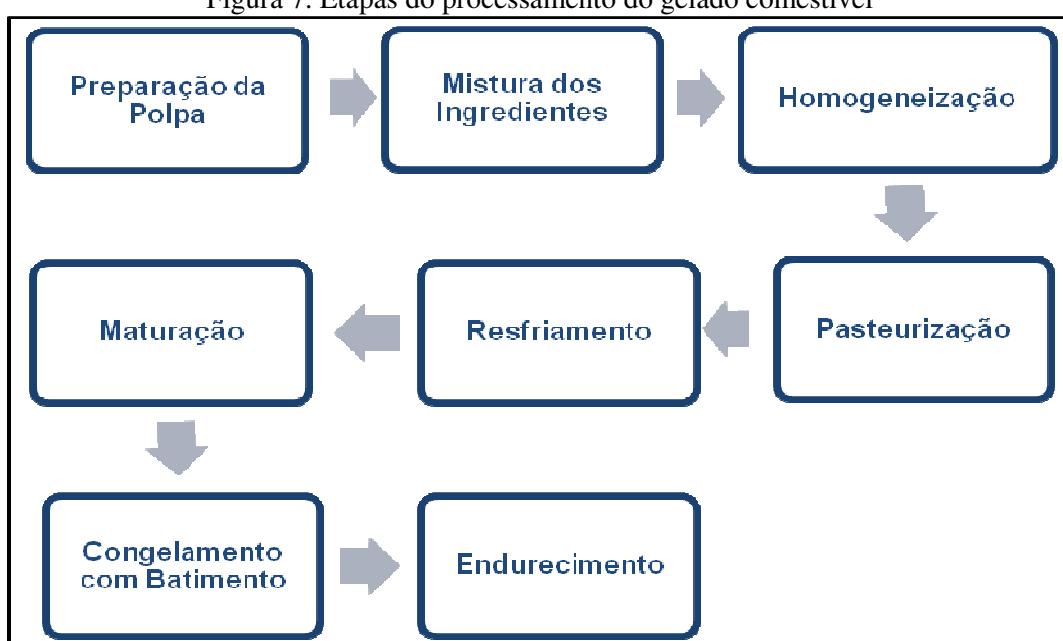
Figura 6. Frutos de umbu



Devido à diminuição do teor de sólidos do produto final ocasionada por esta substituição, optou-se por aumentar a porcentagem de polpa de coco. Foram realizados ensaios com polpa

de coco verde liofilizada, polpa liofilizada desengordurada e resíduo da extração da polpa liofilizada desengordurada com NaCl, reincorporado de óleo de coco. Para cada tipo de polpa os testes foram realizados em duplicata, numeradas de acordo com a sequência utilizada para os ensaios prelimares. No teste utilizando polpa após extração com NaCl, o óleo de coco adicionado foi o extraído por percolação, para que fosse avaliado apenas o efeito das proteínas extraídas. As etapas do processamento estão apresentadas na Figura 7.

Figura 7. Etapas do processamento do gelado comestível



O processamento das formulações testadas seguiu basicamente a mesma sequência, com pequenas variações de acordo com a formulação. As tabelas 4 e 5 apresentam um resumo das diferentes formulações e suas respectivas condições de processamento.

Tabela 4. Composição das formulações (g/100g de gelado comestível)

| Composição (%) | Polpa liofilizada | Polpa desengordurada | Polpa parcialmente desproteinada |
|------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------------------|
| Polpa de coco | 5,5 | 5,5 | 5,1 |
| Polpa de umbu | 20,0 | 20,0 | 20,0 |
| Sacarose | 20,0 | 20,0 | 20,0 |
| Óleo de coco extraído | - | - | 0,4 |
| Água | 54,5 | 54,5 | 54,5 |

Tabela 5. Condições de processamento do gelado comestível

| Teste | Polpa de coco utilizada | Pasteurização | Maturação (hs) | Local Batimento | Massa Mistura (Kg) | Batimento (min.) |
|-------|---------------------------------|-------------------------------|----------------|-----------------------------|--------------------|------------------|
| 10 | Liofilizada | manual (fogão/gelo) até 78 °C | 21,50 | sorveteira Culsinart ICE-20 | 0,50 | 22 |
| 11 | Liofilizada | manual (fogão/gelo) até 78 °C | 22,00 | sorveteira Culsinart ICE-20 | 0,50 | 25 |
| 12 | Liofilizada desengordurada | manual (fogão/gelo) até 78 °C | 22,00 | sorveteira Culsinart ICE-20 | 0,50 | 20 |
| 13 | Liofilizada desengordurada | manual (fogão/gelo) até 78 °C | 22,50 | sorveteira Culsinart ICE-20 | 0,50 | 21 |
| 14 | Liofilizada parc. desproteinada | manual (fogão/gelo) até 78 °C | 22,15 | sorveteira Culsinart ICE-20 | 0,25 | 16 |
| 15 | Liofilizada parc. desproteinada | manual (fogão/gelo) até 78 °C | 22,25 | sorveteira Culsinart ICE-20 | 0,35 | 17 |

A etapa de preparação da polpa variou de acordo com a polpa utilizada. Polpas liofilizadas foram obtidas conforme descrito no item 4.2.1. A polpa liofilizada desengordurada foi obtida após extração da gordura através do processo de percolação descrito no item 4.3.1.2.

A extração com NaCl foi realizada na proporção de 10 g de polpa desengordurada com 200 mL de solução de NaCl 1 mol/L. A mistura foi agitada em agitador magnético por 1 hora. Após centrifugação em centrífuga refrigerada modelo Mega 21R, (Hanil Science Industrial Co, Ltd., Incheon, Korea) a 28000 x g 15 °C, por 30 minutos, os sobrenadantes foram filtrados em papel de filtro qualitativo, (Whatman, Inc., Clifton, NJ). Foi realizada uma segunda extração com 150 mL de NaCl 1 M, por 1 hora, seguida por centrifugação e filtração. O resíduo foi lavado com água desionizada. O excesso de água foi retirado em temperatura ambiente, em dessecador sob vácuo. Os resíduos assim obtidos foram misturados, homogeneizados e guardados sob congelamento até o momento do uso.

Após pesagem os ingredientes foram misturados com agitador Ultra Turrax, modelo T50, (IKA-Labortechnik, Staufen, Germany), por 3 minutos a 4000 rpm, homogeneizados manualmente e aquecidos até 38 °C em banho de água. A pasteurização foi efetuada sob

agitação manual, sendo que o aquecimento até 78 °C foi realizado em fogão a gás e essa temperatura foi mantida por 1 minuto, seguida de resfriamento em banho de gelo.

Em seguida, a mistura permaneceu a 4,0 °C em câmara refrigerada para a maturação da mistura, etapa que durou entre 21,5 e 22,5 horas. Após a maturação foi realizado o batimento com congelamento, tendo sido utilizada uma Sorveteira, modelo ICE-20 (Cuisinart, East Windsor, NJ, USA), com capacidade máxima de 1 kg, que possui sistema de congelamento efetuado através de um líquido de resfriamento armazenado entre parede dupla, isolada, que deve ser congelado antes da utilização. A agitação é realizada por meio de paleta com raspagem da superfície. O batimento foi realizado até que não se observou movimento do produto dentro da sorveteira.

Após o batimento o produto foi colocado nos recipientes adequados para os ensaios de tempo de derretimento e textura. O restante foi acondicionado em recipientes plásticos. Todas as amostras coletadas foram levadas ao congelador para etapa de endurecimento, a temperaturas entre -20,0 e -24,0 °C.

4.3.2.2. ANÁLISES

Os ensaios realizados foram: viscosidade da mistura antes do batimento, determinação de overrun, determinação de pH, de sólidos totais, de taxa de derretimento e de textura.

4.3.2.3. VISCOSIDADE

Após o período de maturação e antes do batimento, a viscosidade da mistura após homogeneização, foi avaliada em Reômetro Brookfield modelo LV-DVIII (Brookfield Engineering Laboratories, Inc. USA), com banho termostático para controle de temperatura das amostras, os dados foram coletados com uso do software *Rheocalc* V1.0 (Brookfield Engineering Laboratories, 1995). As análises foram realizadas utilizando *spindle* LV-2, velocidade de 40 rpm, a temperatura de $5,5 \pm 0,1$ °C, de acordo com a metodologia adaptada

de Abd El-Rahman et al (1997) e Muse e Hartel (2004), utilizando-se o valor médio de cinco medidas para cada análise.

4.3.2.4. DETERMINAÇÃO DE OVERRUN

A determinação do *overrun* ou capacidade de ar incorporado foi realizada em quatro ou cinco réplicas, medindo-se em balança analítica a massa de um mesmo volume (50 mL) da mistura antes do batimento e do gelado comestível após o batimento. Calculou-se a porcentagem de *overrun* pela seguinte equação (GOFF E HARTEL, 2006):

$$\text{Overrun} = \frac{M_m - M_s}{M_s} \times 100 \quad (1) \qquad \text{em que}$$

M_s = massa da mistura (g)

M_s = massa do gelado comestível que ocupa o mesmo volume da massa da mistura (g)

4.3.2.5. DETERMINAÇÃO DE pH E TEOR DE SÓLIDOS

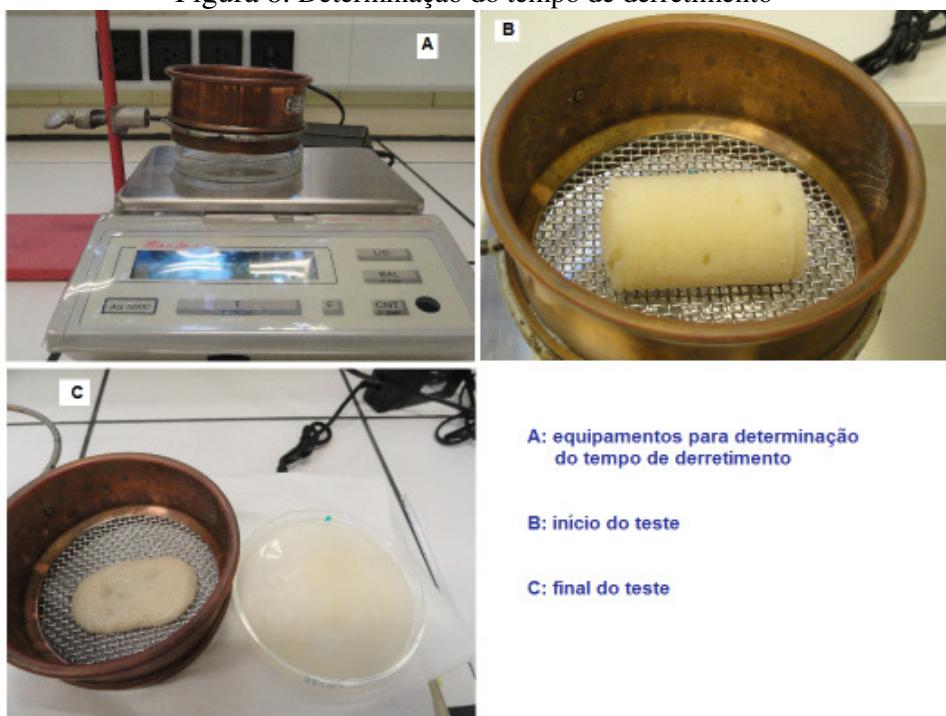
A medida de pH foi realizada em suspensão 10% do gelado comestível, preparada após descongelamento da mesma, em pHmetro, modelo MA235 (Mettler-Toledo AG, Greifensee, Switzerland).

O teor de sólidos foi determinado pelo método descrito pela AOAC (2010), a 105 °C, em estufa com circulação de ar, modelo 420, (Nova Ética Ind., Com e Serv Ltda, Vargem Grande Paulista – SP, Brasil).

4.3.2.6. TEMPO DE DERRETIMENTO

A taxa de derretimento foi determinada adaptando as metodologias apresentadas por Roland, Phillips e Boor (1999) e Koxholt, Eisenmann e Hinrichs (2001). Após o batimento, entre 29 a 32 g do gelado comestível foram transferidos para um recipiente plástico de 33 mL e levados ao congelamento por 72 horas . A amostra foi transferida para uma peneira de aço de 10 cm de diâmetro, com 2 mm de abertura da malha, suspensa sobre uma placa de Petri. Esta, sobre o prato de uma balança semi-analítica modelo AS 500C, (Marte Equipamentos de Medição, São Paulo, Brasil), permitiu a coleta e pesagem da massa drenada (Figura 8). O ensaio foi realizado em temperatura de 25 ± 1 °C. Foram registradas as massas drenadas da primeira gota e a partir de 25 minutos de teste, a cada cinco minutos até um período de drenagem de 100 minutos. Os resultados foram registrados em gráficos de taxa de massa drenada versus tempo foi determinada a taxa de velocidade de derretimento.

Figura 8. Determinação do tempo de derretimento



A: equipamentos para determinação do tempo de derretimento

B: início do teste

C: final do teste

4.3.2.7. TEXTURA

O perfil de textura (TPA) foi determinado pelo menos em triplicata, em temperatura ambiente, por meio do equipamento Texture Analyser, modelo TA-XT2i (Stable Microsystems Ltd., UK), os dados foram coletados com uso do *software Texture Expert V1.22* Stable Microsystems Ltd., UK). Trata-se de ensaio que permite determinar os parâmetros de dureza e adesividade. O método utilizado foi o descrito por Abd El-Rahman et al (1997) e Soukoulis, Chandrinos e Tzia (2008) com modificações. A análise foi realizada após permanência das amostras em recipientes de 33 mL por 72 horas sob congelamento, utilizando um *probe* de aço cilíndrico de 5 mm, resfriado antes de cada medida. Os parâmetros de configuração foram: distância de compressão = 20 mm, velocidade de teste = 2,0 mm/s, velocidade do pré-teste = 1,0 mm/s, velocidade do pós-teste = 10,0 mm/s, força = 0,10 N.

4.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises estatísticas dos resultados foram realizadas por meio de análise de variância (ANOVA) fator único, ($\alpha = 95\%$), seguida do teste de Tukey ao nível de 5% de significância para comparação entre as médias.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ENSAIOS PRELIMINARES

Análises de composição. A polpa de coco verde apresentou significativa variação em sua composição conforme o tempo de maturação. Como exemplo, uma polpa in natura com aparência indicativa de um estágio muito inicial de maturação, apresentando quantidade reduzida e consistência quase líquida foi analisada quanto à composição centesimal. Os resultados foram: $(92,70 \pm 0,07)\%$ de umidade, $(0,39 \pm 0,01)\%$ de gordura, $(0,83 \pm 0,03)\%$ de proteína, $(0,7531 \pm 0,0006)\%$ de cinzas, 5,32% de carboidratos. Determinações de umidade de polpa in natura aparentando estágio de maturação mais avançado apresentaram valores de umidade de $(89,178 \pm 0,002)\%$. Resultados obtidos anteriormente em nossos laboratórios, em polpas com variados graus de maturação, demonstraram variação nos teores de água entre 82,0 e 93,0%; de lipídeos entre 5,34 e 32,5%; de cinzas entre 3,22 e 10,32%; de proteínas entre 0,8 e 11,37% e de carboidratos entre 65,4 e 77,1%. Esses resultados, exceto da umidade, estão expressos em base seca.

Em posse dessas informações, buscou-se uma forma de garantir um mesmo material a ser trabalhado do início ao final do desenvolvimento da dissertação.

Preparo da polpa de coco verde. A extração de uma grande quantidade de polpa, seguida por congelamento foi a primeira opção considerada e testada. Dois problemas foram constatados: ocorria grande perda de água e, mesmo congelada, a polpa sofria escurecimento enzimático.

Essa opção foi então abandonada e partiu-se para a liofilização. O processo foi inicialmente realizado em equipamento de bancada, portanto de pequena capacidade, o que tornou obrigatória a realização da desidratação em várias bateladas.

Após cada batelada de liofilização, amostras foram coletadas para determinações de umidade. A umidade apresentada pela polpa liofilizada utilizada no teste 8, logo após a liofilização apresentou valor de $(6,73 \pm 0,09)\%$. Outras amostras liofilizadas apresentaram valores

semelhantes, porém o armazenamento, mesmo em recipientes fechados e conservados em congelador por um período mais longo, propiciou absorção de umidade, sendo que os novos teores variaram entre $(8,8 \pm 0,6)\%$ e $(13,1 \pm 0,3)\%$. Para evitar a absorção de água após a liofilização, as amostras passaram a ser seladas a vácuo e conservadas congeladas. Isso teoricamente resolveria o problema. Entretanto, a capacidade do equipamento era muito limitada e, além disso, alguns frascos apresentaram um resíduo não liofilizável, parecido com uma “cola”, que se tornou um problema pela questão da heterogeneidade. Por essas razões, a polpa foi enviada para uma empresa de liofilização em escala industrial, que não observou o problema, provavelmente por causa das características do equipamento utilizado.

Foi verificada também a possibilidade de se usar polpa de coco congelada comercial. Essa polpa, da coco marca Ricaeli, apresentou 9,19% de sólidos determinados em analisador de umidade, marca Mettler, modelo LJ16. Foi determinado o pH em uma suspensão 10%, que resultou em 5,60. O uso dessa polpa foi abandonado por duas razões. Em primeiro lugar, o aspecto da polpa após o descongelamento não correspondia ao que era obtido no laboratório. Em segundo lugar, o teor de gordura, expresso como média de 6 amostras, foi de $(3,4 \pm 0,4)\%$ (base úmida), o que poderia ser um indício de tratar-se de amostra em estágio de maturação maior que o dos frutos utilizados.

Polpa de umbu. Foram determinados na polpa de Umbu comercial utilizada na formulação do gelado comestível, o valor de pH de 2,77 (suspensão 10%) e teor de sólidos de 6,3%.

Análises de minerais. Análises quantitativas de sódio e potássio nas cinzas de amostra liofilizada foram realizadas pelo método de fotometria de chama. Os resultados de sódio apresentaram uma dispersão muito grande, exigindo muitas repetições na análise. Os valores obtidos para o potássio apresentaram menor variação com média de $(4,04 \pm 0,08)\%$. Em vista da insegurança quanto à qualidade dos resultados de sódio e também do desejo de se conhecer teores de outros minerais cujos métodos não são possíveis de ser executados no nosso laboratório, decidiu-se por enviar a amostra para um laboratório externo, capaz de analisá-los, com resultados confiáveis.

Análises de açúcares. Os açúcares solúveis, identificados em polpa de coco verde *in natura* e em coco maduro, foram sacarose, frutose e glicose (Figura 9). Ensaios anteriores não detectaram galactose.

Figura 9. Cromatograma obtido para amostras de coco verde (1) e maduro (2)



Método de extração de óleo. Foram testados dois métodos de extração do óleo: a quente por Soxhlet e a frio por percolação, utilizando polpa madura com $(34,0 \pm 0,8)\%$ de umidade. O teor de óleo obtido por Soxhlet foi de $(26,1 \pm 0,5)\%$ e, por percolação, de $(21 \pm 2)\%$. Os resultados das análises físico-químicas do óleo são apresentados na tabela 6.

Tabela 6. Determinações físico-químicas do óleo de coco maduro

| Método de extração | Índice de refração (a 40 °C) | Índice de iodo | Índice de saponificação (mg KOH/g óleo) | Índice de acidez (% de ácido oléico) |
|--------------------|------------------------------|----------------|---|--------------------------------------|
| Percolação | 1,4485 | 7,8 | 249 | 0,25 |
| Soxhlet | 1,4460 | 8,6 | 255 | 3,6 |

Embora o rendimento da extração a quente tenha sido maior, o método por percolação foi escolhido para extração de gordura das polpas liofilizadas para preparação do gelado comestível. As análises físico-químicas demonstraram que pelo método a frio obteve-se um óleo com melhores características, indicando que a temperatura mais alta de extração provocou alterações no óleo. Além disto, com o aquecimento pode ocorrer também desnaturação das proteínas presentes na polpa, alterando suas propriedades funcionais.

Extração de proteínas. A extração das albuminas (extrato aquoso) apresentou um rendimento de 52,13% da proteína total e, das globulinas (extrato em NaCl), de 4,42%. Estudos com coco maduro mostram um predominância de globulinas dentre as proteínas extraídas (BALACHANDRAN e ARUMUGHAN (1992); KWON, PARK e RHEE, 1996), porém Rosario, Aldaba e Teodoro (1979), relatam maiores quantidades de albuminas nos estágios iniciais de maturação.

Em sendo as albuminas e as globulinas as duas principais frações protéicas do coco verde, a avaliação da influência das proteínas no gelado comestível teve como foco estas duas frações. Desta forma, decidiu-se pela extração destas frações em conjunto, eliminando-se a etapa de extração com água e iniciando-se com o NaCl. O extrato resultante foi utilizado, tanto para caracterização das proteínas, como para o tratamento da polpa para a formulação do gelado comestível. A opção pela diminuição de etapas de extração visou também reduzir perdas de componentes da polpa.

Formulações de gelado comestível. Foram realizados 9 testes preliminares de formulação do gelado comestível, de acordo com as condições descritas no item 4.1. Nos testes 1 (polpa com aspecto de mais madura) e 2 (polpa com aspecto de mais verde) a etapa de batimento com congelamento foi realizada no trocador de calor com superfície raspada, que promove a incorporação de ar durante o batimento, e produtos obtidos nestas condições apresentaram overrun 24,71% e 38,54% para os testes 1 e 2, respectivamente. Verificou-se que polpa em estágio mais avançado de maturação não homogeneizou bem, podendo ser percebidas partículas de polpa no gelado comestível. Já o produto obtido com a polpa mais verde apresentou maior homogeneidade, apresentando visual e sensorialmente maior cremosidade, similar a um gelado do tipo *soft* a base de leite, com presença imperceptível de polpa de coco no produto. A polpa mais madura, mais rígida, parece não ser adequada na função de ingrediente com a finalidade buscada neste trabalho, pois confere características organolépticas do fruto ao produto final. Sendo assim determinou-se que seriam utilizadas apenas polpas em estágios mais iniciais de maturação determinados visualmente.

Os demais testes foram realizados utilizando sorveteira portátil, por questões de praticidade, já que permite utilizar menores quantidades de ingredientes. Para verificar a eficiência deste equipamento em incorporar ar, foi efetuado um teste com uma formulação a base de leite

(teste 3). O overrun (25,76%) foi menor do que o apresentado pelo teste 2, mas foi considerado aceitável para comparação. Desta forma a sorveteira portátil foi selecionada para o prosseguimento do trabalho.

O teste 4 foi realizado com polpa de coco verde congelada de marca comercial, porém não foi possível uma homogeneização eficiente da polpa na mistura e, observou-se a separação de partículas da polpa. O produto visualmente não apresentou as características desejadas de consistência e apresentou o menor overrun dentre os testes realizados (7,94%).

Os testes 5 (13,95% de overrun) e 6 (21,43% de overrun) foram realizados para avaliar a utilização de polpa verde liofilizada, porém a polpa utilizada, já armazenada por um longo período, se apresentava escura, com sabor desagradável. Apesar disso, permitiu determinar a proporção de polpa liofilizada na formulação. No teste 7 utilizou-se polpa verde liofilizada nas condições selecionadas para o trabalho e apresentou overrun satisfatório (23,51%).

Para verificação da influência do óleo no gelado comestível foram realizados dois testes utilizando a mesma polpa liofilizada (testes 8 e 9). Para o teste 9 utilizou-se a polpa desengordurada por percolação e o overrun foi de 17,15%. Esse resultado foi comparado com o obtido no teste 8, em que se utilizou polpa integral com teor de gordura de 27,95% e se obteve overrun de 28,36%. Esses resultados indicaram a influência do teor de gordura neste parâmetro.

5.2. CARACTERIZAÇÃO DA POLPA

5.2.1. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

5.2.1.1. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E FIBRA ALIMENTAR

Foram realizadas análises para a determinação da composição centesimal da polpa *in natura* e com a polpa liofilizada (tabela 7).

Tabela 7. Composição centesimal das polpas *in natura* e liofilizada

| CONSTITUINTE | POLPA <i>in natura</i> | POLPA <i>in</i> <i>natura</i> | POLPA LIOFILIZADA | POLPA LIOFILIZADA |
|--------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| | | Calculado em Base Seca | | Calculado em Base Seca |
| Umidade (%) | 92,70 ± 0,07 ^a | — | 6,64 ± 0,04 ^c | — |
| Cinzas (%) | 0,7531 ± 0,0006 ^a | 10,32 | 9,65 ± 0,07 ^c | 10,34 |
| Gordura (%) | 1,57 ± 0,06 ^b | 21,51 | 9,10 ± 0,07 ^c | 9,75 |
| Proteína (%) | 0,83 ± 0,03 ^c | 11,37 | 12,1 ± 0,2 ^c | 12,96 |
| CARBOIDRATOS (% por dif.) | 4,15 | 56,85 | 62,51 | 66,96 |
| Fibra alimentar total (%) | — | — | 10,1558 | 10,879 |

a= média de 4 valores. b= média de 6 valores. c= média de 3 valores.

Sierra e Balleza (1972 apud CARANDANG, 2006) determinaram a composição de polpa de coco com 8 meses de maturação. Santoso et al. (1996) e Penha (1998) também realizaram as mesmas análises. Os resultados apresentados em base seca, para efeito de comparação com os obtidos neste trabalho estão apresentados na tabela 8, a seguir:

Tabela 8. Resultados comparativos da composição de polpa de coco verde obtida neste trabalho com os publicados na literatura.

| CONSTITUINTE | Este trabalho (polpa <i>in</i> <i>natura</i>) | Santoso et al. (1996) | Penha (1998) |
|-------------------------|--|--------------------------|-----------------|
| | (base seca) | (base seca) | (base seca) |
| Cinzas (%) | 10,32 | 7,94 | 6,86 |
| Gordura (%) | 21,51 | 20,22 | 19,7 |
| Proteína (%) | 11,37 | 16,0 | 16,3 |
| Carboidratos (%) | 56,85 | 54,9 | 57 |

Os valores determinados neste trabalho para polpa *in natura* apresentaram maior semelhança com os teores de gordura e carboidratos obtidos por Penha (1998) e Santoso et al. (1996). A divergência no teor de proteína pode ser devido à diferença de fator de correção aplicado. No presente trabalho foi aplicado o fator de 5,30 para conversão do teor de nitrogênio em proteínas de acordo com AOAC (2010), enquanto Santoso et al. (1996) utilizou o fator de

6,25 e no trabalho de Penha (1998) não foi declarado o fator utilizado. O teor de cinzas divergiu dos trabalhos citados.

Durante a maturação são observadas variações significativas na composição centesimal do fruto do coco. A umidade decresce com o desenvolvimento do fruto (ROSARIO et al., 1979). Santoso et al. (1996) observaram um aumento superior a sete vezes no teor de matéria seca durante a maturação do fruto. De 7,50% na polpa de coco verde, alcançou 54,29% na polpa madura. Assa et al. (2010) em cocos variando do 5º ao 14º mês, registraram aumentos de matéria seca de 0-45,16% e 16,6-58,6% entre os cultivares analisados. Um decréscimo de 7,9% no teor de umidade a cada mês de desenvolvimento foi determinado por Aroucha et al. (2005).

Uma redução nos teores de cinzas de 7,94 a 1,15% e 10,67 a 6,23%, e de proteínas de 16,0 a 7,10% e 10,67 a 6,23%, foram determinados por Santoso et al. (1996) e Sierra e Balleza (1972 apud CARANDANG, 2006), respectivamente, para cocos verdes e maduros. Os carboidratos, assim como os demais componentes apresentam variações com o amadurecimento, Rosario et al., 1979, relatam uma diminuição destas substâncias, o mesmo resultado foi obtido por Santoso et al. (1996). Rosario et al., 1979, relatam uma diminuição destas substâncias, em concordância co os resultados obtidos por Santoso et al. (1996). Por sua vez, os trabalhos de Sierra e Balleza (1972 apud CARANDANG, 2006) mostraram um aumento de carboidratos. Já Assa et al. (2010) observaram aumento entre o 5º e 7º meses, e diminuição entre o 9º e 14º meses.

Quanto ao teor de gordura, aumenta significativamente durante o amadurecimento do fruto e, em termos quantitativos, passa ser um dos constituintes mais importantes do fruto maduro. Observaram aumento nos teores de gordura: Aragão et al. (2004), de 2,83 a 24,98%; Azeez (2007), de 24,7 a 72,2%; Sierra e Balleza (1972 apud CARANDANG, 2006) de 26,67 a 67,04% e Naresh Kumar e Balakrishna (2009) de 29,8 a 62,8%. Aroucha et al. (2005), determinaram um acréscimo de 5,4% no teor de gordura a cada mês de desenvolvimento.

5.2.1.2 AÇÚCARES SOLÚVEIS

A análise de açúcares solúveis foi realizada após extração da polpa liofilizada em solução de etanol 70%. O teor de açúcares totais, de $(40,1 \pm 0,6)\%$ foi determinado pelo método fenol-sulfúrico e representa 64,15% do total calculado de carboidratos na polpa liofilizada. O teor de açúcares redutores, determinado por reação colorimétrica com DNS, resultou em $(19,2 \pm 0,2)\%$, indicando que o teor de açúcares não redutores, expresso em sacarose, foi de 20,9%. Ensaios preliminares possibilitaram a identificação de três açúcares solúveis presentes no extrato alcoólico: sacarose, glicose e frutose.

Assa et al. (2010) analisaram os teores de açúcares solúveis totais e açúcares redutores em amostras em polpa fresca em seis diferentes estágios de maturação, do 5º ao 14º meses, em dois diferentes cultivares de coco anão, um cultivar de coco gigante e um híbrido, cultivados na Costa do Marfim. Em frutos com cinco meses determinaram 4,42% e 6,86% de açúcares totais e 0,46% e 0,53% de açúcares redutores, respectivamente para dois diferentes cultivares de coqueiro anão. Os teores de açúcares totais diminuíram até o 9º mês, apresentando aumento a partir do 11º mês, com valores máximos atingidos no 14º mês. O mesmo padrão foi determinado para os demais cultivares. Os maiores teores para açúcares redutores foram observados para frutos com sete meses. Rosario et al. (1979) citam que o maior valor para açúcares redutores, a glicose, em seu estudo, foi determinado próximo ao 6º mês de maturação.

5.2.1.3 MINERAIS

Os teores de minerais determinados no resíduo mineral (cinzas) são apresentados na tabela 9. A análise foi realizada na Central Analítica do IQ-USP por ICP-AES. A determinação de minerais é geralmente efetuada nas cinzas, também denominadas resíduo mineral, onde estão presentes nas formas de óxidos, sulfatos, nitratos, fosfatos, nitratos, cloretos e outros halogenatos. Após dissolução, podem ser determinados por métodos químicos ou instrumentais (MILLER, 2010).

O potássio foi o mineral predominante, seguido de magnésio, sódio e cálcio, além da presença de fósforo, manganês, ferro e zinco. Esses resultados são nutricionalmente importantes, pois indicam a polpa de coco verde como uma fonte de minerais. Os resultados obtidos estão de acordo com os determinados por Santoso, et al. (1996) e Penha (1998) para coco verde, apresentando algumas variações nos teores totais de cada elemento, provavelmente decorrente de diferenças nos estágios de maturação dos cocos analisados em cada trabalho. Assim como ocorre com outros componentes da polpa de coco, a composição mineral varia de acordo com a maturação. Resultados de Santoso et al. (1996), obtidos para coco maduro e comparados com a polpa verde, ilustram esse fenômeno.

Tabela 9. Teor de minerais

| Elemento | % Teor nas cinzas ^a | | Teor na polpa |
|----------------------|-----------------------------------|---------------|---------------|
| | Teor nas cinzas ^a | Teor na polpa | |
| Calcio (Ca) | 1,56 | 0,15 | |
| Potássio (K) | 38 ± 1 | 3,70 | |
| Magnésio (Mg) | 5,15 ± 0,01 | 0,50 | |
| Sódio (Na) | 1,72 | 0,17 | |
| Fósforo (P) | 0,36 | 0,03 | |

| | ppm | | Teor na polpa |
|----------------------|------------------------------|---------------|---------------|
| | Teor nas cinzas ^a | Teor na polpa | |
| Ferro (Fe) | 133 ± 1 | 12,85 | |
| Manganês (Mn) | 259 ± 6 | 24,98 | |
| Zinco (Zn) | 46,04 ± 0,6 | 4,44 | |

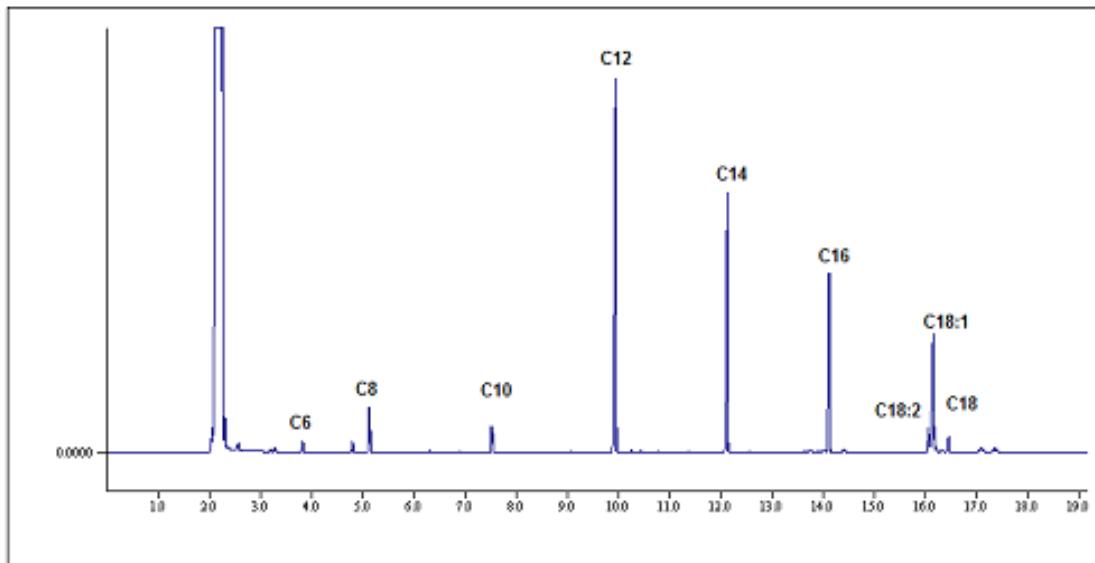
^a= média de 2 valores.

5.2.2. CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO

A composição graxa do óleo extraído por percolação de polpa verde liofilizada foi determinada por cromatografia em fase gasosa. O cromatograma, que ilustra a separação dos ésteres metílicos dos ácidos graxos presentes no óleo da polpa de coco verde, está apresentado na Figura 10.

Para a determinação da porcentagem de cada ácido graxo foi utilizado o método de normalização de área. As áreas registradas a partir do cromatograma foram recalculadas utilizando-se fatores de correção para cada ácido graxo, de acordo com Craske e Bannon (1993). Os ésteres metílicos de ácidos graxos não têm resposta análoga ao detector FID, mesmo utilizando-se uma massa igual, pois ésteres de ácido graxos de cadeia menores.

Figura 10. Cromatograma dos ésteres metílicos dos ácidos graxos presentes no óleo



apresentam áreas inferiores aos de cadeias mais longas (ACKMAN, 1993). Por esta razão são utilizados fatores de correção, relativos ao C18. Os resultados de composição graxa estão apresentados na tabela 10.

Tabela 10. Composição graxa do óleo extraído da polpa liofilizada pelo método de percolação

| Ácido Graxo | % |
|-------------------------|-------|
| Ácido Capróico (C6) | 0,97 |
| Ácido Caprílico (C8) | 5,10 |
| Ácido Cáprico (C10) | 3,58 |
| Ácido Láurico (C12) | 38,05 |
| Ácido Mirístico (C14) | 20,10 |
| Ácido Palmítico (C16) | 15,20 |
| Ácido Esteárico (C18) | 2,35 |
| Ácido Oléico (C18:1) | 12,52 |
| Ácido Linoléico (C18:2) | 2,13 |

A composição de ácidos graxos determinada no presente trabalho, tendo como principal componente o ácido láurico, está de acordo com a média dos valores encontrados na literatura, e é similar à composição obtida por Aragão et al. (2004), que determinaram as composições de ácidos graxos em frutos do 6º ao 12º mês de maturação, de seis diferentes cultivares de coqueiros anões, cultivados no estado de Sergipe, e obtiveram os valores entre 32,4-46,5% de ácido láurico para cocos de seis meses e 38,6-48,4% para cocos de sete meses.

Observa-se nos diversos trabalhos disponíveis que o ácido láurico é o ácido mais abundante dos ácidos graxos presentes no óleo de coco, porém a composição apresenta sempre uma variação, assim como o observado para o teor de gordura, seja para o óleo obtido de coco verde ou coco maduro. Isso se deve a diversos fatores como tempo de maturação, variedades de coco, estações do ano e local de plantio (AKPAN, et al., 2006; ARAGÃO et al., 2004; AROUCHA et al., 2005; AZEEZ, 2007; BALACHANDRAN e ARUMUGHAN, 1985; LAURELES, et al., 2002; NARESH KUMAR e BALAKRISHNA, 2009; NARESH KUMAR, 2011; SANTOSO et al., 1996).

Além do valor de ácido láurico, os demais ácidos determinados no presente trabalho estão de acordo com os resultados apresentados por Aragão et al. (2004), que determinaram um aumento nos teores dos ácidos láurico (54,6% para 12 meses), caprílico, cáprico e esteárico com o amadurecimento, e diminuição dos teores dos ácidos palmítico, oléico e linoléico, além de valores constantes para o ácido mirístico, segundo mais abundante na composição. Por sua vez Aroucha et al. (2005) observaram durante a maturação de cocos anões colhidos no estado do Rio de Janeiro, um decréscimo no teor de ácido linoléico e aumento dos demais ácidos.

Azeez (2007) determinou, em cocos cultivados na Índia no 7º mês de maturação, valores de ácido láurico variando entre 35,82 e 37,35%, e de ácido mirístico, entre 20,69-23,43%. Diferentemente do determinado neste trabalho, apresentou teor de ácido esteárico (15,44-19,18%) superior aos dos ácidos palmítico, oléico, caprílico e cáprico. Naresh Kumar e Balakrishna (2009), também em cocos provenientes da Índia, observaram durante a maturação (6-12 meses) aumento no teor do ácido láurico de 23 a 50%, além de aumento nos teores dos ácidos capróico, caprílico, cáprico e esteárico e decréscimo dos ácidos oléico e linoléico.

5.2.3. CARACTERIZAÇÃO DAS PROTEÍNAS

A extração fracionada das proteínas foi realizada em amostra liofilizada desengordurada pelo método de percolação, após a evaporação do hexano e secagem em dessecador. Foi determinado o teor ($13,5 \pm 0,4\%$) de proteínas na polpa desengordurada, sendo o teor de cada fração calculado a partir deste valor. A distribuição das proteínas nas diferentes frações de acordo com a solubilidade é apresentada na tabela 11.

Tabela 11. Distribuição das proteínas de acordo com a solubilidade

| Fração | Soluções extratoras | Total de proteínas extraídas (%) |
|------------------------|---------------------|----------------------------------|
| Albuminas + Globulinas | NaCl 1,0 M | 57 ± 4 |
| Prolaminas | Álcool Etílico 70% | $3,7 \pm 0,4$ |
| Glutelinas-1 | Ácido Acético 50% | 14 ± 1 |
| Glutelinas-2 | NaOH 0,1 M | $4,9 \pm 0,5$ |
| Resíduo da extração | — | $9,8 \pm 0,2$ |

Albuminas e globulinas representam a fração em maior quantidade presente na polpa. Em ensaios realizados preliminarmente com uma amostra liofilizada desengordurada a extração destas duas frações foi realizada separadamente, antes da extração com NaCl foi realizada extração com água desionizada. Os resultados obtidos foram 52,1% de albuminas e 4,4% de globulinas em relação ao total de proteínas. Poucos resultados estão disponíveis na literatura com relação as frações proteicas na polpa de coco verde. Rosario et al. (1979) relataram que as albuminas são predominantes nos estágios iniciais de maturação, enquanto que em frutos maduros a predominância são das globulinas, corroborando com o resultado dos testes preliminares, ainda que existem diferenças em relação ao teor.

Alguns trabalhos encontrados na literatura relatam a distribuição das proteínas de acordo com a classificação de Osbourne para coco maduro (Tabela 12). A distribuição das proteínas determinadas neste trabalho diferem dos valores encontrados por Samson et al. (1971) e Balachandran e Arumughan (1992) porém estes valores referem-se ao coco maduro, não sendo possível a comparação com o coco verde, tendo em vista as mudanças que ocorrem

com na composição do fruto com a maturação. Porém em relação aos resultados apresentados por Kwon, Park e Rhee (1996) também para coco maduro, observou-se menor diferença entre os valores obtidos para frações de albuminas+globulinas e para as proteínas não extraídas, além de valores muito próximos para os rendimentos das frações de prolaminas e glutelinas-1 e glutelinas-2. Kwon, Park e Rhee (1996) citaram a diferença de seus resultados para as demais referências e indicaram que poderiam ser devido à diferenças nas condições de extração.

Os trabalhos citados utilizaram o fator de conversão para proteínas de 6,25, neste trabalho, como já mencionado, foi utilizado o fator de 5,30 de acordo com as especificações da AOAC(2010) e IAL(2005) porém, como o cálculo do rendimento para cada fração protéica é efetuado em relação ao total de proteínas, a diferença do fator utilizado não altera os valores percentuais de cada fração.

Tabela 12. Valores da literatura para distribuição das proteínas de acordo com a solubilidade

| Fração protéica | Samson et al. (1971) | Balachandran e Arumughan (1992) | Kwon, Park e Rhee (1996) | Este trabalho |
|------------------------------------|----------------------|---------------------------------|--------------------------|---------------|
| Total de proteínas extraídas (%) | | | | |
| Albuminas (H_2O) | 30,6 | 29,0 | 21,0 | 57 |
| Globulinas (sol. NaCl) | 61,9 | 52,1 | 40,1 | |
| Prolaminas (álcool etílico 70%) | 1,1 | 2,7 | 3,3 | 3,7 |
| Glutelinas-1 (ác. Acético 50%) | — | — | 14,4 | 14 |
| Glutelinas-1 (sol. NaOH) | 4,7 | 7,5 | 4,8 | 4,9 |
| Resíduo | 1,8 | 5,9 | 8,8 | 9,8 |

5.2.4. CAPACIDADE ESPUMANTE

Foi determinada a capacidade espumante da polpa liofilizada, da polpa liofilizada desengordurada e das frações da extração de proteínas após diálise. Apenas para o extrato de albuminas e globulinas (NaCl), foram realizada duas determinações, do extrato integral e do extrato após diálise. Também foi realizada uma determinação com clara de ovo, para comparação, porém o valor não foi utilizado para análise estatística. Foram efetuadas pelo

menos 3 réplicas para cada amostra e determinado o *overrun* ou a porcentagem de espuma formada em relação ao volume inicial. As espumas formadas apresentaram aspectos distintos de acordo com cada tipo de amostra e são mostradas na Figura 11.

A polpa liofilizada apresentou valor de *overrun* de 267% e a estabilidade da espuma formada foi de 5,3 min. A análise estatística mostrou diferença significativa ($p < 0,05$) entre a polpa liofilizada e a polpa desengordurada que apresentou *overrun* de $(222 \pm 11)\%$ e estabilidade de 3,2 min.

Os valores determinados para as frações protéicas são mostrados na tabela 13.

Tabela 13. Capacidade espumante das frações protéicas

| | % <i>overrun</i> | Estabilidade (min.) |
|--|------------------|---------------------|
| Albuminas +Globulinas (NaCl) sem diálise | 185 ± 3^a | 13,9 |
| Albuminas +Globulinas (NaCl) após diálise | 175^a | 9,0 |
| Prolaminas (álcool etílico 70%) | 75^b | 0,4 |
| Glutelinas-1 (ác. Acético 50%) | 145 ± 11^c | 1,6 |
| Glutelinas-2 (sol. NaOH) | 127 ± 3^c | 1,3 |

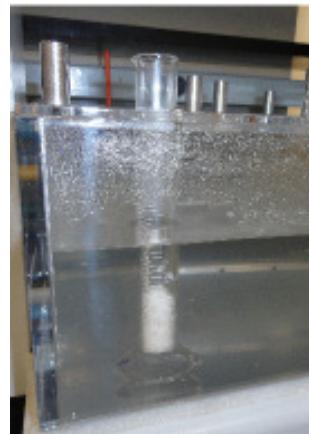
Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ($p < 0,05$) pelo Teste de Tukey.

A análise estatística não detectou efeito da diálise na capacidade espumante do extrato obtido com NaCl. Entretanto, indicou diferença significativa entre esses extratos, antes e após diálise, e os demais analisados. Além disso, os resultados indicaram maior estabilidade desses extratos dentre todas as amostras. Interessante observar que o colapso da espuma formada pelo extrato sem diálise ocorreu em tempo maior do que para clara de ovo.

A fração de prolaminas (álcool etílico 70%) apresentou os menores valores de *overrun*, estatisticamente diferentes, dentre todas as amostras analisadas. Além disso, foram as espumas mais instáveis, com colapso com menos de 1 minuto após a formação.

Entre as frações de glutelinas-1 (ácido acético 50%) e glutelinas-2 (NaOH), não houve diferença significativa do valor de *overrun*, porém houve diferença significativa entre estas duas frações e as demais.

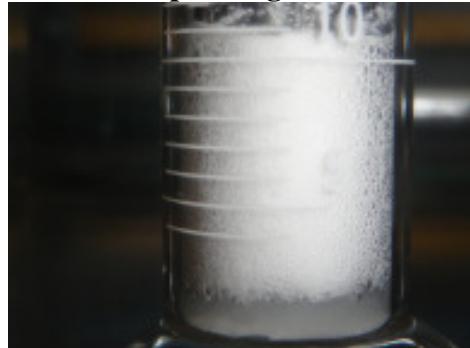
Figura 11. Espumas formadas durante a determinação da capacidade espumante



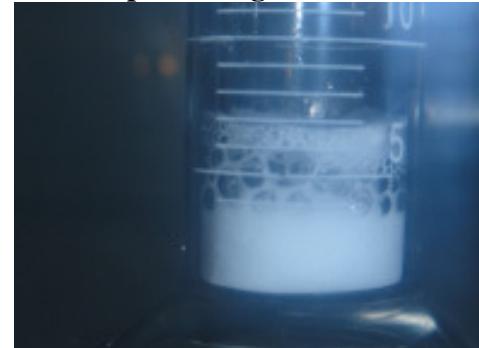
Polpa Integral



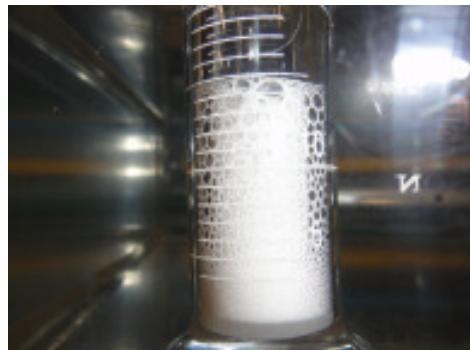
Polpa Desengordurada



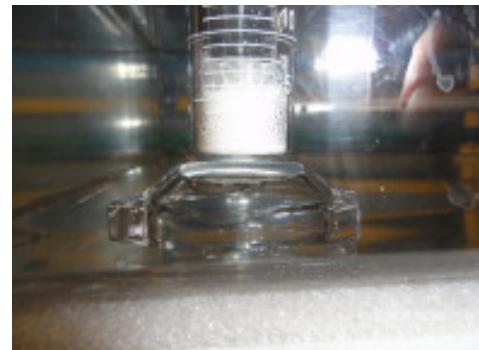
Albuminas+Globulinas



Prolaminas



Glutelinas-1



Glutelinas-2

A clara de ovo apresentou um valor de *overrun*, ($475 \pm 25\%$), maior do que as polpas e extratos protéicos do coco como esperado, e estabilidade da espuma de 11 min. A polpa de coco verde, embora com valores abaixo do apresentado pela clara de ovo, apresenta capacidade espumante.

A capacidade espumante é uma das propriedades funcionais das proteínas. Entretanto, é influenciada pelas condições do meio. Neste trabalho, a extração dos lipídeos implicou em diminuição da capacidade de formação de espuma, provavelmente em decorrência de extração de substâncias capazes de reduzir a tensão superficial do filme que engloba o ar, na formação das bolhas.

De acordo com Damodaran (2010), alguns lipídeos em concentrações maiores que 0,5% podem reduzir a capacidade espumante de proteínas. Como tanto espumas quanto emulsões são sistemas que dependem de propriedades de superfície dos componentes que as formam, é possível que alguns fatores afetem ambas.

Mepba, Achinewhu e Ademiluyi (2008), obtiveram resultado diferente comparando a capacidade espumante de um concentrado protéico obtido de coco maduro e comparando com a amostra desengordurada em diferentes condições de pH que variaram entre 2 e 10. Em todos os valores de pH a amostra integral apresentou valores significativamente menores de capacidade espumante. Observaram também que a capacidade espumante diminui com o aumento do pH, o extrato protéico apresentou maior valor de *overrun*, 26,4%, em pH 2 e o menor valor, 16,4%, em pH 10, enquanto que a amostra desengordurada apresentou valores de 42,1% e 28,4%, para pH 2 e 10, respectivamente. Outras observações citadas pelos autores são que a capacidade espumante foi dependente da concentração, na presença de carboidratos como sacarose, amido, goma acácia e pectinas houve aumento da capacidade espumante do extrato protéico, o mesmo ocorrendo na presença de NaCl em concentrações de até 0,8% do sal.

Os resultados obtidos mostram a capacidade espumante das frações protéicas e indicam que a maior influência nesta propriedade funcional foi da fração contendo albuminas e globulinas, tanto pela quantidade de espuma formada, quanto pela estabilidade. Estes dados contribuíram para a seleção desta fração protéica para o estudo realizado com o gelado comestível.

5.2.5. CAPACIDADE EMULSIFICANTE

Para determinação da capacidade emulsificante foi determinado o volume de óleo de soja emulsificado por grama de amostra, conforme descrito no item 4.3.1.5. O resultados obtidos são apresentados na tabela 14.

Tabela 14. Capacidade emulsificante

| Amostra | Volume de óleo gasto / g de amostra (mL/g) |
|----------------------------------|---|
| Polpa liofilizada | 175 ± 3^a |
| Polpa liofilizada desengordurada | $177,9 \pm 0,8^a$ |
| Polpa parc. desproteinada | 165 ± 4^b |
| Gema de ovo | 324 ± 9 |

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ($p<0,05$) pelo Teste de Tukey.

A análise estatística mostrou que não houve diferença significativa entre a capacidade emulsificante da polpa integral e da polpa desengordurada e apresentou diferença significativa entre as duas polpas e a polpa parcialmente desproteinada. Este resultado indica que o óleo presente na polpa de coco verde não influencia a sua capacidade emulsificante, enquanto que a ausência das albuminas e globulinas causou uma redução desta importante propriedade funcional, indicando a influência destas frações protéicas na produção do gelado comestível em estudo, tendo em vista a necessidade de um agente emulsificante para formação deste sistema alimentício.

A reincorporação do óleo ao resíduo da extração com NaCl foi realizada para que permitisse uma avaliação apenas do efeito da extração das frações de albuminas e globulinas, e foi adicionado em quantidades equivalentes às extraídas pelo processo de percolação. Para melhor comparação as massas de amostras utilizadas para cada ensaio continham quantidades equivalentes de proteínas, de acordo com quantificações prévias realizadas utilizando o método de micro de Kjeldahl.

A gema de ovo, utilizada para comparação, por ser tradicionalmente conhecida por sua capacidade emulsificante, apresentou um consumo de óleo maior em relação às demais amostras.

Mepba, Achinewhu e Ademiluyi (2008), determinaram a capacidade emulsificante em concentrado protéico obtido a partir de cocos maduros de uma variedade de coqueiro gigante, comparando o concentrado integral com desengordurado, obtiveram maior capacidade emulsificante para a amostra integral (máximo de 92,5 mL óleo/g amostra) em relação à desengordurada (máximo de 85,4 mL óleo/g amostra), em diferentes condições de pH e concentração, e observaram um decréscimo na capacidade emulsificante com o aumento da concentração de proteínas. As amostras utilizadas apresentaram diferentes teores de proteínas e como eram provenientes de frutos maduros, cuja composição protéica difere, como já citado, da composição protéica de frutos verdes, não são resultados comparáveis com os obtidos neste trabalho.

Kwon e Rhee (1996), avaliaram a capacidade emulsificante de farinha de coco desengordurada e de um concentrado protéico, obtidos a partir de coco maduro, em função da presença de NaCl e fosfato de sódio e da temperatura (40, 60 e 80 °C). A farinha de coco desengordurada apresentou maior capacidade emulsificante do que o concentrado protéico. A capacidade emulsificante não foi influenciada pela temperatura e diminuiu significativamente na presença dos sais, apresentando maior capacidade emulsificante na ausência de sal. Determinaram também que a menor solubilidade em água para ambas amostras ocorreu em pH entre 4 e 5, o que corresponde a região de ponto isoelétrico das proteínas do coco, conforme descrito por Samson et al. (1971). Angelia et al. (2010), determinaram que emulsões de cocosina são mais estáveis na ausência de NaCl, com a estabilidade diminuindo com o aumento da concentração do sal.

A capacidade emulsificante é uma propriedade funcional de proteínas e desempenha importante papel na produção de alimentos emulsionados, como por exemplo, sorvetes e outras sobremesas geladas, bolos, embutidos de carne, maionese, molhos para saladas, entre outros, onde as proteínas atuam através da formação de um filme interfacial, influenciando a formação de creme, a floculação, a coalescência e a estabilidade (DAMODARAN, 2010; KWON e RHEE, 1996).

5.3. PROCESSAMENTO E ANÁLISE DO GELADO COMESTÍVEL

Foram realizados seis testes de formulação utilizando as condições mostradas nas tabelas 4 e 5. Duas formulações utilizando polpa liofilizada integral (testes 10 e 11), duas formulações utilizando polpa liofilizada desengordurada (testes 12 e 13) e duas formulações utilizando o resíduo da extração da polpa desengordurada com NaCl e reincorporação do óleo (testes 14 e 15).

O resíduo da extração com NaCl, ou polpa parcialmente desproteinada, foi selecionado para verificação da influência das proteínas na fabricação do gelado comestível, pois realizando a extração com este solvente, obtém-se albuminas e globulinas. Ensaios preliminares mostraram que a maior fração protéica foi a de albuminas e as globulinas são as proteínas mais importantes presentes no coco maduro e o uso deste solvente permite a extração destas duas frações em uma só etapa. Além disso, as duas frações juntas apresentaram a maior capacidade espumante dentre as frações protéicas.

5.3.1. VISCOSIDADE DA MISTURA

Os resultados obtidos indicaram que a gordura presente na polpa é um componente importante na viscosidade, pois as misturas preparadas com a polpa liofilizada e liofilizada desengordurada apresentaram viscosidades de (464 ± 3) e (564 ± 13) cP, respectivamente. Entretanto, as proteínas extraídas com solução de NaCl apresentaram impacto ainda maior: a viscosidade da mistura resultante da formulação preparada com o resíduo do desengorduramento da polpa seguido de extração das proteínas com NaCl foi superior a 750 cP.

A análise estatística realizada com os valores médios para cada tipo de polpa mostrou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações que utilizaram a polpa integral e a polpa desengordurada, sendo os maiores valores determinados para a polpa liofilizada. Em relação a formulação que utilizou o resíduo da extração com NaCl, o valor da viscosidade

ultrapassou o valor máximo de 750 cP, para as condições de análise (40 rpm, *spindle* LV-2), tendo registrado um torque de 119,8%, sendo que os parâmetros de análise foram ajustados para a formulação com polpa integral. Como não foi possível realizar a análise desta amostra nas mesmas condições, apenas para verificação, foi determinado o valor de viscosidade da formulação 15, utilizando o mesmo *spindle* e a velocidade de 5 rpm, obtendo valor médio de 5758 cP e torque 96%. Ainda que os valores não possam ser comparados por meio de análise estatística, ficou demonstrado o grande aumento na viscosidade quando foi utilizado o resíduo da extração protéica. Portanto, tanto a gordura quanto as proteínas extraídas exercem influência sobre a viscosidade da mistura.

O aumento da viscosidade da mistura com a diminuição do teor de gordura está de acordo com o trabalho apresentado por Cody et al. (2007), que avaliaram o uso de farinha de arroz e três diferentes níveis de gordura. Abd El-Rahman et al. (1997) relataram o aumento da viscosidade com a adição de emulsificantes, porém Muse e Hartel (2004) não observaram efeito na viscosidade após adição de polisorbato 80. Os sorvetes a base de leite tem sido descrito como um fluído não newtoniano, sendo classificado como um pseudoplástico (OLIVEIRA, SOUZA e MONTEIRO, 2008; SOUKOULIS, CHANDRINOS e TZIA, 2008).

5.3.2. OVERRUN

O *overrun*, ou a porcentagem de aumento de volume decorrente da agregação de ar, foi determinado conforme descrito no item 4.3.2.4 e calculado utilizando a equação 1. O valor obtido para a formulação preparada com a polpa liofilizada foi de $(23,7 \pm 0,3)\%$. Por sua vez a formulação preparada com amostra desengordurada apresentou *overrun* de $(18,0 \pm 0,6)\%$ e a preparada com o resíduo da extração em NaCl apresentou valor de $(12,60 \pm 0,03)\%$. A análise estatística dos resultados de overrun mostrou que houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações preparadas com os três diferentes tipos de polpa. Os resultados demonstraram a importância da gordura e das proteínas na capacidade de agregação de ar, com maior impacto causada pela ausência das proteínas.

Os valores relativamente baixos de *overrun* são devidos à utilização da sorveteira portátil. A diminuição do *overrun* como a diminuição do teor de gordura foi observada durante os ensaios preliminares, quando foram comparadas as formulações 8 e 9, sendo que a diferença de *overrun* foi maior para este caso, porém a polpa liofilizada integral utilizada naquela ocasião apresentava maior teor de gordura do que a polpa utilizada para o testes finais. Estes resultados mostraram a influência da gordura na capacidade de aeração da polpa. Ainda durante nos ensaios preliminares, uma formulação foi preparada com polpa que apresentava aspecto de polpa dos primeiros estágios de maturação similar à polpa liofilizada e esta formulação apresentou também um valor similar de *overrun* (23,51%).

Adapa et al. (2000) avaliaram as propriedades reológicas de acordo com o teor de gordura, relataram que sorvetes contendo substituintes a base de carboidratos apresentavam menores valores de *overrun*, devido a presença destas substâncias causar um aumento da viscosidade, limitando a capacidade de agregação de ar durante o batimento, corroborando com os resultados do presente trabalho, em que os valores de *overrun* obtidos foram inversamente proporcionais aos valores de viscosidade.

Sofjan e Hartel (2004) verificaram o efeito do *overrun* sobre as características físicas e estruturais do sorvete, produziram formulações com valores de 80%, 100% e 120% de *overrun* e 10% de gordura e concluíram que com aumento do *overrun* são formadas menores células de ar e cristais de gelo. Estas variações estruturais resultaram em diminuição da dureza e da taxa de derretimento com o aumento do *overrun*.

5.3.3. pH E TEOR DE SÓLIDOS

Na tabela 15 são apresentados os valores médios de teor de sólidos e pH, determinados para cada tipo de polpa.

Não houve diferença significativa do teor de sólidos entre as formulações. A composição de cada formulação foi calculada para apresentar teores de sólidos totais semelhantes, para evitar que diferenças neste parâmetro tivessem influência nas demais análises.

Tabela 15. Teor de sólidos totais e pH de gelado comestível

| Polpa de coco utilizada | Teor de sólidos (%) | pH |
|--------------------------------|----------------------------|---------------------|
| Liofilizada | $27,7 \pm 0,2^a$ | $3,85 \pm 0,03^a$ |
| Liofilizada desengordurada | $27,4 \pm 0,3^a$ | $4,23 \pm 0,01^b$ |
| Polpa parc. desproteinada | $27,3 \pm 0,3^a$ | $3,490 \pm 0,008^c$ |

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ($p<0,05$) pelo Teste de Tukey.

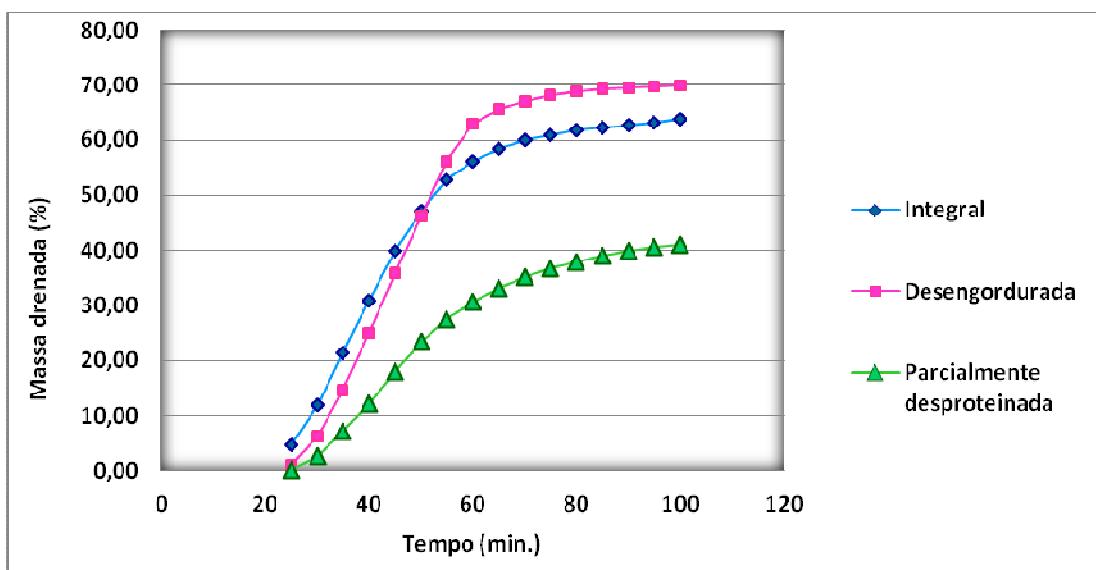
Valores de pH mais baixos eram esperados devido à presença, na formulação, de polpa de umbu, que foi utilizada justamente devido a esta característica para se determinar se em pH baixos, visando o desenvolvimento de um gelado com frutas, o produto teria características semelhantes ao desenvolvido por Pereira, Fabiano e Silva (2004), que utilizaram chocolate que, além de aumentar o teor de sólidos poderia ter contribuído para as características de textura obtidas.

A análise estatística mostrou diferença significativa para os valores de pH entre as três formulações. O maior valor determinado foi observado para o gelado produzido com a polpa desengordurada. A variação nos valores de pH pode ser resultante do caráter das substâncias extraídas com o desengorduramento ou com a extração em NaCl, extração de substâncias com caráter ácido pode ocasionar aumento no valor de pH, por sua vez, a ausência de substâncias com caráter alcalino, pode resultar menores valores de pH. Alterações na concentração podem ter ocorrido como consequência de cada extração, afetando o meio. A gordura do coco, por exemplo, apresenta acidez como mostrado nos ensaios preliminares.

5.3.4. TAXA DE DERRETIMENTO

Foram realizadas análises para determinação da taxa de derretimento dos gelados produzidos com cada tipo de polpa analisada, conforme descrito no item 4.3.2.6. Para cada formulação foram realizadas três determinações e os resultados foram registrados em gráficos as porcentagens de massa drenada *versus* tempo. As curvas médias obtidas para cada tipo de polpa são apresentadas na Figura 12.

Figura 12. Perfil de derretimento



Foi aplicada a regressão linear no intervalo linear de cada curva, obtendo-se modelos equacionais a partir dos quais se obteve a taxa de derretimento de cada gelado comestível formulado: com polpa liofilizada integral (equação 2), com polpa desengordurada (equação 3), e com polpa parcialmente desproteinada (equação 4), apresentados na tabela 16.

Os resultados da análise estatística da taxa de derretimento das formulações para cada tipo de polpa mostrou que não existe diferença significativa entre a formulação preparada com a polpa integral e a preparada com a polpa desengordurada. Resultado similar foi obtido nos ensaios preliminares, confirmando que não houve influência da gordura na fusão do produto. Porém houve diferença significativa entre a formulação preparada com o resíduo da extração

de NaCl e as demais formulações. A ausência das frações de globulinas e albuminas ocasionou uma acentuada diminuição na velocidade de derretimento do produto.

Tabela 16. Resultados de análise de derretimento

| Polpa de coco utilizada | Equação | Velocidade de derretimento | R² |
|--------------------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| Liofilizada | $Y = 1,7470x - 39,486$ (2) | 1,7470 ^a | 0,9981 |
| Liofilizada desengordurada | $Y = 1,8763x - 48,703$ (3) | 1,8763 ^a | 0,9938 |
| Parcialmente desproteinada | $Y = 0,9336x - 24,441$ (4) | 0,9336 ^b | 0,9926 |

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ($p<0,05$) pelo Teste de Tukey

O derretimento de sorvetes pode ser afetado por diversos fatores como overrun, natureza dos cristais e a rede dos glóbulos de gordura. Sorvetes com baixo valor de *overrun* derretem mais rapidamente, cristais de gelo maiores, também podem causar aumentos na velocidade de fusão. A desestabilização dos glóbulos de gordura é o fenômeno quase causa maior efeito neste parâmetro, aglomerados de gordura com tamanhos menores que o diâmetro crítico, provocam significativo aumento na taxa de derretimento. O derretimento do sorvete envolve fenômenos de transporte tanto de calor quanto de massa, inicialmente o calor provoca o derretimento da camada exterior e penetra progressivamente para camadas internas causando o derretimento dos cristais de gelo (KOXHOLT, EISENMANN e HINRICHES (2001); MUSE E HARTEL, 2004; SOUKOULIS, CHANDRINOS e TZIA, 2008; TRGO, 2003).

Na estrutura de um sorvete a concentração de proteínas é um importante fator, influenciando a cristalização, a estabilidade dos cristais de gelo e a mobilidade do soluto (GOFF E HARTEL, 2006), fatores que podem influenciar o derretimento. Em geral, aumento na viscosidade da mistura implica em aumento da resistência ao derretimento, diminuindo desta forma a velocidade de fusão (MARSHALL, GOFF e HARTEL, 2003). Este comportamento foi observado para a formulação sem as frações protéicas, que apresentou um grande aumento da viscosidade em relação à formulação que utilizou polpa integral. A formulação com polpa desengordurada, por sua vez, não seguiu este padrão.

Sorvetes a base de leite com teores reduzidos de gordura, preparados com diferentes tipos de substitutos para gordura de leite, apresentam aumento na velocidade de derretimento (CODY et al., 2006; MUSE e HARTEL, 2004; OHMES, MARSHALL e HEYMAN, 1997; ROLAND, PHILLIPS e BOOR 1999). Choo, Leong e Henna Lu (2010) utilizaram óleo de coco virgem como substituinte de gordura em formulações de sorvete com 12% de gordura, e determinaram que formulações preparadas com 4%, 8% e 12% de óleo de coco virgem apresentaram menor resistência ao derretimento e maior velocidade de fusão. Munhoz et al. (2010), desenvolveram um gelado comestível substituindo os ingredientes lácteos por extrato hidrossolúvel de soja e gordura vegetal e a quantidade de gordura não exerceu influência no tempo de derretimento, resultado similar ao deste trabalho.

5.3.5. TEXTURA

A metodologia para medida de textura está descrito no item 4.3.2.7. Os ensaios foram realizados a temperatura ambiente o que constituiu uma dificuldade, decorrente das variações normais ao longo do dia. Além disso, constantes aberturas do freezer também causaram variações de temperatura que refletiram nas análises. Para minimizar estes efeitos, o *probe* foi resfriado juntamente com as amostras antes de cada determinação e após cada medição aguardou-se um período de 15 minutos até a retirada da próxima amostra para análise. Estes procedimentos contribuíram para melhoria da precisão dos resultados. Devido as dificuldades da análise, o número de réplicas para cada formulação variou, tendo sido realizadas análises de pelo menos 3 réplicas, embora para maioria das formulações foram analisadas 4 réplicas.

Os valores de dureza e adesividade (Tabela 17) foram calculados a partir das áreas registradas pelo programa do equipamento, de acordo com os gráficos (Figura 13) obtidos para cada amostra.

Neste trabalho, observou-se que a gordura influencia de modo significativo esse parâmetro de textura. Já as proteínas, embora tenham apresentado menor influência, também são importantes. A adesividade, por outro lado, não se apresentou significativamente alterada pela remoção da gordura ou das proteínas da polpa de coco. A adesividade é calculada a partir da

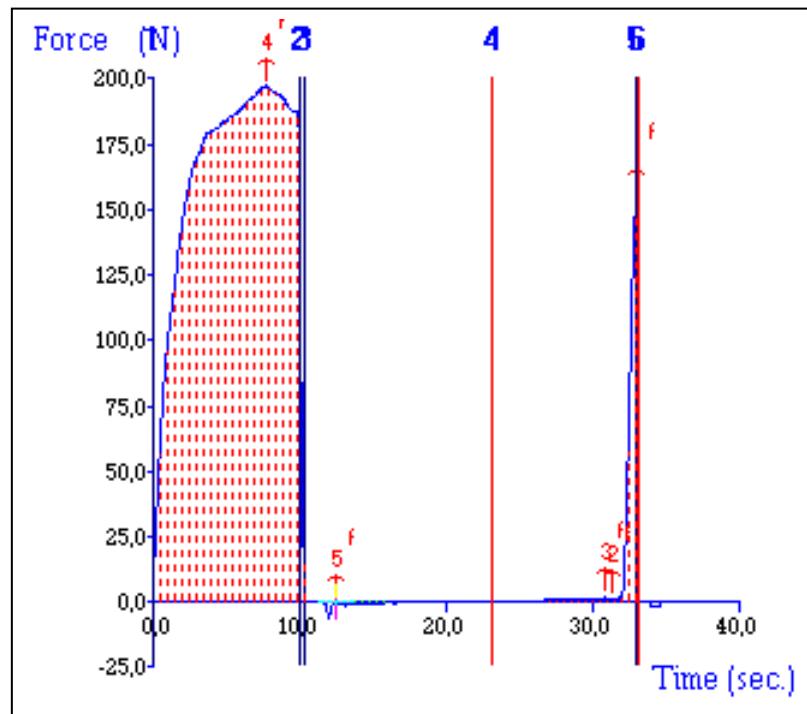
Tabela 17. Resultados de textura

| Polpa de coco utilizada | Dureza (N) | Adesividade (N) |
|------------------------------------|-------------------|------------------------|
| Liofilizada | 103 ± 2^a | -5 ± 2^a |
| Liofilizada desengordurada | 186 ± 7^b | -7 ± 2^a |
| Liofilizada parc. desproteinada | 165 ± 4^c | -5 ± 1^a |

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ($p<0,05$) pelo Teste de Tukey

área negativa da curva quando ocorre o probe retorna da primeira compressão e representa o trabalho necessário para remover o *probe* da amostra, o que significa medir o trabalho necessário para superar forças de atração a superfície do alimento e a superfície do material com que está em contato (KLOTZEK, LEEDER E KLEYN, 1966).

Figura 13. Curva obtida na análise de textura



A dureza é a maior força do pico da primeira compressão do produto, e é a força necessária para causar uma dada deformação (KLOTZEK, LEEDER E KLEYN, 1966). O maior valor de dureza foi observado para polpa desengordurada, o que está de acordo com Cody, et al. (2006), Guinard et al. (1997) e Roland, Phillips e Boor (1999), que demonstraram que a dureza está inversamente relacionada ao teor de gordura.

Aime et al. (2001) analisaram formulações de sorvetes com teores de gordura variando de 0,4% a 10%, não observando diferença significativa de valores de dureza e adesividade com relação ao teor de gordura. Muse e Hartel (2004) avaliaram a ação de três diferentes teores do emulsificante polisorbato 80 e três tipos de edulcorantes (sacarose, dextrose e xarope de milho) e observaram que as propriedades reológicas da mistura tiveram maior efeito sobre os valores de dureza, sendo a dureza do produto diretamente proporcional à viscosidade aparente. Além disto, o *overrun* também afetou esta propriedade, sendo que quanto maior o *overrun*, menor o valor de dureza. Outro fator importante foi o nível de desestabilização dos glóbulos de gordura, sendo diretamente proporcional à dureza. Akalm, Karagözlü e Ünal (2008) determinaram considerável aumento na adesividade utilizando baixo teor de gordura e isolado protéico de soro de leite.

De acordo com Aime et al. (2001) e Soukoulis, Chandrinos e Tzia (2008), existe correlação entre análise instrumental e sensorial de firmeza. Guinard et al. (1997), por sua vez, concluíram que medidas instrumentais como dureza estão relacionadas a características físicas e químicas do sorvete como teores de gordura e açúcar e cristais de gelo. Assim podem ser utilizadas como parâmetros de comparação entre formulações.

6. CONCLUSÕES

A polpa de coco verde liofilizada apresentou em sua composição, óleo em concentração menor do que o relatado em literatura para coco maduro, com predominância de ácidos graxos saturados de cadeia média, estando presentes em maior quantidade os ácidos láurico e mirístico. Os carboidratos foram os componentes em maior concentração, constituídos principalmente por açúcares solúveis (sacarose, glicose e frutose) e em menor teor, fibras alimentares. As principais frações de proteínas foram albuminas e globulinas. A análise do resíduo mineral mostrou predominância de potássio e cálcio.

A extração do óleo ocasionou diminuição da capacidade espumante em relação à polpa integral e não influenciou a capacidade emulsificante. Entre as frações proteicas, a fração de albuminas + globulinas apresentou maior capacidade espumante. A extração da fração de albuminas + globulinas, ocasionou diminuição da capacidade emulsificante em relação à polpa liofilizada.

Em relação às variações no gelado comestível, o principal efeito do desengorduramento da polpa foi o aumento dos valores de pH e de dureza. O gelado produzido com a polpa após extração da fração de albuminas e globulinas apresentou a maior viscosidade e os menores valores de overrun e da taxa de derretimento, indicando a influência das duas classes de compostos na produção do gelado comestível, com maior influência das proteínas.

Existe potencial para aplicação da polpa de coco verde em gelados comestíveis como substituinte de leite, gordura e emulsificante, inclusive em meio ácido, além de potencial de aplicação em outras classes de produtos, como por exemplo, para panificação, apresentando-se como uma alternativa saudável e sustentável.

REFERÊNCIAS

ABD EL-RAHMAN, A. M.; MADKOR, S. A.; IBRAHIM, F.S.; KILARA, A. Physical characteristics of frozen desserts made with cream, anhydrous milk fat, or milk fat fractions. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 80, n. 09, p. 1926-1935, 1997.

ABIC - Associação Brasileira da Indústria de Café. **Tendência de consumo de café – VIII – 2010**. Disponível em: <<http://www.abic.com.br>>. Acesso em: 14 fev. 2012.

ABIS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE SORVETES. **Estatística**. Disponível em: <<http://wwwabis.com.br>>. Acesso em: 14 fev. 2012.

ACKMAN, R. G. Application of gas-liquid chromatography to lipid separation and analysis: qualitative and quantitative analysis. In: PERKINS, E. G. (Ed.). *Analysis of fats, oils and derivatives*. Champaign: AOCS Press, 1993. p. 270-300.

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*, Champaign, v. 83, n. 10, p. 2224-2229, 2000.

AIME, D. B., ARNTFIELD; MALCOLMSON, L. J.; RYLAND, D. Textural analysis of fat reduced vanilla ice cream products. *Food Research International*, Ottawa, v. 34, is. 2-3, p. 237-246, 2001.

AKALM, A. S.; KARAGÖZLÜ, C.; ÜNAL, G. Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. *European Food Research and Technology*, Heidelberg, v. 227, p. 889-895, 2008.

AKPAN, E. J.; ETIM, O. E.; AKPAN, H. D.; USOH, I. F. Fatty acid profile and oil yield in six different varieties of fresh and dry samples of coconuts (*Cocos nucifera*). *Pakistan Journal of Nutrition*, Faisalabad, v. 5, n. 2, p. 106-109, 2006.

ALMEIDA, A. C. O. de; LOIOLA, C. M.; ARAGÃO, W. M.; FREIRE, A. da C. Caracterização carpológica de frutos de cultivares de coqueiro anão amarelo de diferentes locais de Sergipe. EMBRAPA: Aracajú, dez. 2006 (Comunicado Técnico, 60). Disponível em: <<http://www.cpatc.embrapa>>. Acesso em: 23 out.2011.

ANGELIA, M. R. N.; GARCIA, R. N.; CALDO, K. M. P.; PRAK, K.; UTSUMI, S.; TECSON-MENDOZA, E. M. Physicochemical and functional characterization of cocosin, the coconut 11S globulin. *Food Science and Technology Research*, v. 16, n.3, p. 225-232, 2010

ARAGÃO, W. M. A importância do coqueiro anão-verde, jun. 2000. Disponível em: <<http://www.embrapa.br>>. Acesso em: 07 dez. 2011.

ARAGÃO, W. M.; CRUZ, E. M. de O.; TAVARES, M.; RIBEIRO, F. E.; TUPINAMBÁ, E. de A.; PIMENTEL, S. A.; TAKEMOTO, E. Teor de gordura e composição de ácidos graxos em polpa de frutos de coqueiro anão em diferentes idades de maturação. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*. São Paulo, v. 63, n. 2, p. 159-167, 2004.

AROUCHA, E. M. M.; MAGALHÃES, J. A. S de; AROUCHA, M. C. M.; VIANA, A. P.; VIANNI, R. Composição lipídica do albúmen do coco anão verde e anão vermelho em diferentes estádios de maturação. *Caatinga*, Mossoró, v. 18, n. 3, p. 143-147, jul./set., 2005.

ASSA, R. R.; KONAN, K. J. L.; PRADES, A.; NEMLIN, J.; KOFFI, E. Physicochemical characteristics of kernel during fruit maturation of four coconut cultivars (*Cocos nucifera* L.). *African Journal of Biotechnology*, Nairobi , v. 9, n. 14, p. 2136-2144, Apr. 2010.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). *Official methods of analysis*. 18^a ed., Gaithersburg, Maryland, Editor AOAC International, 2005, revisão 2010.

AZEEZ, S. Fatty acid profile of coconut oil in relation nut maturation and season in selected cultivars/hybrids. *British Food Journal*, Bradford, v. 109, n. 4, p. 272-279, 2007.

BALACHANDRAN, C.; ARUMUGHAN, C.; MATHEW, A. G. Distribution of major chemical constituents and fatty acids in different regions of coconut endosperm. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, Champaign, v. 62, n. 11, p. 1583-1586, Nov. 1985.

BALACHANDRAN, C.; ARUMUGHAN, C.; PADMAKUMARI, K. P.; NARAYANAN, C. S.; MATHEW A. G. Determination of soluble sugars in different regions of coconut endosperm by HPLC. *Journal of Plantation Crops*, Kasaragod, v. 15, n. 2, p. 125-130, 1987.

BALACHANDRAN, C.; ARUMUGHAN, C. Solubility and electrophoretic characteristics of protein in different regions of coconut endosperm. *Journal of Food Science and Technology*, Mysore, v. 29, n. 2, p. 91-96, 1992.

BALASUBRAMANIAM, K. Polysaccharides of the kernel of maturing and matured coconuts. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 41, p. 1370-1373, 1976.

BARROSO, T. Fortaleza ganha primeira unidade de beneficiamento de casca de coco verde do Nordeste. Início. Imprensa. Notícias. 30 jun. 2005. Disponível em: <<http://www.embrapa.br>>. Acesso em: 19 mar. 2008.

BeMILLER, J. N.; HUBER, K. C. Carboidratos. In: DAMODARAN S.; PARKIN K. L.; FENNEMA O.R. (Eds.). *Química de Alimentos de Fennema*, 4th ed. Artmed Editora S.A.: Porto Alegre, 2010. 900 p.

BENASSI, A. C. *Caracterizações biométrica, química e sensorial de frutos de coqueiro variedade anã verde*. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal-SP. 2006. 114 f.

BERNFELD, P. Amylases, α and β . *Methods in Enzymology*. New York, v. 1, p. 149-158, 1955.

BOMBARA, N., PILOSOF, A. M. R.; AÑÓN M.C. Mathematical Model for Formation Rate and Collapse of Foams from Enzyme Modified Wheat Flours. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 59, n. 3, p. 626-628, 1994.

BLIGH, E. G.; DYER W J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, Ottawa, v. 37, p. 911-917, 1959.

BORSZCZ, V. *Implantação do Sistema APPCC para sorvetes: Aplicação na Empresa Kimyo*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimento). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. 124 f.

BRASILa. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 482, de 23 de setembro de 1999**. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de óleos e gorduras vegetais. Disponível em: <<http://www.anvisa.gob.br>>. Acesso em: 08 maio 2009.

BRASILb. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999**. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis. Disponível em: <<http://www.anvisa.gob.br>>. Acesso em: 02 dez. 2009.

BRASILc. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 267, de 25 de setembro de 2003**. Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Industrializadores de Gelados Comestíveis. Disponível em: <<http://www.anvisa.gob.br>>. Acesso em: 06 dez. 2009.

BRASILd. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005.** Regulamento técnico para gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 06 dez. 2009.

BRASILE. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 3, de 15 de janeiro de 2007-** Aprova o Regulamento Técnico sobre Aditivos Aromatizantes. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 06 dez. 2009.

BRITO, I. P. *Caracterização e aproveitamento de água de coco seco (*Cocos nucifera L.*) na produção de bebidas.* Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004. 118 f.

CAMBUI, E V. F.; ARAGÃO, W. M.; LEAL, M. de L. da S. Variabilidade Genética entre cultivares de coqueiro anão (*Cocos nucifera L.* - Var. Nana). *Revista Brasileira de Biociências.* Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 165-167, jul. 2007.

CARANDANG, E. V. Health benefits of virgin coconut oil explained. *Philippine Journal of Coconut Studies.* Manila, v. 31, n. 1, June 2006.

CARRAZZONI, E. P. Carboidratos em plantas forrageiras do estado de Pernambuco. *Revista Química & Tecnologia,* UNICAP, Recife, Ano 2, n. 2, p. 26-28, jul./dez. 2003.

CHAMBAL, B.; BERGENSTAHL, B.; DEJMEK, P. Edible proteins from coconut milk press cake; one step alkaline extraction and characterization by electrophoresis and mass spectrometry. *Food Research International.* Ottawa, 2011.

CHAN, E.; ELEVITCH, C. R. *Cocos nucifera* (Coconut), ver. 2.1. In: ELEVITCH, C. R. (Ed.). *Species profiles for Pacific Island agroforestry. Permanent agriculture resources (PAR).* Honolulu. Abr. 2006. Disponível em: <<http://www.tradicionaltree.org>>. Acesso: 19 out. 2011.

CHANDRASENA, J. P. C. CLXIV. The chemistry of the products of cocos nucifera. Part I. *Biochemical Journal,* S.l. v. 24, p. 1493-1495, Sept. 1930.

CHEN, B-K.; DIOSADY, L. L. Enzymatic aqueous processing of coconuts. *International Journal of Applied Science and Engineering,* Taiwan, v.1, n. 1, p. 55-61, Mar. 2003.

CHOO, S. Y.; LEONG, S. K.; HENNA LU, F.S. Physicochemical and sensory properties of ice-cream formulated with virgin coconut oil. *Food Science and Technology International,* New York, v.16, n. 6, p. 531-541, 2010.

CHOW, P. S.; LANDHÄUSSER, S. M. A method for routine measurements of total sugar and starch content in woody plant tissues. *Tree Physiology*, Victoria, v.24, p. 1129-1136, 2004.

CODEX ALIMENTARIUS. Official Standards. Codex Standard for Named Vegetable Oils. CODEX-STAN 210 – 1999. Disponível em: <<http://www.codexalimentarius.net>>. Acesso em: 12 fev. 2012.

CODY, T. L.; OLABI, A.; PETTINGELL, A. G.; TONG, P.S.; WALKER, J. H. Evaluation of rice flour for use in vanilla ice cream. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 90, p. 4575-4585, 2007.

COSTA, F. F. *Efeitos de aditivos na cristalização de sorvetes..* Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2006. 68 f.

COSTALLAT, D.N.; NASCIMENTO, V. D. do; ANDRADE, W. P. de; NOBRE, A. L. da R.; QUINTEIRO, L. M. da C.. Estudo de um método não convencional de extração de óleo de soja e avaliação da sua qualidade. *Revista Universidade Rural, Série Ciências Exatas e da Terra*. Seropédica, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, p. 33-37, 2002.

CRASKE, J. D.; BANNON, C. D. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, Champaign v. 65, n. 7, p. 1190 July 1988. Letter to the Editor.

CUENCA, M. A. G. Aspectos da Comercialização e Mercados do Coco. In: Fontes, H. R.; Ferreira, J. M. S.; Siqueira, A. L. (Org.). *Sistema de produção para a cultura do coqueiro*. Aracaju-SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, v. 01, p.52-56, dez. 2002. Disponível em: <<http://www.cpatc.embrapa.br>>. Acesso em: 07 nov. 2011.

DAMODARAN, S. Aminoácidos, Peptídeos e Proteínas. In: DAMODARAN S.; PARKIN K. L.; FENNEMA O.R. (Eds.). *Química de Alimentos de Fennema*, 4th ed. Artmed Editora S.A.: Porto Alegre, 2010. 900 p.

DAYRIT, F. M.; BUENAFE, O. E. M.; CHAINANI, T. E.; VERA, I. M. S. de. Analysis of monoglycerides, diglycerides, sterols, and free fatty acids in coconut (*Cocos nucifera* L.) oil by ³¹P NMR spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 56, p.5765-5769, 2008.

DebMANDAL, M.; MANDAL, S. Coconut (*Cocos nucifera* L.: Arecaceae): In health promotion and disease prevention. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, v. 4, n.3, p.241-247, Mar. 2011.

DeMASON, D. A.; SEKHAR, K. N. Electrophoretic characterization and immunological localization of coconut (*Cocos nucifera L.*) endosperm storage proteins. *Botanical Gazette*, Chicago, v. 51, n. 2, p.302-313, sep. 1990.

DIECKERT, J. W.; DIECKERT, M. C. Coconut seed globulins: cell biology, homology, and regulation of endosperm phenotype. *SAAS Bulletin of Biochemistry and Biotechnology*, Cookeville, Tenn., v. 3, p.42-47, 1990.

DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. Colorimetric Method for determination of sugars and related substances. *Analitycal Chemistry*, Washington, v. 28, p.350-356, 1956.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). FONTES, H. R.; RIBEIRO, F. E.; FERNANDES, M. F. (Ed.). *Coco, produção, aspectos técnicos*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 106 p. (Frutas do Brasil, 27).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). FONTES, H. R.; FERREIRA, J. M. S. (Ed.). *A cultura do coco*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 102 p. (Coleção Plantar, 48).

FAOSTAT. Production. Crops. Coconut. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 10 fev. 2012.

FREIRE, A. da C.; ARAGÃO, W. M.; LOIOLA, C. M.; RABELO, T. K. Seleção do coqueiro anão verde para produção de polpa. EMBRAPA: Aracajú, jul 2007. (Comunicado Técnico , 62). Disponível em: <<http://www.cpatc.embrapa.br>> . Acesso em: 27 out. 2011.

FRIEDEMANN, W. G. The nitrogen distribution of proteins extracted by 0.2 percent sodium hydroxide solution from cottonseed meal, the soy bean, and the coconut. *The Journal of Biological Chemistry*, S.I. v. 51, p. 17-20, 1922.

GALLARDO, M. C.; SERRANO, S.; JODRAL, M. El coco y sus aplicaciones. *Alimentaria*, Madri, n. 313 , p. 45-49, jun. 2000.

GARCIA, R. N.; AROCENA, R. V.; LAURENA, A. C.; TECSON-MENDOZA, E. M. 11S and 7S globulins of coconut (*Cocos nucifera L.*): purification and characterization. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 53, n.5, p. 1734-1739, 2005.

GARCIA, R. S.; MARSHALL, T.; HEYMANN, H. Lowfat ice creams from freeze-concentrated versus heat-concentrated nonfat milk solids. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 78, n. 11, p. 2345-2351, 1995.

GOFF, H. D. Colloidal Aspects of ice cream – A review. *International Dairy Journal*, New York, v. 7, p. 363-373, 1997.

GOFF, H. D.; VERESPEJ, E.; SMITH, A. K. A study of fat and air structures in ice cream. *International Dairy Journal*, New York, v. 9, p. 817-829, 1999.

GOFF, H. D. Controlling ice-cream structure by examining fat-protein interactions. *Australian Journal of Dairy Technology*, Melbourne, v. 55, n. 2, p.78-81, June 2000.

GOFF, H. D. Formation and stabilization of structure in ice-cream and related products. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*, Amsterdam, v. 7, p. 432-437, 2002.

GOFF, H. D.; HARTEL, R. W. Ice Cream and Frozen Desserts. In: HUI, Y. H. (Ed.). *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering*, v.4. Taylor & Francis: Boca Raton, Fl. 2006.

GOFF, H. D. 65 years os ice cream science. *International Dairy Journal*, S.l., v. 18, p. 754-758, 2008.

GOFF, H. D. Ice Cream History and Folklore. Dairy Science and Technology Education. Ice cream. University of Guelph. Canada. Disponível em: <<http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/>>. Acesso em: 10 fev. 2012.

GUINARD, J. X.; ZOUMAS-MORSE, C.; MORI, L.; UATONI, B. PANYANM D.; KILARA, A. Sugar and fats effects on sensory properties of ice cream. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 62, n. 5, p. 1087-1094, 1997.

HARRIES, H. C. The evolution, dissemination and classification of *Cocos nucifera* L. *The Botanical Review*, New York, v. 44, n. 3, p. 265-318, July-Sept. 1978.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz - Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos*, 4 ed., Brasília, DF: ANVISA, 2005. 1018 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) – Produção Agrícola Municipal . Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 fev. 2012.

JOHNS, C. O; FINKS, A. J.; GERSDORFF, C. E. F. Globulin of the cocoanut, *Cocos nucifera*. 1. Preparation of cocoanut globulin. Distribution of the basic nitrogen in cocoanut globulin. *The Journal of Biological Chemistry*, Bethesda, v. 37, n. 1, p. 149-153, jan. 1919.

JOHNS, C. O; FINKS, A. J.; PAUL, M. S. Studies in nutrition. 1. The nutritive value of coconut globulin and coconut press cake. *The Journal of Biological Chemistry*, Bethesda, v. 37, n. 4, p. 497-502, apr. 1919.

JOHNS, C. O.; JONES, D. B. Some amino-acids from the globulin of the coconut as determined by the alcohol extraction method of dakin. *The Journal of Biological Chemistry*, Bethesda, v. 44, n. 2, p. 283-290, nov. 1920.

JONES, D. B.; JOHNS, C. O. Hydrolysis of the globulin of the coconut, *Cocos nucifera*. *The Journal of Biological Chemistry*, Bethesda, v. 44 n. 2, p. 291-301, nov. 1920.

KHUWIJITJARU, p.; WATSANIT, K.; ADACHI, S. Carbohydrate content and composition of product from subcritical water treatment of coconut meal. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, v. 18, p. 225-229, 2012.

KINDERMANN, M.; WEIS, K.; LIPPERT, C.; MÜLLER, J. Economic analysis of different processing methods for small-scale coconut oil production in the Philippines. Conference on International Agricultural Research for Development; 2007; Tropentag. University of Kassel-Witzenhausen and University of Göttingen. Disponível em: <<http://www.tropentag.de/2007/abstracts>>. Acesso em: 19 fev. 2012.

KLOTZEK, L.M.; LEEDER, J.G.; KLEYN, D. H. Objective evaluation of body in ice cream. *Journal of Dairy Science*. v. 49, n. 10, p. 1285-1288, 1966

KOXHOLT, M. M. R.; EISENMANN, B.; HINRICHES, J. Effect of the fat globule sizes on the meltdown of ice cream. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 84, n.1, p. 31-37, 2001.

KWON, K.; PARK, K. H.; RHEE, K. C. Fractionation and characterization of proteins from coconut (*Cocos nucifera L.*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 44, n. 7, p. 1741-1745, 1996.

KWON, K. S.; RHEE, K. C. Emulsifying capacity of coconut proteins as a function of salt, phosphate, and temperature. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, Champaign, v. 73, n .12, p. 1669-1673, 1996.

LAURELES, L. R.; RODRIGUEZ, F. M.; REAÑO, C. E.; SANTOS, G. A.; LAURENA, A. C.; MENDOZA, E. M. T. Variability in fatty acid and triacylglycerol composition of the oil of coconut (*Cocos nucifera L.*) hybrids and their parental. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 50, n.6, p. 1581-1586, 2002.

LIM, S.-Y.; SWANSON, B. G.; ROOS, C. F.; CLARK, S. High hydrostatic pressure modification of whey protein concentrate for improved body and texture of lowfat ice cream. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 91, n. 04, p. 1308-1316, Apr., 2008.

LÓPES-VILLALOBOS, A; DODDS, P. F; HORNUNG, R. Changes in fatty acid composition during developing of tissues of coconut (*Cocos nucifera L.*) embryos in the intact nut and in vitro. *Journal of Experimental Botany*, Lancaster, v. 52, n. 358, p. 933-941, May 2001.

LORENZ, J. G. *Comparação dos métodos de emulsificação e spray drying na microencapsulação de lactobacillus acidophilus (LA-5) e aplicação em sorvete*. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC. 2009. 79 f.

LUND, E. D.; SMOOT, J. M; HALL, T. N. Dietary fiber content of eleven tropical fruits and vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 31 n. 5, p. 1013-1016, 1983.

MARINA, A. M.; CHE MAN, Y.B.; NAZIMAH, S. A; AMIN, I. Chemical properties of virgin coconut oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, Champaign, v. 86, n. 4 p. 301-307, Apr. 2009.

MARSHALL, R. T., GOFF, H. D., HARTEL, R. W. *Ice cream* (6th ed.). New York, NY, USA: Kluwer Academic Publishers. 2003. 371 p.

MARTINS, C. R.; JESUS JÚNIOR, L. A. de. Evolução da produção de coco no Brasil e o Comércio Internacional- Panorama 2010. Aracajú: EMBRAPA- Tabuleiros Costeiros, jun. 2011, 32p. (Documentos, 164). Disponível em: <<http://www.cpatc.embrapa.br>>. Acesso em: 20 jan. 2012.

MEPBA, H. D.; ACHINEWHU, S.C.; ADEMILUYI, T. Solubility, emulsion and foaming properties of coconut (*Cocos nucifera*) protein concentrates. *African Journal of Food Agriculture and Development (AJFAND On line)*, Nairobi, v. 8, n. 2, p. 170-191, June 2008. Disponível em: <<http://www.ajfand.net>>. Acesso em: 27 set. 2011.

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*. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba - PR. 2002. 172 f.

MILLER, D. D. Minerais. In: DAMODARAN S.; PARKIN K. L.; FENNEMA O.R. (Eds.). *Química de Alimentos de Fennema*, 4th ed. Artmed Editora S.A.: Porto Alegre, 2010. 900 p.

MONRO, J. A.; HARDIN, W. R.; RUSSEL, C. E. Dietary Fibre of coconuts from Pacific Atoll: soluble and insoluble components in relation to maturity. *Journal of Food Science and Agriculture*, v. 36 , p. 1013-1018, 1985.

MOSQUIM, M. C. A. *Fabricando sorvetes com Qualidade*. São Paulo: Fonte Comunicações e Editora, 1999. 120 p.

MUNHOZ, C. L.; SILVA, T. V.; TELEGINSK, F.; POPOSKI, M.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J. Elaboração de sorvete de soja e de uma cobertura crocante a partir de okara. *Ambiência*, Guarapuava-Pr, v. 6, n. 3, p. 493-500, set./dez. 2010.

MUSE, M. R.; HARTEL, R. W. Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 87, n. 1, p. 1-10, 2004.

NARESH KUMAR, S.; BALAKRISHNA, A. Seasonal variations in fatty acid composition of oil in developing coconut. *Journal of Food Quality*. Westport, v. 32, n.2 p. 158-176, Apr. 2009.

NARESH KUMAR, S. Variability in Coconut (*Cocos nucifera L.*) germplasm and hybrids for fatty acid profile for oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 59, p.13050-13058, 2011.

NEVES, I. P. CULTIVO DO CÔCO. Rede de Tecnologia da Bahia – RETEC/BA, abr. 2007, (Dossiê Técnico). Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br>>. Acesso em: 05 mar. 2009.

OBIDOA, O.; JOSHUA, P. E.; EZE, N. J. Phytochemical analysis of *Cocos nucifera L.* *Journal of Pharmacy Research*, Bangalore, v. 3, n. 2, p. 280-286, Feb. 2010.

O'BRIEN, R. D. *Fats and Oils – Formulation and Processing for Applications*. Boca Raton, Florida: CRC Press. 2004. 592 p.

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*, Champaign, v. 81, n. 5, p. 1222-1228, 1998.

OLIVEIRA, H. de J. S.; ABREU, C. M. P. de; SANOTS, C. D. dos; CARDOSO, M. das G.; TEIXEIRA, J. E. C.; GUIMARÃES, N. C. C. Carbohydrate measurements on four brands of coconut water. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 27, n.5 , p- 1063-1067, set./out. 2003.

OLIVEIRA, K. H.; SOUZA, J. A. R.; MONTEIRO, A. R.. Caracterização reológica de sorvetes. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 28, n. 3, p. 592-598, jul./set/2008.

PENHA, E. M. Características do coco verde para industrialização da água e da polpa gelatinosa. In: XVI Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos; 1998; Rio de Janeiro. Campinas: SBCTA, 1998.

PERERA, L.; RUSSELL, J.R.; PROVAN, J.; POWELL, W. Use of microsatellite DNA markers to investigate the level of genetic diversity and population genetic structure of coconut (*Cocos nucifera* L.). *Genome*. Montreal, v. 43, p. 15–21, Feb. 2000.

PEREIRA, A. C. I.; FABIANO, L.; SILVA, R. A. F. da. *Desenvolvimento de gelado comestível sem adição de leite*. São Caetano do Sul, SP: EEM, 2004. 55 p.

PIRES, M. de M; COSTA, R. S; JOSÉ, A. R. S; BADARÓ, M. M; MIDLEJ, C; ALVES, J. M. A cultura do Coco: Uma análise econômica. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal-SP, v. 26, n.1, p. 173-176, abr. 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 24 jan. 2012. Comunicação Científica.

PRINDIVILLE, E. A.; MARSHALL, R. T.; HEYMANN, H. Effect of milk fat, cocoa butter, and whey protein fat replacers on the sensory properties of lowfat and nonfat chocolate ice cream. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 83, n. 10, p. 2216-2223, 2000.

PUERTOLLANO, C. L.; BANZON, J.; STEINKRAUS, K. H. Separation of the oil and protein fractions in coconut (*Cocos nucifera* Linn.) by fermentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 18, n. 4, p. 579-584, 1970.

RAO, C.V.N.; CHOUDHURY, D.; BAGHI, P. A water-soluble galactomannan from coconut (*Cocos Nucifera*). Part I. Methylation studies. *Canadian Journal of Chemistry*, v. 39, p. 375-381, 1961.

RAGHAVENDRA, S. N.; SWAMY, S. R.; RASTOGI, N. K.; RAGHAVARAO, K. S. M. S.; KUMAR, S.; THARANATHAN, R. N. Grinding characteristics and hydration properties of coconut residue: a source of dietary fiber. *Journal of Food Engineering*, S.l., v. 72 , p. 281-286, 2006.

RASYID, F.; MANULLANG, M.; HANSEN, P. M.T. Isolation and characterization of coconut protein. *Food Hydrocolloids*, Oxford, v. 6, n. 3, p. 301-314, 1992.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. *Química de Alimentos*. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda: Instituto Mauá de Tecnologia. 2004. 184 p.

ROLAND, A. M.; PHILLIPS, L. G.; BOOR, K. J. Effects of fat content on the sensory properties, melting, color and hardness of ice cream. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 82, n. 1, p. 2094-2100, 1999.

ROSARIO, R. R. del; ALDABA, R.; TEODORO, E. Biochemical changes in the developing fruit *Cocos nucifera* (study conducted in the Philippines). *NRCP-Natl.Res Council Philipp.* 34, 107-130, jun. 1979. Resumo

SAITTAGAROON, S.; KAWAKISHI, S.; NAMIKI, M. Characteristion of polysaccharies of copra meal. *Journal of the science of food and agriculture*. London : v. 34, p. 855-860, 1983.

SAMONTE, J. L. *Galactomannan metabolism in the endosperm of developing normal and mutant (makapuno) and germinating normal coconuts*. Mar.1988. 104 f. Resumo

SAMSON, A. S.; KHAUND, R. N.; CATER, C.M.; MATTIL, K. F. Extractability of coconut proteins. *Journal of Food Science*. Chicago, v. 36, p. 725-728, 1971.

SANT'ANNA, B. P. M.; FREITAS, S. P.; COELHO, M. A. Z. Enzymatic aqueous technology for simultaneous coconut protein and oil extraction. *Grasas y Aceites*. Sevilla, v. 54, f. 1, p. 77-80, 2003.

SANTOSO, U; KUBO, K.; OTA, T.; TADOKORO, T. MAEKAWA, A. Nutrient composition of kopyor coconuts (*Cocos nucifera* L.). *Food Chemistry*, London, v. 57, n. 2, p. 299-304, 1996.

SENEVIRATNE, K. N; HAPUARACHCHL, C. D.; EKANAYAKE, S. Comparison of the phenolic-dependent antioxidant properties of coconut oil extracted under cold and hot conditions. *Food Chemistry*, London, v. 114, p. 1444–1449, June 2009.

SENHORAS, E.M. Oportunidades da Cadeia Agroindustrial do Coco Verde – Do coco nada se perde, tudo se desfruta. *Revista Urutágua*, UEM, Maringá-PR, n. 05, 2005. Disponível em: <<http://www.urutagua.uem.br>>. Acesso em: 18 jan. 2012.

SHIMIZU, K. M. *Influência da idade na variação dos constituintes do frutos de coqueiro anão-verde (*Cocos nucifera* L.) da região da baixada de Sepetiba/RJ*. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Instituto de Agronomia, UFRRJ, Seropédica, RJ, 2006. 69 f.

SIQUEIRA, L. A.; ARAGÃO, W. M.; TUPINAMBÁ, E. A. *A introdução do coqueiro no Brasil, importância histórica e agronômica*. Aracajú: EMBRAPA- Tabuleiros Costeiros, 2002, 24p. (Documentos, 47) Disponível em: <<http://www.cpatc.embrapa.br>>. Acesso em: 23 set. 2011.

SJÖRGREN, B.; SPYCHALSKI , R. The molecular weight of cocosin. *Journal of the American Chemical Society*, Washington DC, v. 52, n. 11, p. 4400-4404, nov. 1930.

SOFJAN, R. P.; HARTEL, R. W. Effects os overrun on strucutural and physical characteristics of ice cream. *International Dairy Journal*, New York, v. 14, p. 255-262, 2004.

SOUKOULIS, C.; CHANDRINOS, I.; TZIA,C. Study of the functionality of selected hydrocolloids and their blends with κ -carragean on storage quality of vanilla ice cream. *LTW-Food Science and Technology*. Washington DC, v. 41, p. 1816-1827, 2008

SOUZA, F. W; MOREIRA, S. A.; OLIVEIRA, A. G.; CAVALCANTE, R. M.; NASCIMENTO, R. F; ROSA, M. F. Uso da casca de coco verde como adsorbente na remoção de metais tóxicos. *Química nova*, São Paulo, v. 30, n.5, set.-out. 2007.

SOUZA, D.A. de; OLIVEIRA, E. de; NOGUEIRA, M. da C.; ESPÓSITO, B. P. Development of a heavy metal sorption system through the P=S functionalization of coconut (*Cocos nucifera*) fibers. *Bioresource Technology*, v. 101, p. 138-143, 2010.

SOUZA, N. A. de; JASMIM, J. Crescimento de singônio com diferentes tutores e substratos à base de mesocarpo do coco. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 22, n.1, p. 39-44, jan.-mar. 2004.

STANLEY, D. W.; GOFF, H. D.; SMITH, A. K. Texture-structure relationships in foamed dairy emulsions. *Food Research International*, Ottawa, v. 29, n. 1, p. 1-13, 1996.

SUMUAL, M. F., V. *Fractionation and characterization of proteins from coconut Milk*. Thesis (degree of Master Science). McGill University, Montreal, 1994. 143 f.

TRGO, C. Factors affecting texture of ice cream. In: McKENNA, B. M. (Ed.). *Texture in food*. New York: CRC Press, 2003. 425 p.

TRINIDAD P. T.; MALLILLIN, A. C.; VALDEZ, D. H.; LOYOLA A. S.; ASKALI-MERCADO, F. C.; CASTILLO, J. C.; ENCABO, R. R.; MASA, D. B.; MAGLAYA, A.S. ; CHUA, M. T. Dietary fiber from coconut flour: A functional food. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. S.l., v. 7, p. 309–317, 2006.

VELASCO, J. R.; MEIMBAN, C. J. Studies on coconut sepal III. Mannan in the developing nut. Manila, v. 14, n. 1, 1980. Disponível em: <<http://www.pcrdf.org>>. Acesso em: 19 dez. 2011.

Anexo I – Portaria Nº 379, de 26 de abril de 1999

Portaria n º 379, de 26 de abril de 1999 (DOU de 29/04/1999)

O Secretário de Vigilância Sanitária, do Ministério da Saúde, no uso de suas atribuições legais e considerando a necessidade de constante aperfeiçoamento das ações de controle sanitário na área de alimentos visando a proteção à saúde da população e da necessidade de fixar a identidade e as características mínimas de qualidade a que devem obedecer o Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis, resolve:

Art.1º Aprovar o Regulamento Técnico referente a Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis, constante do anexo desta Portaria.

Art.2º As empresas têm o prazo de 180 (cento e oitenta) dias, a contar da data da publicação deste Regulamento, para se adequarem ao mesmo.

Art.3º O descumprimento desta Portaria constitui infração sanitária sujeitando os infratores às penalidades da Lei nº 6.437, de 20 de agosto de 1977 e demais disposições aplicáveis

Art. 4º Esta Portaria entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário, em especial, o item referente a Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis da Resolução Normativa nº 4/78 - Câmara Técnica de Alimentos do Conselho Nacional da Saúde e o item referente a mistura ou pó para sorvete, letra d, da Resolução no 12/78 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos.

GONZALO VECINA NETO

ANEXO

Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e

Bases para Gelados Comestíveis

1. ALCANCE

1.1. Objetivo: Fixar a identidade e as características mínimas de qualidade a que devem obedecer os Gelados Comestíveis, pré-embalados ou não e os Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis.

1.2. Âmbito de Aplicação: Aplica-se aos Gelados Comestíveis, Preparados, Pós para o Preparo e Bases para Gelados Comestíveis ,conforme definido no item 2.1.

2. DESCRIÇÃO

2.1. Definições

2.1.1. Gelados Comestíveis: são produtos alimentícios obtidos a partir de uma emulsão de gorduras 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, classificados conforme o item 2.2..

2.1.2. Preparados para Gelados Comestíveis: são os produtos líquidos que contém todos os ingredientes necessários em quantidades tais que, quando submetidos ao congelamento, o alimento resultante obedeça a uma das classificações previstas no item 2.2..

2.1.3. Pós para o Preparo de Gelados Comestíveis: são os produtos constituídos por uma mistura de pós de vários ingredientes e aditivos, destinados ao preparo de gelados comestíveis pela adição de água e ou leite, que resultem em um produto que atenda a uma das classificações previstas no item 2.2..

2.1.4. Bases para Gelados Comestíveis: são os produtos constituídos de estabilizantes e ou emulsionantes e espessantes, podendo conter outros aditivos e ingredientes necessários à obtenção de um produto que atenda a uma das classificações previstas no item 2.2., mediante a adição de água e/ou leite e outros ingredientes necessários à obtenção do produto final.

2.2. Classificação

2.2.1. Quanto a composição básica, conforme prevista no Anexo I:

2.2.1.1. Sorvetes de creme: são os produtos elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos e ou gorduras comestíveis, conforme previsto no Anexo I, podendo ser adicionado de outros ingredientes alimentares.

2.2.1.2. Sorvetes de leite: são os produtos elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos conforme previsto no Anexo I, podendo ser adicionado de outros ingredientes alimentares.

2.2.1.3. Sorvetes: são os produtos elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos e ou outras matérias primas alimentares e nos quais os teores de gordura e ou proteína são total ou parcialmente de origem não láccea, conforme previsto no Anexo I, podendo ser adicionado de outros ingredientes alimentares.

2.2.1.4. Sherbets: são os produtos elaborados basicamente com leite e ou derivados lácteos e ou outras matérias primas alimentares e que contém apenas uma pequena proporção de gorduras e proteínas as quais podem ser total ou parcialmente de origem não láccea, conforme previsto no Anexo I, podendo ser adicionados de outros ingredientes alimentares.

2.2.1.5. Gelados de frutas ou Sorbets: são produtos elaborados basicamente com polpas, sucos ou pedaços de frutas e açúcares conforme previsto no anexo I, podendo ser adicionado de outros ingredientes alimentares.

2.2.1.6. Gelados: são os produtos elaborados basicamente com açúcares, podendo ou não conter polpas, sucos, pedaços de frutas e outros matérias primas, conforme previsto no anexo I, podendo ser adicionado de outros ingredientes alimentares.

2.2.2. Quanto ao processo de fabricação e apresentação:

2.2.2.1. Sorvetes de massa ou cremosos: são misturas homogêneas ou não de ingredientes alimentares, batidas e resfriadas até o congelamento, resultando em massa aerada.

2.2.2.2. Picolés: são porções individuais de gelados comestíveis de várias composições , geralmente suportadas por uma haste, obtidas por resfriamento até congelamento da mistura homogênea ou não, de ingredientes alimentares, com ou sem batimento.

2.2.2.3. Produtos especiais gelados: são os gelados mistos constituídos por qualquer das modalidades de gelados comestíveis relacionados neste Regulamento, em combinação com alimentos não gelados, representados por porções situadas interna e ou externamente ao conjunto, tais como: Sanduíche de sorvete, bolo de sorvete, torta gelada.

2.3. Designação: são designados de acordo com a sua classificação, composição, substância que o caracteriza, tipo, nome tradicional consagrado pelo uso e ou sua forma de apresentação.

2.3.1. Os produtos definidos nos itens 2.1.2. , 2.1.3. e 2.1.4. serão designados respectivamente como : preparados para gelados comestíveis, pós para o preparo de gelados comestíveis, bases para gelados comestíveis , seguido da classificação, composição, substância que o caracteriza , tipo, nome tradicional consagrado pelo uso e ou sua forma de apresentação.

3. REFERÊNCIAS

- 3.1. ARGENTINA. Helados y Polvos Para Preparlos. Código Alimentario Argentino Actualizado, Capítulo XII, pág 352, 1997
- 3.2. BRASIL. Resolução Normativa nº 4 de 1978. Padrão de Identidade e Qualidade para Gelados Comestíveis. Diário Oficial da União, Brasília, 20 de setembro, Seção I, parte I.
- 3.3. CODEX ALIMENTARIUS. Codex Satn 137-1981. Edible Ices and Ice Mixes. Abridged - Miscellaneous Standards, division 16, pág 16.4, 1989.
- 3.4. INSTITUTO DEL GELATO ITALIANO. Codice di Autodisciplina per i Prodotti della Gelateriale. Roma, 1994
- 3.5. URUGUAI. Decreto 315/994 de 14 de julio de 1994. Capítulo 18 - Helados. Diario Oficial, Montevideo, 14 de julio de 1994, pág 323.

4. COMPOSIÇÃO E REQUISITOS

4.1. Composição

4.1.1. Ingredientes Obrigatórios

4.1.1.1. Sorvetes de creme: leite e ou derivados lácteos e ou outras gorduras comestíveis, conforme previsto no Anexo I.

4.1.1.2. Sorvetes de leite: leite e ou derivados lácteos, conforme previsto no Anexo I.

4.1.1.3. Sorvetes: leite e ou derivados lácteos e ou outras matérias primas alimentares nos quais os teores de gordura e ou proteína são total ou parcialmente de origem não láctea, conforme previsto no Anexo I.

4.1.1.4. Sherbets: leite e ou derivados lácteos e ou outras matérias primas alimentares, conforme previsto no Anexo I.

4.1.1.5. Gelados de frutas ou Sorbets: polpas e ou sucos e ou pedaços de frutas e açúcares, conforme previsto no Anexo I.

4.1.1.6. Gelados: açúcares e ou polpas e ou sucos e ou pedaços de frutas, conforme previsto no Anexo I.

4.1.2. Ingredientes Opcionais

Leite, seus constituintes e ou derivados lácteos (gorduras, proteínas) frescos, concentrados, em pó, fermentados, reconstituídos ou "recombinados"; outras gorduras e óleos comestíveis; outras proteínas comestíveis; água potável; açúcares; frutas e produtos de frutas; cacau em pó e produtos de cacau; ovos e seus derivados e outras substâncias alimentícias que não descaracterizem o produto.

4.2. Requisitos

4.2.1. Características sensoriais

4.2.1.1. Aspecto: característico do gelado comestível

4.2.1.2. Cor: característica do gelado comestível

4.2.1.3. Sabor: característico do gelado comestível

4.2.1.4. Odor: característico do gelado comestível

4.2.1.5. Textura: característica do gelado comestível

4.2.2. Características Físico- Químicas e Químicas

Devem obedecer os parâmetros definidos no Anexo 1

4.2.3. Condições de Conservação

Os Gelados Comestíveis devem ser mantidos a uma temperatura máxima de -18°C (no produto). Quando da exposição de venda é tolerada a temperatura máxima de -12°C (no produto). Nos equipamentos para venda ambulante, sem unidade de refrigeração própria, é tolerada temperatura máxima de -5°C (no produto).

4.2.4. Requisitos de Composição

4.2.4.1. Os Gelados Comestíveis adicionados de ovos e seus derivados, quando for apregoada esta condição, devem obedecer ao disposto nas colunas 1.2, 2.2, e 3.2 do Anexo I.

4.2.4.2. As especificações relativas à composição dos "Produtos Especiais Gelados" aplicam-se exclusivamente à parte constituída pelos gelados comestíveis, sendo que a parte constituída pelos alimentos não gelados deve atender legislação específica.

4.3. Acondicionamento

O produto deve ser acondicionado em embalagens adequadas às condições de transporte e armazenamento e que confirmam ao produto a proteção necessária.

5. Aditivos e Coadjuvantes de Tecnologia/elaboração

5.1. É permitida a utilização de aditivos intencionais e coadjuvantes de tecnologia conforme legislação específica.

5.2. Nos produtos que contenham cacau ou seus derivados e sejam denominados "de chocolate", conforme Anexo I deste Regulamento, é proibida a utilização de aromas de cacau e chocolate.

5.3. Nos produtos contendo ovo na sua designação não é tolerada a presença de corantes amarelos.

6. Contaminantes

Devem estar em consonância com os níveis toleráveis na matéria-prima empregada, estabelecidos pela legislação específica.

7. Higiene

7.1. Considerações Gerais

Os Gelados Comestíveis e os Preparados para Gelados Comestíveis elaborados com produtos de laticínios ou ovos devem passar, obrigatoriamente, por tratamento térmico nas seguintes condições mínimas:

- Processo contínuo: 80°C por 25 segundos; ou
- Processo "batch": 70°C por 30 minutos; ou
- Condições equivalentes (de tempo/temperatura) em poder de destruição de microrganismos patogênicos.

A obrigatoriedade do tratamento térmico não se aplica aos outros ingredientes e aditivos utilizados no preparo de gelados comestíveis, desde que o produto final atenda aos padrões microbiológicos previstos na legislação específica.

7.2. Critérios macroscópicos: Devem obedecer à legislação específica.

7.3. Critérios microscópicos: Devem obedecer à legislação específica.

7.4. Critérios microbiológicos: Devem obedecer à legislação específica.

8. Pesos e Medidas

Devem obedecer à legislação específica.

9. Rotulagem

Devem obedecer à legislação específica.

10. MÉTODOS DE ANÁLISE/AMOSTRAGEM

A avaliação da identidade e qualidade deverá ser realizada de acordo com os planos de amostragem e métodos de análise adotados e/ou recomendados pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC), pela Organização Internacional de Normalização (ISO), pelo Instituto Adolfo Lutz, pelo Food Chemicals Codex, pela American Public Health Association (APHA), pelo Bacteriological Analytical Manual (BAM) e pela Comissão do Codex Alimentarius e seus comitês específicos, até que venham a ser aprovados planos de amostragem e métodos de análises pelo Ministério da Saúde.

ANEXO 1

COMPOSIÇÃO (VALORES MÍNIMOS EM PERCENTAGEM, g/100g, DE PRODUTO FINAL)

- (a) Porcentagem sobre o peso do produto, excluída a fruta.
- (b) Densidade aparente é a medida do ar incorporado ao sorvete (overun) mediante batimento e é expressa em gramas/litro.
- (c) Os Gelados Comestíveis aqui caracterizados serão denominados "de chocolate"
- (d) Para efeito desses padrões, a expressão "NATA" equivale a "CREME", limitando o seu uso para os produtos que preenchem as composições indicadas na coluna 1.
- (e) Os gelados comestíveis cuja denominação signifique ou dê a entender que contém frutas ou produtos de frutas, deverão ter no mínimo 3% de fruta fresca, polpa, suco ou seu equivalente. Quando o gelado comestível contiver mistura de frutas ou produtos de frutas e o rótulo não mencionar individualmente, o teor mínimo total deverá ser de 3%. Exceção: os gelados comestíveis de laranja e de tangerina deverão ter no mínimo 6% de fruta fresca, polpa, suco ou equivalente.

Os gelados comestíveis cuja denominação signifique ou dê a entender que contém sementes de oleaginosas (avelã, castanha do Pará, nozes e outras) deverão conter, no mínimo, 2% das mesmas.

Anexo II – Laudo da Central Analítica- IQUSP de Análise de Minerais



São Paulo, 02 de Fevereiro de 2012.

Resultados das determinações dos elementos por ICP-AES

Amostra: Resíduo de polpa de coco verde

| Elemento | Resultado 1 (%) | Resultado 2 (%) |
|----------|-----------------|-----------------|
| Ca | 1,56 | 1,56 |
| K | 39,16 | 37,57 |
| Mg | 5,14 | 5,15 |
| Na | 1,72 | 1,72 |
| P | 0,36 | 0,36 |

| Elemento | Resultado 1 (ppm) | Resultado 2 (ppm) |
|----------|-------------------|-------------------|
| Fe | 133,93 | 132,41 |
| Mn | 254,90 | 262,95 |
| Zn | 45,63 | 46,44 |

Rebeca Yatsuzuka (rebeca@iq.usp.br)