



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

LÍVIA XEREZ PINHO

**APROVEITAMENTO DO RESÍDUO DO PEDÚNCULO DE CAJU
(*Anacardium occidentale L.*) PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA**

FORTALEZA
2009

LÍVIA XEREZ PINHO

APROVEITAMENTO DO RESÍDUO DO PEDÚNCULO DE CAJU (*Anacardium occidentale L.*) PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Rodrigues Amorim Afonso.

Co-orientador: Prof. Dr. José Osvaldo Beserra Carioca.

FORTALEZA
2009

P723a Pinho, Livia Xerez
Aproveitamento do resíduo do pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale L.*) para alimentação humana / Livia Xerez Pinho, 2009.
85 f. ; il. enc.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Rodrigues Amorim Afonso
Co-orientador: Prof. Dr. José Osvaldo Beserra Carioca
Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias. Depto. de Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2009.

1. Desidratação 2. Fibra alimentar 3. Hambúrguer I. Afonso, Marcos Rodrigues Amorim (orient.) II. Carioca, José Osvaldo Beserra (co-orient.) III. Universidade Federal do Ceará – Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos IV. Título

APROVEITAMENTO DO RESÍDUO DO PEDÚNCULO DE CAJU (*Anacardium occidentale L.*) PARA ALIMENTAÇÃO HUMANA

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Tecnologia de Alimentos. Área de concentração em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Lívia Xerez Pinho

Dissertação aprovada em 10 de março de 2009.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Marcos Rodrigues Amorim Afonso
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. José Osvaldo Beserra Carioca
Universidade Federal do Ceará

Prof^a. Dr^a. Patrícia Lessa Beltrão Constant
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. José Maria Correia da Costa
Universidade Federal do Ceará

Dr. Edy Sousa de Brito
Embrapa Agroindústria

AGRADECIMENTOS

A Deus pela sua presença constante em minha vida, por guiar meus passos e em meio às dificuldades sempre me mostrar uma luz.

A minha família pelo apoio, compreensão e paciência durante a realização deste trabalho.

Ao professor Marcos Rodrigues pela orientação, ensino e incentivo durante o decorrer do mestrado, principalmente pela compreensão e dedicação para conclusão deste trabalho.

Ao professor Carioca, pelo ensino e orientação desde a graduação e pela confiança e contribuição durante o mestrado e realização deste trabalho.

A Universidade Federal do Ceará e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade de cursar graduação e mestrado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa e pelo apoio financeiro para participação no PROCAD.

A Companhia Industrial de Óleos do Nordeste – CIONE, em especial, ao Sr. Jaime Tomaz de Aquino pela concessão das amostras. Ao Saulo pela ajuda com a obtenção das mesmas.

Ao professor José Maria da Costa por participar da banca de defesa e juntamente com o professor Afonso Ramos pela oportunidade de participar do projeto PROCAD.

A professora Patrícia Constant e ao Dr. Edy Brito por participar da banca de defesa, trazendo contribuições valiosas para a melhoria deste trabalho.

Ao professor Wilane Figueiredo pela contribuição com as análises feitas no Laboratório de Frutas e Hortaliças.

Aos professores Evânia, Euzânia, Suely e Zapatta pelas análises realizadas nos respectivos laboratórios de suas responsabilidades.

A professora Maria do Carmo pelo carinho, ensinamentos desde a graduação e contribuição para realização deste trabalho.

A amiga Sandra, pelo carinho, apoio, amizade verdadeira e inestimável ajuda durante a realização deste trabalho.

As amigas Thânya Sulamitha, Ana Cristina, Ana Maria e Patrícia, pela amizade, carinho, companheirismo e pela imensurável ajuda para o desenvolvimento deste estudo.

Ao Luiz, Bruno e Rose pela ajuda com a realização de análises no Laboratório de carnes. Bem como aos amigos do Laboratório de Frutas e Hortaliças, Paulo Henrique, Anália e D. Hilda, pelo apoio e sugestões durante a realização deste trabalho.

Ao secretário da Pós-Graduação, Paulo Mendes, pela competência e atenção no atendimento às minhas necessidades durante o mestrado.

A turma do Mestrado em Tecnologia de Alimentos de 2007 e aos demais amigos que se dispuseram a me ajudar, contribuindo direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Cajueiro,

Planta tropical
Suas belas folhas dão vida à paisagem do sertão
Sua sombra sob o sol radiante abriga brincadeiras de infância
O seu fruto a castanha
Fonte de nutrientes
Fonte de trabalho
Fonte de renda
Meio de chegar onde se está
O seu pedúnculo, de cor amarelo ou vermelho
De sabor forte e adstringente
Matéria-prima de sucos e doces de reconhecido sabor
Do seu suco resta o bagaço
Sem valor, esquecido e desperdiçado
Mas quando lembrado
É fonte de saúde
Fonte de vida
Motivo de estudo e dedicação
Em mais uma etapa da vida cumprida com êxito

Lívia Xerez Pinho

RESUMO

O caju é um dos produtos de maior importância para o Nordeste brasileiro, principalmente devido à amêndoa da castanha. Quanto ao pedúnculo, apenas 20 % é aproveitado industrialmente, em geral para produção de sucos e doces os quais geram os resíduos referentes à fração fibrosa e a película, este resíduo é aproveitado para ração animal ou é desperdiçado, o que causa problemas ambientais. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo principal identificar os principais constituintes do resíduo do pedúnculo de caju *in natura*, o qual foi submetido a diferentes tratamentos, com ênfase às fibras alimentares, e como objetivo secundário, elaborou-se diferentes formulações de hambúrgueres bovinos acrescidos deste resíduo a fim de avaliar sensorialmente o potencial da utilização da fibra do pedúnculo de caju como ingrediente em alimentos. O material utilizado foi o resíduo do pedúnculo de caju *in natura* (A), submetido a tratamentos de desidratação em estufa (B), branqueamento e desidratação em estufa (C) e liofilização (D). Destas amostras foram realizadas análises químicas e físico-químicas, e elaborados produtos “tipo hambúrguer” com substituição parcial de carne bovina e analisada sensorialmente sua aceitação. No que diz respeito à caracterização do resíduo foi possível verificar que este quando desidratado apresentou uma concentração de seus componentes, tais como vitamina C, proteínas, açúcares, lipídeos e apresentaram até 56 % de fibra alimentar total, revelando este resíduo uma boa fonte de fibras. Ocorreu maior perda de açúcares quando branqueado e preservação dos lipídeos quando liofilizado. Na primeira etapa de análise sensorial a amostra desidratada em estufa apresentou-se mais propícia para elaboração dos produtos. Na segunda etapa não houve diferença entre as formulações controle e com diferentes proporções do resíduo em pó quanto ao parâmetro sabor. A produção de hambúrgueres com substituição parcial de carne bovina por resíduo do pedúnculo de caju pode ser uma opção viável, pois a união destes componentes foi capaz de gerar um produto com boa qualidade nutricional, rico ou com elevado teor de fibra alimentar, “light” em lipídeos, com boa taxa de rendimento e menor percentual de encolhimento quando comparado com hambúrgueres bovinos convencionais, e elevado teor de proteínas advindo da carne quando comparo aos hambúrgueres vegetais.

Palavras-chave: Desidratação; Fibra alimentar; Hambúrguer

ABSTRACT

The cashew is one of the most important products of the Brazilian Northeast, mainly due to the cashew nut. About 20% of the cashew apple is used in general industry for the production of juices and sweets where the wastes are generated of the fiber fraction and shell. The amount of residue that is used to feed animals or is wasted is causing environmental problems. This study aimed to identify the main constituents of the residue of the cashew apple residue in nature and subjected this to different treatments, with the emphasis on dietary fiber. A secondary purpose It developed different formulations of beef burgers added to this residue sensorially to assess the potential use of fiber from the cashew apple as an ingredient in functional food. The material used was cashew apple in nature (A), subjected to treatments of drying in oven (B), bleaching and drying in oven (C) and freeze drying (D). These samples were chemical analysed and physical-chemical analysed, and were produced beef burger with partial replacement of meat and were analyzed for their sensory acceptance. As a result the characterization of the residue has a dried concentration of its components, such as vitamin C, proteins, sugars, lipids and submits to over 56 % of total dietary fiber revealing the cashew apple residue a good source of fiber. There was a greater loss of sugar when blanching and preservation of lipids when lyophilized. In the first stage of sensory analysis the sample was dried in an oven and made it more appropriate for the development of products. In the second stage there was no difference between the formulations control and others formulations as the taste parameter. The production of beef burgers with the partial replacement of beef by cashew apple residue may be a viable option, as the union of these components was able to generate a product with good nutritional quality, rich, or with high levels of dietary fiber, "light" in lipids, with good rate income and a lower percentage of shrinkage compared to conventional beef burgers, and high protein content of the meat that comes when compared to vegetable burgers.

Key words: Dehydrate; Dietary fiber; Beef burger

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 -	Alternativas tecnológicas para aproveitamento de pedúnculo de caju.....	18
Figura 02 -	Principais elementos da composição química de resíduos.	19
Figura 03 -	Fluxograma para obtenção do resíduo em pó do pedúnculo de caju	37
Figura 04 -	Fluxograma de análise para determinação de fibra alimentar total (FAT) e (FAI).....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Produção estimada em toneladas de castanha de caju in natura de 2000 – 2007 do Vietnã, Nigéria, Índia, Brasil e mundial	15
Tabela 2 -	Valores referentes à área colhida, produção, rendimento e valor de produção para o Brasil, Nordeste, Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí em 2007.....	16
Tabela 3 -	Resumo das propriedades, atuação intestinal e implicações da ingestão da fibra alimentar	22
Tabela 4 -	Amostras do resíduo do pedúnculo de caju e tratamentos recebidos.....	36
Tabela 5 -	Primeira formulação de hambúrgueres em (%) por porção de 100 g.....	44
Tabela 6 -	Segunda formulação de hambúrgueres em (%) por porção de 100 g.....	45
Tabela 7 -	Resultados das químicas e físico-químicas resíduo de pedúnculo de caju.....	49
Tabela 8 -	Valor calórico, carboidratos, proteínas, gordura e fibras em porções de 100g de quatro marcas comerciais de hambúrguer bovino.....	53
Tabela 9-	Resultados das análises físico-químicas dos produtos “tipo hambúrguer”	54
Tabela 10 -	Resultados das análises de rendimento e força de cisalhamento de produtos “tipo hambúrguer”	57
Tabela 11 -	Resultados da primeira etapa da análise sensorial	58
Tabela 12 -	Resultados da segunda etapa de análise sensorial.....	59

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	9
1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 Caju	14
2.1.1 Castanha de caju	14
2.1.2 Pedúnculo do caju	16
2.2 Fibra alimentar	19
2.2.1 Métodos de análise	23
2.3 Tratamento térmico	25
2.3.1 Branqueamento	25
2.4 Processos de desidratação	26
2.4.1 Desidratação por circulação de ar ou adiabática	28
2.4.2 Liofilização	29
2.5 Hambúrguer	30
2.6 Análise sensorial	32
2.6.1 Teste de aceitação com escala hedônica	34
2.6.2 Perfil de atitude	34
2.7 Análise estatística	35
3 MATERIAL E MÉTODOS	36
3.1 Material	36
3.2 Métodos	36
3.2.1 Obtenção do resíduo de pedúnculo de caju em pó	36
3.2.2 Análises químicas e físico-químicas do resíduo de pedúnculo de caju	39
3.2.3 Obtenção dos produtos “tipo hambúrguer”	43
3.2.4 Análises físico-químicas dos produtos “tipo hambúrguer”	45
3.2.5 Análises de rendimento e força de cisalhamento dos produtos “tipo hambúrguer”	46
3.2.6 Análise sensorial	47
3.2.7 Análise estatística	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.1 Análises químicas e físico-químicas do resíduo de pedúnculo de caju	49
4.2 Análises físico-químicas dos produtos “tipo hambúrguer”	53
4.3 Análises de rendimento e força de cisalhamento dos produtos “tipo hambúrguer”	57
4.4 Análise sensorial	58
5 CONCLUSÃO	61
6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	62
REFERÊNCIAS	63
ANEXOS	71

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutos, perdendo apenas para China e Índia. A produção cresce a cada ano, em 2007 foram colhidos 43,7 milhões de toneladas de frutos. Do total produzido 47 % é destinado ao consumo *in natura* e 53 % vai para o processamento industrial. A maior parte dos frutos produzidas é consumida no próprio país, por isto o Brasil é o 15º país exportador (CORRÊA *et al.*, 2008).

A cultura do caju, *Anacardium occidentale L.*, é de fundamental importância para a economia do Nordeste do Brasil com destaque para o Estado do Ceará onde a castanha de caju é o primeiro produto da pauta de exportações, gerando divisas e empregos no campo e nas indústrias (CONAB, 2007).

No Nordeste a agroindústria do caju produz anualmente, cerca de 200 mil toneladas de amêndoas e 2 milhões de toneladas de pedúnculo (OLIVEIRA; ANDRADE, 2007). A utilização industrial do pedúnculo de caju é direcionada principalmente para o mercado interno com a produção de sucos e doces. Estas indústrias geram resíduos conhecidos popularmente como bagaço de caju que, em geral, são reaproveitados para enriquecimento da ração animal ou descartados por falta de incentivo de seu uso como alimentação humana.

Mais de 3,5 bilhões de toneladas de subprodutos são produzidos anualmente no mundo. Um problema que preocupa a sociedade hoje é o que fazer com a vasta quantidade de resíduos que são acumulados e tendem a causar poluição e deterioração ambiental, assim como dissipação dos recursos naturais (CARIOCA; ARORA, 2000).

Cerca de um terço dos alimentos produzidos no Brasil é desperdiçado. A mudança deste quadro deve passar pela mudança de hábitos alimentares da população, com o incentivo ao aproveitamento integral dos alimentos, o que pode contribuir para uma melhoria na dieta dos consumidores (BARROSO; MOURA, 2007; COUTO *et al.*, 2004). Muitos resíduos também são excelentes fontes de substâncias consideradas estratégicas para a indústria de alimentos, por exemplo, a pectina e outras fibras alimentares (OLIVEIRA *et al.*, 2002).

De acordo com a portaria brasileira N° 41 de 14 de janeiro de 1998 (DOU - 21/01/1998a), fibra alimentar é qualquer material comestível de origem vegetal não passível de hidrólise pelas enzimas endógenas do trato digestivo humano. Apresentam propriedades funcionais tais como diminuição dos níveis sanguíneos de colesterol, controle da pressão arterial, regulação da glicose sanguínea e aceleração do trânsito intestinal (SOARES *et al.*, 2000).

Devido a estes benefícios as fibras têm sido atualmente bastante utilizadas como constituinte de alimentos, representando mais de 50% do total de ingredientes do mercado e também em expansão como suplemento dietético e farmacêutico (LAJOLO e MENEZES, 2006).

O aumento da demanda por carnes, produtos cárneos e alimentos de fácil e rápido preparo acontece em consequência da melhoria no nível de vida e aumento da população, um dos produtos mais consumidos neste contexto é o hambúrguer, definido como produto cárneo industrializado, obtido da carne moída dos animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico adequado (BRASIL, 2000).

O consumo de carne, especialmente vermelha, tem sido associado a doenças crônicas, como câncer e problemas cardíacos. Estas e outras preocupações têm levado a uma redução no consumo de carnes em algumas regiões, a exemplo da união européia (RAMOS e GOMIDE, 2007). A demanda por produtos destinados aos diabéticos, a preocupação com a forma física e com hábitos de vida saudáveis e as inovações tecnológicas estimulam um maior consumo de vegetais e fibras da dieta.

Segundo COSTA e colaboradores (2003), o Brasil é o principal país no aproveitamento de pedúnculo do caju. Apesar disto, estima-se que industrialmente sua utilização esteja em torno de apenas 20% ao ano.

O uso do resíduo do pedúnculo de caju já é bem conhecido na alimentação de ruminantes. Uma nova perspectiva é sua utilização na alimentação humana. Diante destas grandes perdas e da importância da dieta à base de fibras, torna-se importante a realização de estudos sobre a composição destes e investigações a respeito do potencial e da viabilidade do seu beneficiamento para fins de consumo humano como ingrediente em produtos com adição de fibras, tais como, pães, biscoitos etc. Atualmente a maioria desses produtos utiliza como fonte de fibras a casca do trigo ou aveia, a utilização da fibra de caju seria também uma proposta para além de aproveitar este resíduo, valorizar um produto local.

Muitos estudos comprovam que a alimentação ideal deve possuir não apenas vegetais, mas também proteína animal em menores proporções, pois estas são também ricas em nutrientes essenciais à saúde humana. O hambúrguer é uma opção de produto cárneo que apresenta um bom custo de mercado, amplo espectro de consumo e aceitabilidade em diversas regiões do mundo além de atender às necessidades quanto à sua praticidade, fator muito importante nos dias atuais.

Embora sejam apontados como produto de elevado valor calórico, os hambúrgueres podem ser produzidos com matéria-prima de boa qualidade e adicionados de ingredientes que possam lhe oferecer algumas propriedades funcionais. A adição de fibra de caju em hambúrguer pode além de fornecer os benefícios inerentes às fibras alimentares, reduzir a quantidade de gordura do mesmo já que a proporção em carne seria reduzida em virtude do acréscimo de fibras.

Este trabalho teve como objetivo principal identificar os principais macronutrientes do resíduo do pedúnculo de caju *in natura* e submetido a diferentes tratamentos de secagem com ênfase às fibras alimentares, como objetivo secundário, elaborou-se diferentes formulações de hambúrgueres bovinos acrescidos deste resíduo a fim de avaliar sensorialmente o potencial da utilização da fibra do pedúnculo de caju como ingrediente em alimentos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Caju

O cajueiro (*Anacardium occidentale L.*) pertence à família anacardiaceae, nativo da América do Sul e cresce também nos trópicos das Américas, África e Ásia. Em função do porte da planta, o cajueiro é dividido em dois grupos o comum e o anão. O comum é o que apresenta maior porte, conhecido também como cajueiro gigante, é o mais difundido, de altura entre 8 e 15 m e envergadura (medida da expansão da copa) que pode atingir até 20 m. O cajueiro anão é de porte baixo, altura inferior a 4 m, diâmetro do caule e envergadura inferiores ao do tipo comum, inicia o florescimento entre 6 e 18 meses enquanto que o comum tem sua primeira floração entre o terceiro e quinto ano (CHITARRA; CHITARRA, 2006; CRISÓSTOMO *et al.*, 2001).

O verdadeiro fruto do cajueiro é a castanha de onde é extraída a amêndoa com 2,5 a 3,0 cm de comprimento, 2,5 cm de largura e coloração marron-acinzentado. Após o desenvolvimento da amêndoa o pedúnculo alongado intumescce para formar um pseudofruto chamado “maçã de caju”, de formato piriforme e rombóide com 5 – 10 cm de comprimento, 4 – 8 cm de largura, possui uma casca fina e cerosa de cor vermelho, amarelo ou vermelho e amarelo. A polpa é amarelo pálido, macia, fibrosa, suculenta, adstringente e ácida a subácida, apresenta aroma característico (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

2.1.1 Castanha de caju

A castanha de caju apresenta elevado valor comercial tanto no Brasil como no exterior. É beneficiada para produção de amêndoas inteiras e salgadas que apresentam um bom valor nutricional, rica em vitaminas, minerais, ácidos graxos monoinsaturados e aproximadamente 25 % de proteínas. Os subprodutos da castanha também podem agregar valores significativos à indústria, especialmente o líquido da casca da castanha de caju (LCC), a casca ou mesocarpo e a película (EMBRAPA, 2003; AGUIAR *et al.*, 2000; MELO *et al.*, 1998).

O LCC é um fluido viscoso, castanho escuro, constituído por compostos fenólicos (ácido anacárdico, cardol e cardanol). Está presente no mesocarpo da castanha e é liberado como subproduto no processo de extração da amêndoa. O elevado desperdício deste líquido no Brasil

ocasiona uma baixa no preço sendo exportado por um preço irrisório. Em virtude do baixo preço e da grande quantidade de fenólicos, há vantagens em substituir, total ou parcialmente, o fenol das resinas fenólicas convencionais, que provém do petróleo, por este líquido. As razões para o desenvolvimento de rotas químicas neste sentido não são somente econômicas, utilizando o LCC como matéria-prima para preparação de compostos de maior valor agregado, mas também ambientais, visto que o LCC é um produto natural e biodegradável (MOTHÉ; AMARAL, 2004).

De acordo com dados da Food and Agriculture Organization-FAO (2008) os principais países produtores de castanha de caju são respectivamente Vietnã, Nigéria, Índia e Brasil. A partir de 2001 o Vietnã e a Nigéria apresentaram elevado crescimento de sua produção ultrapassando a Índia, antes o maior produtor mundial e o Brasil segundo maior. As quantidades produzidas entre os anos de 2000 a 2007 estão expostas na Tabela 1.

Tabela 1 – Produção estimada em toneladas de castanha de caju in natura de 2000 – 2007 do Vietnã, Nigéria, Índia, Brasil e mundial

Ano	Vietnã	Nigéria	Índia	Brasil	Mundial
2000	270.400	466.000	520.000	138.608	3.186.039
2001	292.800	485.000	450.000	124.073	3.218.349
2002	515.200	514.000	470.000	164.539	3.035.570
2003	657.600	524.000	500.000	183.094	2.841.256
2004	818.800	555.000	535.000	187.839	2.430.663
2005	960.800	594.000	544.000	152.751	2.224.791
2006	941.600	636.000	573.000	243.770	1.907.720
2007	961.000	660.000	620.000	176.384	1.917.050

Fonte : FAO (2008)

O Brasil mantém sua participação, em valor, no mercado americano e amplia sua participação no mercado europeu, enquanto o Vietnã ganha mercado na Índia. Isto ocorre porque a

amêndoa do Vietnã é mais parecida com a indiana em tamanho e tipo de processamento. A brasileira quando inteira é média, tende a ser maior que a de seus concorrentes e apresenta maior participação na exportação de amêndoas quebradas (JUNIOR, 2008).

No Brasil o Nordeste é o principal habitat nacional dos cajueiros, 84 % da castanha de caju é produzida em apenas três estados Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí (IBGE, 2008). Os valores de produção brasileira estão expostos na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores referentes à área colhida, produção, rendimento e valor de produção para o Brasil, Nordeste, Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí em 2007

	Brasil	Nordeste	Ceará	Rio Grande do Norte	Piauí
Área colhida (ha)	731.412	727.082	376.132	116.463	172.551
Produção (ton)	140.675	138.200	53.420	40.408	23.744
Rendimento (kg/ ha)	192.0	190.0	142.0	346.0	137.0
Valor de produção (1000 R\$)	118.953	116.858	43.367	38.209	18.558

Fonte : IBGE (2008)

2.1.2 Pedúnculo do caju

O pedúnculo floral hipertrofiado, pedicelo, hipocarpa ou pseudofruto do cajueiro é a parte polposa, corresponde a cerca de dez vezes o peso da castanha. Apresenta alto valor nutritivo, é um dos frutos mais ricos em vitamina C com cerca 156 - 387 mg/ 100 g, na maioria dos trabalhos a quantidade de açúcar não redutor é muito pequena enquanto que o redutor é encontrado em

maiores quantidade, é rico ainda em minerais como cálcio, ferro e fósforo, além de compostos fenólicos principalmente taninos, carotenóides e antocianinas, pigmentos naturais responsáveis por sua coloração característica, amarelo ou vermelho presentes principalmente na película (OLSON, 2003; AGUIAR *et al.*, 2000; MENEZES; ALVES, 1995).

O consumo de pedúnculo de caju como fruto de mesa é crescente a cada safra, este aumento deve-se à abertura de novos mercados, à consolidação dos mercados tradicionais, bem como, principalmente aos novos plantios feitos com cajueiro-anão precoce que, por apresentar porte baixo, permite a colheita manual com maior aproveitamento e redução de perdas (MOURA *et al.* 2001).

Apesar do aumento do consumo in natura, e de o caju ser uma importante fonte de nutrientes do Nordeste do Brasil, o mesmo representa grande quantidade de matéria-prima perdida anualmente. Estima-se que 80 % do pedúnculo é desperdiçado, valores que chegam a quase 1,5 milhões de toneladas (MUNICÍPIOS DO CEARÁ, 2007).

Dentre os fatores que influenciam o elevado desperdício estão o curto período de pós-colheita associado à pequena capacidade de aproveitamento pela indústria, curto período de safra e a inexistência de métodos econômicos de preservação da matéria-prima (PAIVA; GARRUTI; NETO, 2000);

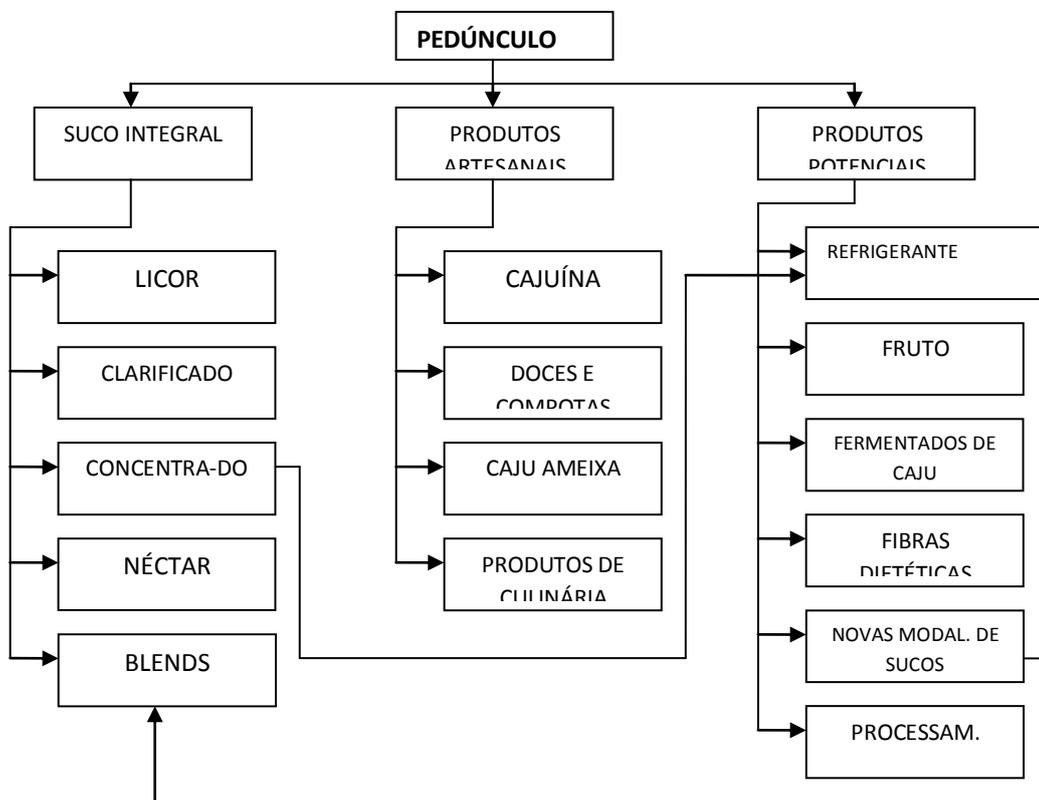
Há diversas possibilidades de aproveitamento industrial do pedúnculo, tais como, produção de sucos, doces, cajuína, bebidas alcoólicas, sorvetes e outros produtos alimentícios, além de usos medicinais (AGUIAR *et al.*, 2000; PAIVA; GARRUTI; NETO, 2000).

A elaboração de produtos tradicionais derivados do pedúnculo do caju ainda é uma área pouco explorada. Para utilizar o potencial do fruto ao máximo, é necessário oferecer formas alternativas de consumo (BARROSO; MOURA, 2007), a Figura 2 representa o fluxograma de alguns produtos do aproveitamento do pedúnculo do caju.

O processamento do suco integral é o mais representativo e gera como resíduo a película e a fibra ou bagaço do pedúnculo (AGUIAR *et al.*, 2000). Os resíduos industriais são muitas vezes utilizados como ração animal ou na forma de fertilizantes. O custo da secagem, armazenagem e transporte de subprodutos são fatores que economicamente limitam o seu aproveitamento (KOBORI, 2005).

Matias *et al.* (2005) em testes sensoriais concluiu que o resíduo do pedúnculo de caju apresenta as seguintes características, cor amarelo escuro, aroma adstringente típico de caju e aspecto fibroso.

O aroma adstringente do pedúnculo de caju é decorrente da presença de taninos, que pode ser um fator limitante na aceitação do fruto, este constituinte, entre outros, contribui para atividade antioxidante, capaz de prevenir doenças cardiovasculares e câncer, abrindo perspectivas para um melhor aproveitamento dos resíduos resultantes do processamento do pedúnculo (BROIZINI *et al.*, 2007; SANTOS-BUELGA; SCALBERT, 2000).



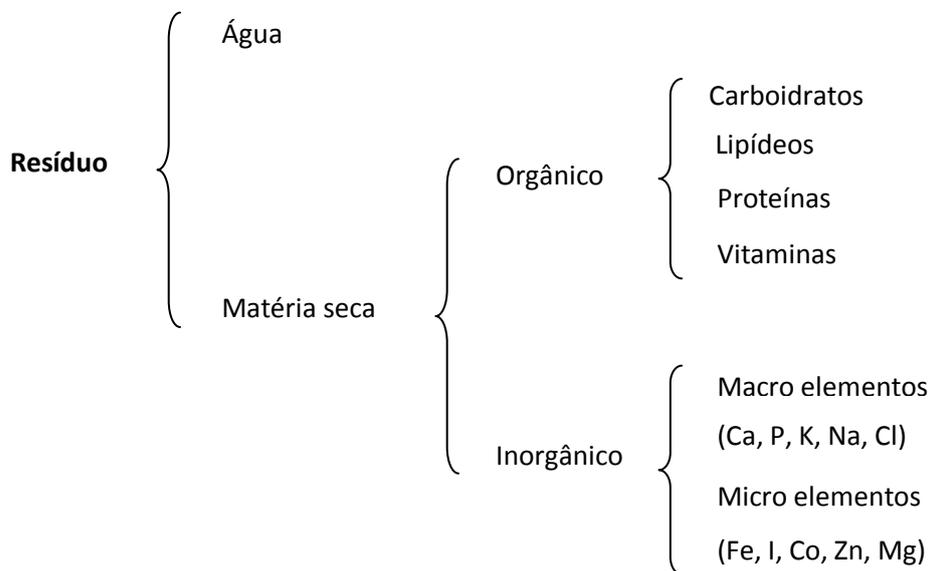
Fonte: FILHO *et al.*,2003.

Figura 1- Alternativas tecnológicas para aproveitamento de pedúnculo de caju

Uchôa (2007) elaborou biscoitos adicionados de pó alimentício obtido do resíduo de caju e observou que as formulações com adição de 15% do pó apresentou no teste sensorial a média equivalente ao termo “gostei moderadamente” quanto aos requisitos sabor, textura e impressão global.

O conhecimento da composição dos resíduos é primordial para se determinar o tratamento e tipo de aproveitamento o qual será destinado. A composição química de cada tipo de resíduo é única, no entanto os resíduos alimentares geralmente são compostos por carbono, hidrogênio e oxigênio, o nitrogênio também pode estar presente. Muitos contêm carboidratos, celulose e cinzas. Estes contêm um significativo conteúdo de energia metabolizável pelo organismo humano e animal (CARIOCA; ARORA, 2000).

A Figura 2 mostra a composição química dos resíduos agroindústrias comumente utilizados para alimentação animal.



Fonte: CARIOCA; ARORA,2000

Figura 2- Principais elementos da composição química de resíduos

2.2 Fibra alimentar

As fibras alimentares são consideradas carboidratos de origem vegetal, não digeríveis no intestino delgado humano, porém podem passar por fermentação completa ou parcial no intestino grosso. São grandes fragmentos de parede celular constituídos, de polissacarídeos, oligossacarídeos, lignina e outras substâncias, provenientes da porção comestível dos vegetais, (LAJOLO; MENEZES, 2006).

As principais fontes de fibras são os vegetais como cereais, frutos, hortaliças e tubérculos, as maiores concentrações encontram-se nas leguminosas (OLIVEIRA; MARCHINI, 2008).

São classificadas quimicamente em fibras alimentares solúveis (FAS) e fibras alimentares insolúveis (FAI), segundo Gutkoski e Trombetta (1999) a fração solúvel da fibra alimentar é constituída de β -glucanas, gomas, mucilagens e algumas hemiceluloses, a parte insolúvel de lignina, pectinas insolúveis, celulose e hemicelulose. A ação fisiológica das fibras sobre o organismo humano está relacionada com esta classificação.

O efeito fisiológico das fibras não depende apenas de seus constituintes por si só, mas sim da inter-relação entre as estruturas e as propriedades físicas e químicas dos seus componentes (COSTA; PELUZIO, 2008; CHITARRA; CHITARRA, 2006). A seguir algumas definições e propriedades dos constituintes da fibra alimentar de acordo com, Costa e Peluzio (2008), Oetterer, Reginato-d'Arce, Spoto (2006), Lajolo e colaboradores (2001) e Prosky e DeVries (1992).

A seguir, estão listados os componentes da fibra alimentar insolúvel:

Celulose – compõe a parede celular de vegetais juntamente com a lignina e hemicelulose, formada por polímeros de glicose unidos por ligações β (1-4). Não são hidrolisadas pelas enzimas digestivas, são parcialmente fermentadas pelos microrganismos da microbiota intestinal. Devido sua conformação em longos filamentos apresenta resistência mecânica, química ou insolubilidade em água quente.

Hemicelulose – formada por diferentes polissacarídeos, seu alto grau de ramificação e a presença de moléculas ácidas lhes confere solubilidade em água, por ser menos resistente ao processo digestivo do que a celulose é classificada como solúvel e insolúvel.

Lignina – não é um carboidrato, mas sim um polifenol altamente insolúvel em água devido sua capacidade de formar ligação hidrofóbica. Classificada como fibra alimentar devido sua propriedade

de associar-se aos polissacarídeos fibrosos da parede celular e apresentar efeitos fisiológicos aos humanos, resistente ao ataque químico e enzimático e à fermentação pela microbiota intestinal.

Oligofrutosos – considerados constituintes da fibra alimentar insolúvel devido suas propriedades físico-químicas e nutricionais. Constituídos por uma mistura de polímeros de frutose presentes naturalmente em frutos, hortaliças, cereais e legumes. Alimentos ricos em oligofrutosos também podem ser produzidos comercialmente pela ação da enzima frutofuranosidase sobre sacarose ou inulina. Os tipos de oligofrutosos são definidos de acordo com sua estrutura e grau de polimerização em inulina, oligofrutosa e frutosos sintéticos. São fermentados no cólon onde chegam de forma íntegra.

A seguir os componentes da fibra alimentar solúvel:

Pectinas – são polímeros de ácido galacturônico que apresentam capacidade de reter água e formar gel, sua solubilidade depende do grau de esterificação do ácido galacturônico.

Mucilagens – são polissacarídeos ramificados, apresentam capacidade de reter água e são usadas como laxantes.

Gomas – polissacarídeos que produzem substâncias viscosas em solução aquosa, solúveis e resistentes a ação enzimática, mas podem ser fermentados no intestino grosso pela microbiota colônia.

β -glucanas – são polímeros de glicose, resistentes à hidrólise digestiva devido a presença de ligações beta 1,4 e beta 1,3, são os principais constituintes da parede celular da aveia e cevada, são em sua maioria solúveis em água e podem formar soluções viscosas e géis, porém uma pequena quantidade também pode ser insolúvel.

O efeito principal das fibras alimentares insolúveis é proveniente de sua capacidade de absorver líquidos e formar géis o que leva ao aumento do bolo fecal é à aceleração do trânsito intestinal, que previne ou melhora problemas de constipação, diminuindo o risco de hemorróidas e diverticulite, e aumento da sensação de saciedade, reduzindo conseqüentemente o consumo de alimentos durante as refeições (SOARES; VIEIRA; FRANCISCO, 2000).

A aceleração do trânsito intestinal juntamente com a propriedade das fibras de ligar substâncias entre si também reduz o tempo de contato das fezes com a mucosa intestinal, diminuindo a incidência de câncer do cólon, pois os elementos carcinogênicos existentes são expelidos do organismo antes de lesar as células (BODINSKI, 1999).

Outros fatores que contribuem para prevenção de câncer são a diluição de compostos cancerígenos pelo aumento do volume fecal, alteração do metabolismo de ácidos biliares e fermentação de fibras no cólon que leva à produção de gases e ácidos graxos de cadeia curta, estes gases que podem ser estimulados pelos ácidos graxos provocam distensão da parede aumentando a propulsão do conteúdo colônico. A fermentação pela microbiota colônia leva a efeitos tais como redução do pH, produção de butirato, modificação do metabolismo bacteriano, diminuição da concentração de amoníaco (ANGELIS, 2005). Na tabela 3 estão listadas algumas das propriedades, atuação intestinal e implicações da ingestão da fibra alimentar.

As seis principais causas de mortalidade por câncer no Brasil estão relacionadas aos hábitos alimentares e baixo consumo de alimentos que contêm fatores de proteção e também baixa ingestão de fibras o que pode justificar a significativa frequência de câncer de cólon e de reto no país. As regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste são onde ocorre o maior número de câncer de mama, regiões em que o consumo de gordura é bastante elevado. São Paulo, Fortaleza e Belém são as cidades com maior incidência mundial de câncer no estômago (INCA, 2008).

Tabela 3 – Resumo das propriedades, atuação intestinal e implicações da ingestão da fibra alimentar

Propriedades	Atuação	Implicações
No intestino delgado		
Capacidade de retenção de água	Aumenta o volume na fase aquosa do conteúdo intestinal	Retarda digestão e absorção de carboidratos e lipídeos
Volume	Aumenta volume Altera a mistura do conteúdo	Promove absorção de nutrientes no intestino mais distal
Viscosidade	Retarda a entrada do conteúdo gástrico Altera mistura e difusão	Associação com redução do colesterol plasmático e alteração da resposta glicêmica
Adsorção e ligação de compostos	Aumenta excreção de ácidos biliares ou outros compostos ligados	Reduz colesterol plasmático
No intestino grosso		

Dispersão em água	Permite penetração de microorganismos na fase aquosa	Aumenta decomposição de polissacarídeos pela microbiota
Volume	Aumenta entrada de material fecal no intestino grosso Afeta a mistura do conteúdo	Fornece substrato para microbiota, favorece efeito laxante e diminui exposição a produtos tóxicos
Adsorção e ligação	Aumenta a quantidade de compostos, como ácidos biliares presentes no intestino grosso	Aumenta excreção destes compostos
Fermentação	Aumento da microbiota Adaptação da microbiota aos substratos polissacarídeos	Aumenta massa bacteriana e produtos de metabolismo (CO ₂ , H ₂ , CH ₄), ácidos graxos de cadeia curta.

Fonte: OLIVEIRA; MARCHINI, 2008

De acordo com o “National Câncer Institute” a ingestão de fibra alimentar recomendada é de 25 a 35 g por dia ou 10 a 13 g/ 1000 kcal. Para uma dieta equilibrada o Food and Drug Administration (FDA) recomenda proporções de 70 a 75 % de fibra insolúvel para 25 a 35 % de solúvel (GUERRA *et al.*, 2004).

Mattos e Martins (2000) realizaram pesquisas a cerca do consumo de fibras alimentares em população adulta, constataram consumo abaixo do indicado, embora as proporções estejam dentro do ideal, 24 g de fibras totais, sendo as quantidades médias de fibras insolúveis 17 g e solúveis 7 g por dia.

Um alimento pode ser considerado como fonte de fibras se o mesmo apresentar o mínimo de 3 g fibra / 100 g em alimento sólido ou 1,5 g fibra / 100 mL em líquido. Para ser designado como alimento com alto teor de fibras deve apresentar no mínimo 6 g fibra / 100 g em alimento sólido e 3 g fibra / 100 mL em líquido (BRASIL, 1998).

2.2.1 Métodos de análise

Até aproximadamente 1970 prevalecia a definição de fibra bruta (FB) como a parte indigerível e não nutritiva determinada por tratamento com ácido. Posteriormente foi evidenciado

que a fração indigerível é maior do que os valores de fibra bruta, portanto o termo foi substituído por “fibra detergente”, o qual correspondia aos resíduos obtidos após tratamento com detergentes neutros e ácidos (LAJOLO *et al.*, 2001).

Para determinação de fibra detergente neutro (FDN) a amostra é digerida com solução detergente neutra para dissolver as substâncias de fácil digestão como pectina, e o conteúdo celular da planta (proteínas, açúcares e lipídeos) deixando celulose, hemicelulose, lignina, proteína danificada pelo calor e proteína da parede celular. Na determinação de fibra detergente ácido (FDA) a digestão é realizada com uma solução detergente ácida “quaternária” para dissolver o conteúdo celular, hemicelulose e minerais solúveis, restando apenas o conteúdo fibroso formado por celulose, lignina e proteína danificada pelo calor, parte da proteína da parede celular e minerais insolúveis (SILVA, 2002).

Os métodos de Fibra detergente ácido (FDA) de Van Soest (1963) e Fibra Detergente Neutro (FDN) de Van Soest e Wine (1967), determinam apenas a fração fibra insolúvel, não há boa correlação com o conteúdo de carboidratos digeríveis, especialmente os solúveis. Os valores podem ser superestimados, por incluírem amido e proteínas não solubilizadas quando não utilizar amilase e determinar nitrogênio residual. Estes valores continuam sendo empregados em alimentação animal, mas para nutrição humana não são válidos (LAJOLO *et al.*, 2001; MARSIGLIA; GARBELOTTI, 2000).

O método enzimático-gravimétrico surgiu em 1975 como uma modificação do método detergente neutro, o método consiste em tratar o alimento com diversas enzimas fisiológicas, simulando as condições do intestino humano, permitindo separar e quantificar gravimetricamente o conteúdo total da fração fibra e/ou as frações solúveis e insolúveis. Este método foi posteriormente modificado por Asp *et al* (1983) e Prosky *et al.* (1984), o último foi oficializado pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (IAL, 2005; MARSIGLIA; GARBELOTTI, 2000).

Na determinação de fibras solúveis e insolúveis pelo método enzimático-gravimétrico de Prosky (AOAC, 1999) as amostras são tratadas com enzimas α -amilase, protease e amiloglucosidase e soluções tampões em diferentes níveis de pH e temperatura, para remoção total do amido e parcial da proteína (GUERRA *et al.*, 2004).

Constata-se que a maioria das tabelas de composição de alimentos, utilizadas pelos profissionais de saúde e de Ciência de Alimentos, limitam-se a informar apenas o conteúdo em fibra bruta, desta maneira é restringida a aplicação de suas propriedades nutricionais. A portaria 41/97 do Ministério da Saúde, de Rotulagem Nutricional recomenda a utilização do método enzimático-

gravimétrico para análise de fibra alimentar total, com a finalidade da declaração do teor de fibra alimentar no rótulo dos alimentos (GUERRA *et al.*, 2004).

2.3 Tratamento térmico

A aplicação de tratamento térmico em frutos é uma combinação de vários fatores relacionados à qualidade do alimento, entre estes fatores estão a diminuição da carga microbiana, a inativação de enzimas, a eliminação de água e manutenção da qualidade sensorial do produto obtido (OETTERER; REGINATO-d'ARCE; SPOTO, 2006).

O princípio básico da conservação através de altas temperaturas é o efeito deletério que o calor exerce sobre os microorganismos ou seus esporos, através de desnaturação de proteínas e inativação de enzimas essenciais ao metabolismo microbiano (FRANCO; LANDGRAF, 2005).

A conservação de frutos e hortaliças pelo calor envolve processos controlados realizados comercialmente dos quais de acordo com Otterer, Reginato-d'Arce e Spoto (2006), Ordoñez (2005 a) e Gava (2002) os principais são:

Esterilização comercial – objetiva a destruição completa dos microorganismos, ou pelo menos de todos que possam multiplicar-se no produto final, através da aplicação de altas temperaturas. Os métodos podem ser apertização aplicada em alimentos já embalados utilizando temperaturas entre 115 e 125 °C durante 15 a 30 minutos, ou processamento asséptico aplicado em alimentos líquidos ou semi-sólidos com aquecimento por via direta ou indireta sob temperaturas entre 135 e 150 °C durante 2 a 5 segundos, denominados “ultra high temperature” (UHT).

Pasteurização – tem como objetivo destruir a microbiota patogênica e reduzir significativamente a microbiota banal. A temperatura não deve ultrapassar 100 °C, o aquecimento pode ser através de vapor, água quente, radiações ionizantes, calor seco, microondas etc.

Branqueamento – considerado um tipo de pasteurização aplicado com a função principal de inativar enzimas.

2.3.1 Branqueamento

O Branqueamento ou “blanchin” é considerado um pré-tratamento realizado entre o preparo da matéria-prima e as operações posteriores em que as principais são esterilização, secagem e congelamento, tendo em vista que as temperaturas aplicadas no congelamento e desidratação são insuficientes para inativar enzimas e que podem ocorrer alterações indesejáveis nas características sensoriais e nutricionais do alimento durante a estocagem se não for realizado branqueamento (FELLOWS, 2006).

Além de inativar enzimas o branqueamento possui outros efeitos como redução da carga microbiana, amaciamento de tecidos vegetais facilitando o envase, e remoção de ar dos espaços intercelulares (AZEREDO, 2004).

O tratamento consiste na imersão do produto em água aquecida, foi inicialmente utilizado em frutos com o objetivo de controlar o desenvolvimento de fungos, mas também obteve eficiência para a desinfecção do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Se o procedimento não for aplicado corretamente, pode causar mais danos do que a ausência do mesmo, a exemplo, o calor utilizado pode ser o suficiente para destruir os tecidos, mas não para inativar enzimas que estarão em maior contato com os substratos, favorecendo sua atividade (AZEREDO, 2004).

2.4 Processos de desidratação

Desidratação é uma operação unitária que envolve a remoção da água dos tecidos animais e vegetais com objetivo de impedir a deterioração dos alimentos por ação microbológica, química ou enzimática, além de reduzir seu volume diminuindo custos com transporte e embalagens (SALINAS, 2008).

Em relação à inativação de microorganismos o efeito térmico letal depende da natureza do processo aplicado e do tipo de alimento. A liofilização destrói apenas as células vegetativas mais sensíveis, é inclusive um método indicado para conservação de culturas microbianas. Já com o secador de tambor, por exemplo, o qual a evaporação ocorre pela injeção de vapor, o efeito letal é mais pronunciado (ROITMA; TRAVASSOS; AZEVEDO, 1987).

Os microorganismos mais perigosos em alimentos secos são os bolores, principalmente do gênero *Aspergillus*. Os frutos podem ser conservados com 15 a 25 % de umidade, assim poucos microorganismos podem se proliferar, quanto aos produtos ricos em amido precisam estar entre 2 a 5 % de umidade por causa do efeito osmótico (GAVA, 2002; ROITMA; TRAVASSOS; AZEVEDO, 1987).

O maior desafio do processo de preservação de produtos vegetais por secagem é remover a umidade de maneira que ocorra o mínimo de modificações na estrutura do alimento e desta maneira, manter sua qualidade, um dos principais requisitos é que o produto desidratado volte o mais próximo possível à sua qualidade original depois de reidratado (SINGH; HELDMAN, 2001).

É importante levar em consideração o tipo de material, pois tanto as propriedades químicas quanto físicas desempenham importantes funções durante o processo (IBARZ; CÁNOVAS, 2003).

No processo de desidratação a água do alimento se move para superfície por meio de: movimento por forças capilares; difusão dos líquidos, através da diferença na concentração de solutos nas diferentes regiões do alimento; e difusão de vapor de água em espaços de ar criados pela pressão de vapor dentro do alimento (OETTERER; REGINATO-D'ARCE; SPOTO, 2006).

O conteúdo de umidade, usualmente é determinado por mudança na massa do produto ao longo do período de secagem, é definido como a relação entre quantidade de água e a quantidade de sólidos expresso de acordo com a Equação 1:

$$Y_t = (W_T - W_s) / W_s \quad (1)$$

em que, W_T é a massa total do material, W_s é a massa dos sólidos após secagem e Y_t a umidade expressa em massa de água/ massa de sólido seco (IBARZ; CÁNOVAS, 2003).

O alimento desidratado apresenta um aumento na concentração de nutrientes por unidade de massa em relação ao fresco, isto ocorre devido às perdas no conteúdo de umidade. Quando reconstituído pode assemelhar-se bastante ao produto natural, mas nunca igualar-se devido às perdas de certos constituintes, principalmente vitaminas (GAVA, 2002).

Durante a desidratação e estocagem, todos os produtos sofrem mudanças que reduzem a sua qualidade em comparação com a do produto fresco, as principais alterações são na textura e

perdas no sabor ou aroma, mudanças na cor e no valor nutritivo também são significativas (FELLOWS, 2006).

As proteínas podem ser desnaturadas pelo calor em altas temperaturas, no entanto se a temperatura utilizada for abaixo de 100 °C não ocorre perda do valor nutritivo, podendo inclusive melhorar o aproveitamento nutricional. As proteínas podem ainda interagir com carboidratos nas reações de escurecimento enzimático e não-enzimático, reação que pode ser minimizada com o controle adequado da umidade durante a produção e o armazenamento (SARANTÓPOLOS; OLIVEIRA; CANAVESI, 2001).

A vitamina C é a mais sensível das vitaminas contidas nos alimentos é hidrossolúvel e rapidamente destruída pelo calor e por oxidação, podendo ocorrer perdas de 10 a 50 %. As vitaminas do complexo B são mais termorresistentes, principalmente a B₁. Os produtos com elevado teor de gordura quando desidratados são sensíveis à oxidação de lipídeos por meio de autooxidação e ação da lipoxigenase (SARANTÓPOLOS; OLIVEIRA; CANAVESI, 2001).

Dentre os métodos de desidratação utilizados na conservação de alimentos estão (OETTERER; REGINATO-D'ARCE; SPOTO, 2006):

Secagem natural – secagem natural e secagem solar mecânica;

Desidratação ou secagem artificial – desidratação por circulação de ar ou adiabática, desidratação por transferência de calor por superfície sólida, instantaneização e liofilização.

2.4.1 Desidratação por circulação de ar ou adiabática

O processo de desidratação por circulação de ar é um dos mais utilizados industrialmente, ocorre por transferência de calor e de massa, consiste na exposição do alimento a uma corrente de ar quente que proporciona calor sensível e calor latente de evaporação principalmente por convecção, o vapor d'água liberado pelo alimento é arrastado pelo próprio ar (ORDOÑHEZ, 2005a).

Os tipos de secadores adiabáticos são: secadores de armário ou cabine, secadores tipo forno, secadores de túnel, secadores de esteira, secadores de leite fluidizado, secadores tipo "foam mat", secadores de cilindro e secadores por aspersão (OETTERER; REGINATO-D'ARCE; SPOTO, 2006).

Existem três fatores relacionados com o controle da capacidade de remoção de umidade de um alimento através de ar aquecido: quantidade de vapor de água carregada pelo ar, temperatura do ar e quantidade de ar que circula ao redor do alimento (FELLOWS, 2000).

Este tipo de secagem promove diversas alterações indesejáveis ao produto, a principal delas é a contração dos tecidos que causa endurecimento superficial e formação de uma película proveniente da migração dos solutos do centro do alimento para a superfície fechando os poros, estas características impedem a remoção de parte da umidade remanescente no interior do produto resultando em uma secagem desuniforme e queda das taxas de secagem (AZEREDO, 2004).

2.4.2 Liofilização

A liofilização é calculada em 5 a 10 vezes mais cara do que os processos de desidratação convencionais, por isto é utilizada em vários países, em alimentos de custo mais elevado tais como o café, cogumelos e camarões (GAVA, 2002).

É o processo mais brando de desidratação, tanto em relação aos alimentos quanto aos microorganismos presentes. Poucos microorganismos são destruídos neste processo e um maior número é destruído durante a fase de congelamento (FRANCO; LANDGRAF, 2005).

Os liofilizadores consistem de uma câmara de vácuo com bandejas para conter o alimento; secadores e aquecedores para suprir o calor latente de sublimação; serpentinas de refrigeração usadas para condensar os vapores diretamente em gelo, ou seja, sublimação inversa; dispositivos automáticos de descongelamento para manter a máxima área de serpentina livre de gelo para condensação do vapor; e bomba de vácuo que remove os vapores não condensáveis (FELLOWS, 2006).

A liofilização deve ser realizada em temperatura inferior a 0 °C e pressão inferior a 4,7 mm de Hg, geralmente em liofilizadores industriais o alimento é congelado à -40 °C (GAVA, 2002).

O processo garante a estabilidade do alimento através de operações de congelamento, sublimação e secagem a vácuo. O procedimento é realizado em baixa temperatura no alimento recém congelado e na ausência de ar atmosférico, o que evita ou reduz perdas das qualidades sensoriais, alterações químicas, perdas dos compostos químicos voláteis responsáveis pelo sabor e aroma dos alimentos, previne também perdas por oxidação, escurecimento enzimático e não enzimático, desnaturação protéica, reduz danos na estrutura, textura e aparência, alterações estas

que são mais evidentes no processo de secagem por ar quente (OETTERER, 2006; CÁNOVAS; MERCADO, 2005).

Os produtos liofilizados podem ser reidratados voltando a sua estrutura original, o que ocorre como consequência do congelamento da amostra que reduz seu encolhimento após secagem, e forma uma estrutura esponjosa, devido a espaços ociosos em forma de agulha que previamente estavam ocupados por cristais de gelo. É nestes poros chamados micro regiões onde estão localizados os compostos voláteis. A estrutura das micro regiões depende da quantidade de pontes de hidrogênio, portanto a adição de água provoca alteração da mesma e perda dos voláteis (CÁNOVAS; MERCADO, 2005).

Mata *et al.* (2005), obtiveram graviola em pó através de liofilização, o produto foi reidratado e submetido a teste sensorial, onde o autor verificou que houve manutenção de grande parte das características sensoriais, quanto aos valores nutricionais suas alterações foram em virtude do produto ter sofrido concentração.

2.5 Hambúrguer

Carne é o tecido contrátil proveniente de qualquer animal, utilizado como alimento, porém não engloba os produtos animais como rins e fígado. Tem sido um dos componentes da dieta humana desde os tempos pré-históricos (FENNEMA, 2000).

Entende-se por carne Moída o produto cárneo obtido a partir da moagem de massas musculares de carcaças de bovinos, seguido de imediato resfriamento ou congelamento (BRASIL, 2003).

Atualmente existem muitos relatos que relacionam o consumo de carnes com o surgimento de câncer e doenças cardiovasculares, muitas pessoas por precauções com a saúde estão optando por uma dieta vegetariana (RAMOS; GOMIDE, 2007).

No entanto carnes apresentam um elevado teor protéico e aminoácidos essenciais, relativamente alto teor de lipídeos o que é importante na reposição de energia principalmente para pessoas envolvidas em trabalho pesado ou onde a ingestão diária total é limitada. É rico também em vitaminas do complexo B, especialmente tiamina, riboflavina, niacina, B₆ e B₁₂, além de vitamina A e minerais (VARNAM; SUTHERLAND, 1995).

O músculo bovino apresenta em sua composição em média 70,0 a 73,0 % de umidade, 20,0 a 22,0 % de proteínas, 4 a 8 % de lipídeos e 1,0 % de cinzas (FENNEMA, 2000).

O consumo de carne nos países em desenvolvimento tem aumentado continuamente, em média per capita de 10 kg em 1960 para 37 kg em 2000 de acordo com projeções da FAO (HEINZ; HAUTZINGER, 2007).

No Brasil a produção de carne representa a principal atividade econômica, detendo o maior rebanho comercial do mundo com cerca de 192,5 milhões de cabeças em 2004, é também o maior exportador de carne bovina. Dentre as indústrias do setor de alimentos a indústria de carnes é uma das principais, é responsável pela geração de empregos e volume de recursos e capital (RAMOS; GOMIDE, 2007).

A industrialização consiste na transformação das carnes em produtos cárneos, mais especificamente o termo carne processada significa produto salgado ou curado, reestruturados ou misturados com outros ingredientes. As carnes mais utilizadas como matérias-primas são bovina, suína e avícola. Os objetivos principais do processamento são aumentar a vida útil do alimento, desenvolver novos sabores e utilizar partes da carne de mais difícil comercialização, ao final obtém-se produtos muito diferentes do músculo intacto (TERRA, 1998; FENNEMA, 2000).

Um destes produtos potenciais é o hambúrguer definido de acordo com Ordoñez (2005b) como produto cárneo fresco de simples preparo até mesmo em escala industrial, elaborado à base de carnes moídas com ou sem gordura, acrescidos ou não de condimentos, especiarias e aditivos, não submetidos a tratamentos de dessecação, cozimento, ou salga.

A composição de hambúrguer pode constar de:

- Ingredientes obrigatórios: carne de diferentes espécies de animais de açougue;
- Ingredientes opcionais: gordura animal, gordura vegetal, água, sal, proteínas de origem animal e/ou vegetal, leite em pó, açúcares, malto dextrina, aditivos intencionais, condimentos, aromas e especiarias vegetais, queijos, outros recheios;
- Permite-se, no limite máximo de 30%, a adição de carne mecanicamente separada, exclusivamente em hambúrguer cozido. É permitida a adição de 4,0 % (máximo) de proteína não cárnica na forma agregada (BRASIL, 2000).

Os produtos cárneos podem ser classificados em frescos, crus condimentados, tratados pelo calor, embutidos curados e produtos salgados. Os hambúrgueres estão entre os produtos

cárneos frescos e devem ser conservados sob refrigeração até 4° C até o momento do consumo, a fim de assegurar sua qualidade microbiológica (ORDÓÑEZ, 2005b).

Conforme o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer é designado hambúrguer o produto que apresenta as seguintes características físico-químicas: gordura (máximo) 23 %, Proteína (mínimo) 15 %, carboidratos totais 3%, cálcio (máximo em base seca) 0,1% em hambúrguer cru e 0,45 % em hambúrguer cozido (BRASIL, 2000).

Novos produtos alimentícios são elaborados com o objetivo de satisfazer as exigências do consumidor quanto ao sabor aparência, valor e comodidade. A produção de alimentos com efeitos benéficos à saúde é uma proposta cada vez mais reconhecida pelo seu importante papel na prevenção e tratamento de enfermidades, por isto tem sido bastante focado pelas instituições e empresas envolvidas na produção alimentos funcionais (MAZZA, 2000).

Muitas substâncias têm sido utilizadas com o propósito de substituir gorduras em alimentos, preferencialmente aditivos que não apresentam valor calórico. São estas hidrocolóides, carragenas, maltodextrinas, gomas, alginato, amidos, hemiceluloses, celulose e derivados de celulose, além de misturas funcionais que são formuladas para alcançar especificamente a redução de gordura. No entanto alguns fatores sensoriais relacionados com a percepção bucal devem ser considerados ao reduzir a gordura no processamento de carnes, tais como, viscosidade, textura, corpo, lubricidade, suculência e mordida (PEARSON; GILLET, 1996; DESMOND; TROY, 1998).

O termo “light” pode ser utilizado quando o produto atende ao requisito “reduzido”, com redução mínima de 25 % do componente em questão. Para valor calórico reduzido deve haver diferença maior que 40 kcal / 100 g em sólido e 20 kcal / 100 g em líquido, do valor energético total. Em relação à gordura a diferença deve ser maior que 3 g / 100 g em alimento sólido e 1,5 g / 100 g em alimento líquido (BRASIL, 1998).

Seabra et al (2002) realizaram pesquisa com a adição de fécula de mandioca ou farinha de aveia como substitutos de gordura em hambúrguer de carne ovina, evidenciaram que houve melhor rendimento na cocção, melhor capacidade de retenção de água e menor força de cisalhamento quando comparados a hambúrguer sem estes ingredientes, observaram também que quando adicionados até 2% da formulação obteve um produto com baixo teor de gorduras e de qualidade sensorial aceitável.

2.6 Análise sensorial

Os alimentos são misturas complexas de compostos orgânicos e inorgânicos, arranjados em unidades estruturais. Não devem apenas suprir as necessidades nutricionais diárias, mas também apresentar aroma, sabor, aparência e consistência agradáveis, tornando-o mais palatável (RAMOS; GOMIDE, 2007).

Para avaliação da qualidade de um produto podem ser utilizados dois tipos de métodos, os objetivos que envolvem avaliações físicas, físico-químicas, químicas, biológicas, microbiológicas, e métodos subjetivos ou sensoriais que possibilitam uma avaliação do produto e de sua qualidade através da impressão de um indivíduo. A avaliação sensorial pode ser realizada por testes informais da qualidade, por painéis de analistas treinados ou por testes especiais pelos consumidores (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Apesar de aspectos de qualidade tais como, valor nutricional e contaminação microbiológica serem de grande importância, os consumidores, geralmente não têm capacidade de avaliá-los, portanto, normalmente a aceitação do produto esta relacionada com sua aparência no ponto de venda e características sensoriais. A percepção destas características resulta da estimulação de todos os sentidos humano pelas propriedades físico-químicas dos alimentos (RAMOS; GOMIDE, 2007; SARANTÓPOLOS; OLIVEIRA; CANAVESI, 2001).

A análise sensorial é realizada em função das respostas transmitidas pelos indivíduos às várias sensações que se originam de reações fisiológicas e são resultantes de certos estímulos, gerando a interpretação das propriedades intrínsecas aos produtos. Para isto é preciso que haja entre indivíduos e produtos, contato e interação. O estímulo é medido por processos físicos e químicos e as sensações por efeitos psicológicos (IAL, 2005).

As condições fisiológicas e sociológicas dos provadores são de grande importância, tendo em vista que a qualidade sensorial de um alimento está envolvida não apenas com as características do mesmo, mas também com as características do indivíduo, tais como idade, sexo, renda, localização, entre outras (MINIM, 2006).

Os testes sensoriais podem ser discriminativos, descritivos, testes com escala e testes afetivos, a seguir as definições destes:

Discriminativos ou de diferença – são considerados métodos objetivos, medem atributos específicos, indicando por comparações, se existem ou não diferenças estatísticas entre amostras (IAL, 2005).

Testes com escala – indicam o tipo ou a intensidade de uma resposta sensorial. Quanto à estrutura as escalas podem ser: estruturada verbal ou nominal, onde as categorias consistem em termos verbais; estruturada mista que usa adjetivos verbais e números para marcar cada categoria; escala não estruturada que possui apenas nos extremos termos que indicam a intensidade do atributo avaliado. Costumam variar de 5 a 15 pontos ou 5 a 15 cm nas escalas não estruturadas. (IAL, 2005; DUTCOSKY, 1996).

Testes descritivos – descrevem os componentes ou parâmetros sensoriais e medem a intensidade em que são percebidos (IAL, 2005).

Testes afetivos – determinam a preferência ou aceitação por parte dos consumidores.

2.6.1 Testes de aceitação com escala hedônica

Testes hedônicos são realizados por consumidores, a avaliação é feita através de escalas utilizadas para determinar o grau de gostar e desgostar de um determinado produto de forma globalizada ou de um atributo sensorial específico presente na amostra (DUTCOSKY, 1996).

As escalas mais utilizadas são as de sete e nove pontos, que contêm os termos situados, por exemplo, entre “gostei muitíssimo” e “desgostei muitíssimo” contendo um ponto intermediário com o termo “nem gostei, nem desgostei”. É importante que as escalas possuam número balanceado de categorias para gosto e desgosto (IAL, 2005; DUTCOSKY, 1996).

Através deste teste é possível descobrir o quanto as amostras diferem entre si e qual amostra apresenta maior intensidade do atributo sensorial em questão através de avaliação estatística dos dados coletados pela análise de variância, ANOVA e comparação das médias de pares de amostras pelo teste de Tukey (IAL, 2005; DUTCOSKY, 1996).

Neste teste deve ser utilizado delineamento em blocos completos e balanceados, para reduzir os efeitos de contraste e ordem de apresentação das amostras. Recomenda-se que todos os provadores provem todas as amostras, que devem ser oferecidas de forma monádica e sequencial, o ideal é que entre as amostras o provador faça consumo de água, pão ou biscoito de água e sal para que o nível de percepção do mesmo volte ao inicial (FERREIRA, 2004; SILVA, 1997).

2.6.2 Perfil de atitude

O perfil de atitude do provador é expresso por meio das escalas de atitude ou de intenção, onde o indivíduo expressa sua vontade em consumir, adquirir ou comprar, um produto que lhe é oferecido. As escalas mais utilizadas são as verbais de cinco a sete pontos. Os termos definidos podem ser, por exemplo, entre “provavelmente compraria” a “provavelmente não compraria” e, no ponto intermediário “talvez compraria, talvez não compraria”. Os dados são avaliados pelas frequências através dos gráficos de histogramas (IAL, 2005).

2.7 Análise estatística

Estatística é um conjunto de técnicas e métodos de pesquisa que entre outros tópicos envolve o planejamento do experimento a ser realizado, a coleta qualificada dos dados, a inferência, o processamento, a análise e a disseminação das informações. A Estatística tem por objetivo fornecer métodos e técnicas para lidarmos, racionalmente, com situações sujeitas a incertezas (ENCE, 2009).

A análise de variância ANOVA é uma técnica estatística de análise de dados que tem como objetivo principal obter uma estimativa exata e precisa do erro experimental. Através da ANOVA é possível determinar se existe diferença significativa entre as amostras através da obtenção do fator F calculado que será comparado com o F de valor fixo tabelado. Desde que haja diferença, a mesma pode ser determinada entre os pares de amostras através de testes de média como o de Tukey (DUTCOSKY, 1996).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Materiais

As amostras do resíduo do pedúnculo de caju (variedades anão e comum) foram fornecidas pela Companhia Industrial de Óleos do Nordeste (CIONE), obtidas a partir dos resíduos gerados pela extração da polpa.

Para elaboração dos hambúrgueres foi utilizado corte de músculo bovino, adquirido em estabelecimento comercial da cidade de Fortaleza e os ingredientes misturas comerciais próprias para hambúrguer, condimento real sabor elite (sal refinado 77 %, glutamato monossódico e proteína vegetal hidrolisada) e aglomax (70 % sal refinado, cebola desidratada, especiarias, antioxidante INS 316 e flavorizante aromas naturais) doados pela empresa Di' carne.

3.2 Métodos

3.2.1 Obtenção do resíduo de pedúnculo de caju em pó

Primeiramente na indústria os caju passaram por etapas de lavagem, seleção, retirada manual das castanhas, lavagem e sanitização, despulpamento em liquidificador industrial em seguida na despulpadeira e embalados em sacos de polietileno termoselados.

As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Frutos e Hortaliças do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará onde foram divididas em quatro porções para aplicação de diferentes tratamentos de acordo com o descrito na Tabela 5.

Tabela 4 – Amostras do resíduo do pedúnculo de caju e tratamentos recebidos

Amostra	Tratamento
A	In natura
B	Desidratação em estufa
C	Branqueamento e desidratação em estufa
D	Liofilização

Na Figura 3 está exposto o fluxograma de obtenção do resíduo do pedúnculo de caju em pó realizados nos laboratórios do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará.

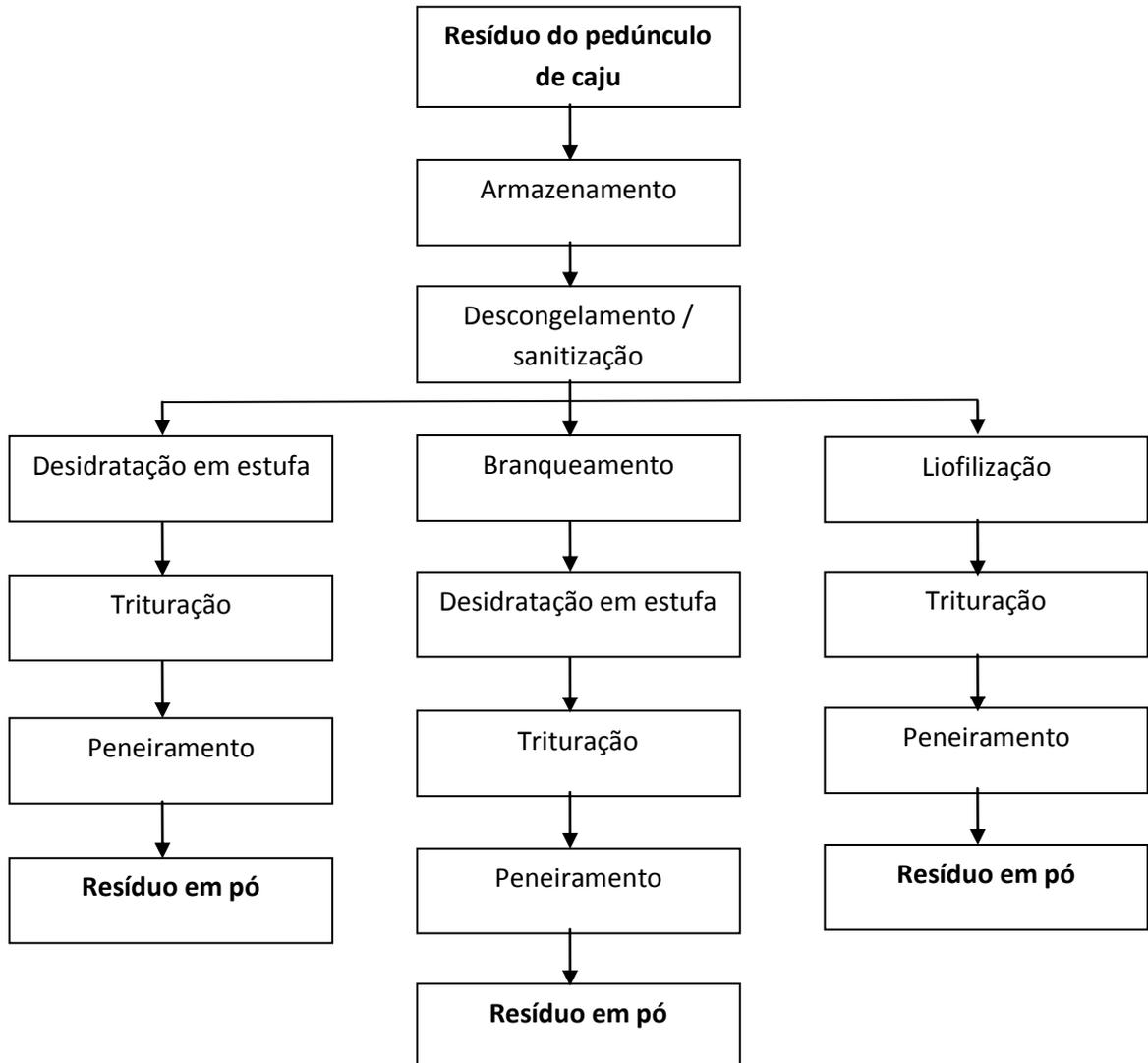


Figura 3 – Fluxograma para obtenção do resíduo do pedúnculo de caju em pó

a) Armazenamento, descongelamento e sanitização

O resíduo do pedúnculo de caju recém chegado da indústria foi armazenado em freezer a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, o descongelamento ocorreu sob refrigeração em temperatura aproximada de $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante a noite. Em seguida foi sanitizado em solução de hipoclorito de cálcio 200 ppm.

b) Branqueamento

O processo de branqueamento teve como objetivo minimizar o escurecimento da amostra durante o processo de desidratação e reduzir o aroma característico do caju. Procedeu-se por imersão em água a 100 °C por 1 minuto.

c) Desidratação em estufa com circulação de ar

A desidratação das amostras B e D ocorreu em estufa com circulação de ar da marca Marconi MA035 em bandejas de alumínio, com 300 g de amostra e um centímetro de espessura, sob temperatura de 60° C por 8 horas. Anteriormente foi determinado o tempo de secagem através de testes de umidade e atividade de água (aw) através de aparelho Pawkit portátil tendo como ideal o tempo de oito horas onde se obteve o equilíbrio da umidade e aw. Foi escolhido este tipo de desidratação devido sua praticidade e menor custo.

d) Liofilização

A liofilização da amostra D procedeu-se em liofilizador da marca Terroni modelo Enterpraise durante o período de 14 horas conforme especificações do fabricante. Foi utilizado com o objetivo de manter o máximo possível as características nutricionais e sensoriais da amostra.

e) Trituração e peneiramento

A trituração do resíduo seco foi realizada em multi-processador marca ARNO. Em seguida o resíduo de pedúnculo de caju em pó foi peneirado manualmente em peneira com abertura de 0,6 mm.

f) Acondicionamento do resíduo de pedúnculo de caju em pó

As amostras foram acondicionadas em vidros previamente higienizados por lavagem e imersão em solução de hipoclorito de cálcio seguido de imersão em água fervente por 20 minutos e cobertos com papel alumínio.

3.2.2 Análises químicas e físico-químicas do resíduo de pedúnculo de caju

As análises químicas e físico-químicas do resíduo de pedúnculo de caju foram realizadas nos laboratórios do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, exceto as análises de fibras detergente ácido e neutro realizadas no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará e fibra alimentar total, solúvel e insolúvel realizadas no Departamento de Nutrição e Saúde da Universidade Federal de Viçosa.

a) Umidade

Foram pesados 5 g de amostra em cápsulas de porcelana previamente taradas. As amostras foram aquecidas durante três horas, resfriadas em dessecador a temperatura ambiente e pesadas em balança analítica da marca SANEM, a operação de aquecimento e resfriamento foi repetida até massa constante. Os resultados foram expressos em porcentagem na base úmida. Análise realizada de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz, (2005).

b) Acidez titulável

A análise de acidez titulável seguiu normas do Instituto Adolfo Lutz (2005), onde 5 g da amostra foram adicionados 50 mL de água e três gotas do indicador fenolftaleína em Erlenmeyer e

titulado com NaOH 0,1 N em bureta de 25 mL, os resultados foram expressos em g/ 100 g de ácido cítrico.

c) pH

Foram utilizados 10 g de amostra em 100 mL de água destilada, agitado durante 30 minutos e mantido em repouso por 10 minutos, posteriormente o líquido sobrenadante foi recolhido em outro Becker e a leitura foi realizada com pHmetro da marca Quimis, previamente calibrado com solução tampão de pH 4,0 e 7,0, segundo normas descritas em Brasil (2005) para amostras sólidas.

d) Vitamina C

A determinação de vitamina C em 5 g de amostra, foi realizada através de titulação com solução de diclorofenol-2,6-indofenol (DFI), em que o ácido ascórbico reduz o corante indicador do DFI, no ponto final da titulação, o excesso de corante não reduzido confere uma coloração rosada à solução. No cálculo dos resultados utiliza-se o volume consumido de DFI para calcular o conteúdo de vitamina C expresso em mg/ 100 g, de acordo com Strohecker e Henning (1967).

e) Cinzas

As análises de cinzas foram realizadas segundo normas analíticas Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1999). Aproximadamente 5 g das amostras foram pesados em cadinhos previamente aquecidos em forno mufla a 550 °C em seguida carbonizados e levados à mufla para incineração a 550 °C, até ficarem brancas, após resfriamento em dessecador procederam-se as pesagens. Os resultados foram expressos em percentual de cinzas.

f) Açúcar total

A análise de açúcar total foi realizada pelo método DNS segundo metodologia descrita por Miller (1959). As amostras foram pesadas em quantidades específicas para cada tratamento, os extratos previamente preparados foram adicionados de solução de 3,5-dinitro-salicílico (DNS) e água, em seguida realizada a leitura em espectrofotômetro a 540 nm de absorbância.

g) Proteínas

O conteúdo de proteínas foi estimado baseado na determinação do teor de nitrogênio presente nas amostras, pelo processo de digestão de micro Kjeldahl em que a matéria orgânica foi decomposta e o nitrogênio existente transformado em amônia. Esta metodologia deu-se em três etapas digestão, destilação e titulação, utilizando-se 0,2 g de amostra. O conteúdo de nitrogênio das proteínas é de aproximadamente 16% por isto utilizou-se 6,25 como fator de conversão do nitrogênio total em proteína, os resultados foram expressos em percentual de proteínas (AOAC, 1999).

h) Lipídeos

A determinação de lipídeos foi realizada de acordo com metodologia descrita pela AOAC (1999) em que aproximadamente 2 g da amostra previamente desidratada passaram por extração dos lipídeos através do aparelho extrator de Soxhlet TE-044 da Technal, utilizando hexano como solvente, os resultados foram expressos em percentuais.

i) Fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA)

Para determinação de FDN em 0,3 g de amostra previamente desidratada foram utilizados 50 mL da solução detergente neutra. A determinação de FDA foi realizada com mesma quantidade de amostra e uma solução detergente ácida. As amostras foram digeridas em bloco

digestor da marca Technal, após este procedimento os resíduos foram transferidos quantitativamente para cadinhos filtrantes, filtrados sob vácuo, lavados com água quente (90 a 100 °C) para quebrar a malha que se forma, em seguida lavados duas vezes com 30 mL de acetona. Os cadinhos com resíduo foram levados à estufa para secagem durante a noite a 100 °C, resfriados e pesados. Os resultados foram expressos em percentuais de FDN e FDA, a análise foi realizada de acordo com a metodologia da AOAC (1999).

j) Fibra alimentar total (FAT), fibra alimentar insolúvel (FAI) e fibra alimentar solúvel (FAS)

A Determinação de fibras solúveis e insolúveis foi realizada pelo método enzimático-gravimétrico de Prosky (AOAC, 1999) em que as amostras foram tratadas com enzimas α -amilase, protease e amiloglucosidase e soluções tampões em diferentes níveis de pH e temperatura, para remoção total do amido e parcial da proteína. A análise foi realizada em uma quadruplicata para FAT e outra quadruplicata para FAI. A FAS foi determinada por diferença entre FAT e FAI. A metodologia foi realizada em 15 passos, descritos na Figura 4.

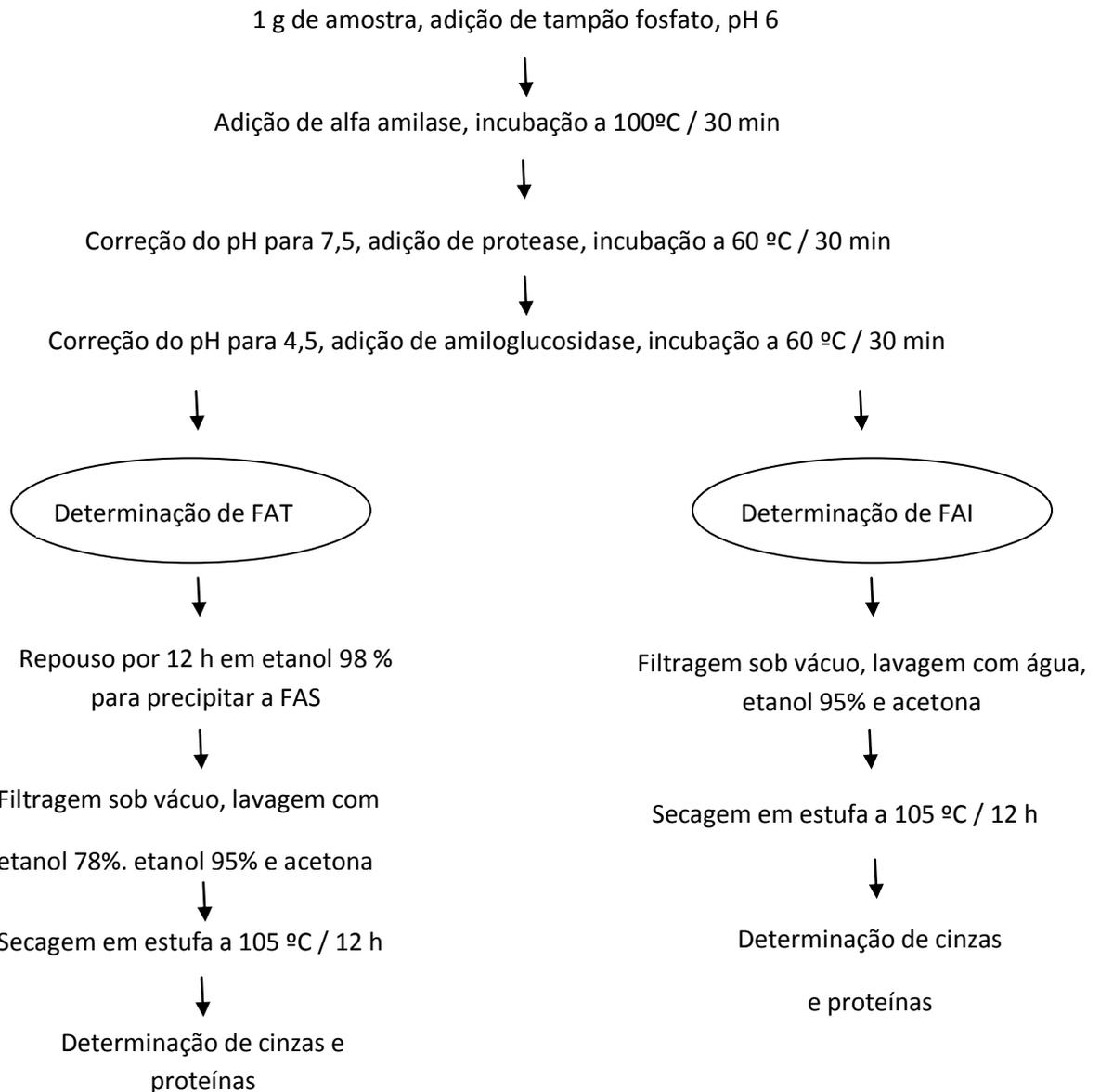


Figura 4 – Fluxograma de análise para determinação de fibra alimentar total (FAT) e (FAI)

3.2.3 Obtenção dos produtos “tipo hambúrguer”

A elaboração dos produtos “tipo hambúrguer” foi realizada no Laboratório de Carnes e Pescados do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará.

A formulação dos hambúrgueres ocorreu em duas etapas em que durante a primeira foi elaborada apenas uma formulação para cada tratamento com quantidades fixas de matérias-primas e ingredientes, com o objetivo de determinar qual dos tratamentos entre B (branqueamento e secagem em estufa), C (secagem em estufa) e D (liofilização) seria o mais aceito pelos consumidores para posteriormente, a partir deste, realizar a segunda etapa com diferentes percentuais de resíduo de pedúnculo de caju (RPC) e novamente determinar sensorialmente o mais aceito.

Foi utilizado corte de músculo bovino moído duas vezes no próprio estabelecimento comercial, e resíduo de pedúnculo de caju em pó apenas das amostras desidratadas B, C e D como matérias-primas. Os ingredientes foram misturas próprias para hambúrguer condimento real sabor elite (sal refinado 77 %, glutamato monossódico e proteína vegetal hidrolisada) e aglomax (70 % sal refinado, cebola desidratada, especiarias, antioxidante INS 316 e flavorizante aromas naturais).

A carne moída foi dividida em porções com as quantidades exatas para cada formulação, ao chegar ao laboratório de processamento de carnes foi armazenada em freezer horizontal até atingir temperatura aproximada de -3,0 a -1,0 °C a qual foi controlada durante todo o período do processamento.

As quantidades de resíduo de pedúnculo de caju utilizadas nas formulações foram determinadas de acordo com previsto na Portaria nº 27, de 13/01/98 em que um alimento é considerado fonte de fibras se ele apresentar em sua composição o mínimo de 3 g de fibra alimentar e para alimentos considerados com alto teor em fibras a quantidade mínima é de 6 g por 100 g do alimento.

A elaboração da primeira etapa dos hambúrgueres ocorreu antes da conclusão das análises de fibra alimentar, portanto fez-se uma estimativa através da média dos teores em fibra alimentar total (FAT) encontrados por Lima *et al.* (2004) (61,21 %) e Matias (2005) (37,74 %) a , resultando em 49,50 % de FAT.

Para 49,50 % de FAT é possível obter 4,45 % de FAT em 100 g de hambúrguer contendo 9 g de resíduo de pedúnculo de caju em pó. Em relação à Portaria 27/01/98 acima descrita, a quantidade escolhida ficou entre as designações de fonte e elevado teor de fibras.

Para o preparo da massa inicialmente adicionou-se à carne os ingredientes Aglomax e condimento Real sabor elite em quantidades sugeridas pelo fornecedor, em seguida adicionou-se o

resíduo de pedúnculo de caju e misturou-se durante tempo padrão de dez minutos até obter uma mistura homogênea.

A massa de carne obtida foi pesada em porções de 52 g, em seguida os hambúrgueres foram moldados manualmente em placas de Petri descartáveis, acondicionados em embalagens plásticas e armazenados em freezer a -18.

As proporções utilizadas para a primeira etapa de formulação dos hambúrgueres estão descritas na Tabela 5.

Tabela 5 - Primeira formulação de hambúrgueres em (%) por porção de 100 g

Tratamento	Carne (%)	RPC (%)	Ingredientes (%)
B (Secagem em estufa)	86,70	9,00	4,30
C (Branqueamento + secagem em estufa)	86,70	9,00	4,30
D (Liofilização)	86,70	9,00	4,30

A segunda etapa de formulação de hambúrgueres ocorreu já com os resultados da primeira análise sensorial e com o tratamento de desidratação mais apropriado definido. Os resultados referentes à análise de fibra alimentar também estavam disponíveis.

Foram elaboradas quatro formulações das quais o percentual de matéria-prima variou de 81,42 – 95,69 % de carne e de zero (controle) a 14,27 % de resíduo de pedúnculo de caju, conforme indicado na Tabela 6.

Tabela 6 - Segunda formulação de hambúrgueres em (%) por porção de 100 g

Formulação	Carne (%)	RPC (%)	Ingredientes (%)
F1 (controle)	95,69	0,0	4,31
F2 (7,13 %)	88,56	7,13	4,31
F3 (10,70 %)	84,99	10,70	4,31
F4 (14,27 %)	81,42	14,27	4,31

3.2.4 Análises físico-químicas dos produtos “tipo hambúrguer”

Realizadas no Laboratório de Carnes e Pescados do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará.

As análises físico-químicas das quatro formulações de hambúrgueres referentes à segunda etapa foram realizadas em triplicata. As determinação de umidade, pH, cinzas e lipídeos, seguiram o mesmo procedimento descrito no item 3.2.2.

Para fins de comparação dos resultados foi realizado um levantamento a respeito da composição centesimal de hambúrgueres de cinco marcas comerciais, de acordo com valores informados nos rótulos dos produtos.

a) Umidade (IAL, 2005)

b) pH (IAL, 2005)

c) Cinzas (IAL, 2005)

d) Lipídeos (AOAC, 1999)

e) Proteínas

Realizado com 1,0 g de amostra através do método de macro Kjeldahl. De acordo com normas analíticas da AOAC (1999).

f) Fibra alimentar total (FAT), fibra alimentar insolúvel (FAI) e fibra alimentar solúvel (FAS)

A determinação de fibra alimentar nos hambúrgueres foi realizada através de uma estimativa para as diferentes proporções do resíduo de pedúnculo de caju em pó adicionados às formulações, baseada nos valores obtidos nas análises de fibra alimentar do resíduo.

g) Carboidratos totais

A determinação de carboidratos foi realizada por diferença entre as análises de proteínas, lipídeos, cinzas e umidade, incluindo o valor de fibra alimentar, através da Equação 2, segundo TACO (2006).

$$CT = [100 - (\text{total proteínas g} + \text{lipídeos g} + \text{cinzas g} + \text{umidade g})] \quad (2)$$

h) Valor calórico

O valor calórico foi calculado através da metodologia descrita por Taco (2006) de acordo com Equação 3.

$$V. \text{ calórico} = [(4 \times \text{proteínas g}) + (4 \times (\text{carboidratos totais} - \text{fibra alimentar})) + (9 \times \text{lipídeos g})] \quad (3)$$

3.2.5 Análises de rendimento e força de cisalhamento dos produtos “tipo hambúrguer”

As análises de rendimento e força de cisalhamento foram realizadas no Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa. Também utilizando as formulações de hambúrgueres referentes à segunda etapa de formulação.

a) Rendimento após cocção

A análise de rendimento após cocção determinou o percentual de perda de massa das amostras após cocção. As amostras foram pesadas em balança da marca Technal, grelhadas em *grill* elétrico durante 12 minutos de acordo com Seabra *et al.* (2002) e pesadas novamente. O cálculo para determinar o percentual de rendimento está descrito na Equação 4 descrita por Berry (1992).

$$\% \text{ rendimento} = \frac{\text{massa da amostra cozida} \times 100}{\text{massa da amostra crua}} \quad (4)$$

b) Porcentagem de encolhimento após cocção

A porcentagem de encolhimento foi determinada através da medida do diâmetro dos hambúrgueres, utilizando paquímetro digital da marca Motomco Digimatic Caliper antes e após cocção segundo metodologia descrita por Berry (1992), conforme expresso na Equação 5.

$$\% \text{ encolhimento} = \frac{(\text{diâmetro da amostra crua} - \text{diâmetro da amostra cozida}) \times 100}{\text{diâmetro da amostra crua}} \quad (5)$$

c) Força de cisalhamento

A análise de força de cisalhamento está relacionada com a textura do produto. Foi realizada em equipamento Texturômetro TA-HDi (Stable micro Systems) equipado com célula de Warner-Bratzler, operando com velocidade de 3,3 mm/s, de acordo com método descrito por Ramos e Gomide (2007). Foi realizada com hambúrgueres cozidos, de cada amostra foram retirados oito pedaços de 2,5 cm de comprimento medidos com paquímetro digital, segundo Seabra *et al.* (2002).

3.2.6 Análise sensorial

As análises sensoriais foram realizadas com 60 estudantes, nos refeitórios da Escola de Ensino Fundamental e Médio Santo Afonso e da Escola de Ensino Fundamental e Médio Felix de Azevedo em Fortaleza.

As duas etapas de análise sensorial foram realizadas através da aplicação do teste de Escala Hedônica estruturada mista com adjetivos verbais, numéricos e faciais. A escala constou de nove pontos onde a extremidade esquerda era equivalente à opção “desgostei muitíssimo” e nota 1, a direita “gostei muitíssimo” e nota 9, no meio da escala havia o ponto intermediário “não gostei nem desgostei” com nota 5. A análise de perfil de atitude foi realizada com escala de 5 pontos variando de “comeria sempre” a “nunca comeria”. A ficha utilizada na análise sensorial está exposta no Anexo F.

As características sensoriais avaliadas na primeira etapa de análise foram aroma e sabor, na segunda etapa foram avaliados aroma, sabor, impressão global e perfil de atitude.

Os hambúrgueres foram grelhados na hora do teste na cozinha das escolas em *grill* elétrico durante doze minutos e virados a cada dois minutos segundo Seabra *et al.* (2002).

Os provadores foram dispostos em mesas individuais e as amostras servidas de forma monádica e sequencial, acompanhadas de água e bolacha tipo “cracker” para consumo entre as amostras.

3.2.7 Análise estatística

Os dados gerados em todas as análises foram, foram tratados estatisticamente pelo teste de ANOVA e Tukey através do programa Statistica 7 ao nível de 5% de significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises químicas e físico-químicas do resíduo de pedúnculo de caju

Os resultados das análises químicas e físico-químicas do resíduo de pedúnculo de caju estão expostos na Tabela 7 e em gráficos no Anexo A.

Tabela 7 – Resultados das análises químicas e físico-químicas do resíduo de pedúnculo de caju

Análises	Úmida (A)	Desidratação em estufa (B)	Branqueamento + desidratação em estufa (C)	Liofilização (D)
Umidade (%)	75,74 ^a ± 2,83	6,80 ^b ± 0,95	5,57 ^b ± 0,04	4,04 ^b ± 0,41
Acidez (g/100 g)	0,50 ^a ± 0,18	2,61 ^a ± 0,75	1,52 ^a ± 0,67	3,10 ^a ± 0,81
pH	3,31 ^a ± 0,13	3,48 ^a ± 0,13	3,51 ^a ± 0,07	3,39 ^a ± 0,11
Vitamina C (mg/100 g)	2,70 ^a ± 0,42	9,32 ^b ± 2,12	6,92 ^{ab} ± 1,27	6,61 ^{ab} ± 1,70
Açúcar total (%)	2,48 ^a ± 0,03	9,86 ^b ± 1,48	5,06 ^a ± 0,03	10,71 ^b ± 0,23
Cinzas (%)	0,26 ^a ± 0,11	1,09 ^b ± 0,02	1,04 ^b ± 0,04	1,20 ^b ± 0,22
Lipídeos (%)	0,24 ^a ± 0,04	1,07 ^b ± 0,02	1,00 ^b ± 0,08	2,81 ^c ± 0,12
Proteínas (%)	2,07 ^a ± 0,01	10,56 ^b ± 0,49	10,91 ^b ± 0,12	9,80 ^b ± 0,02
FDN (%)	9,81 ^a ± 0,23	54,07 ^b ± 0,55	60,28 ^c ± 2,54	50,85 ^b ± 0,20
FDA (%)	5,84 ^a ± 0,22	24,73 ^b ± 4,49	24,56 ^b ± 0,51	21,48 ^b ± 0,78
Fibra total (%)	12,51 ^a ± 0,12	53,71 ^b ± 0,73	56,74 ^c ± 6,90	40,35 ^b ± 0,64
Fibra insolúvel (%)	12,41 ^a ± 0,12	48,70 ^a ± 0,12	49,98 ^a ± 0,12	33,03 ^a ± 0,12
Fibra solúvel (%)	0,09 ^a ± 0,02	5,02 ^b ± 0,48	6,77 ^b ± 0,45	7,33 ^c ± 1,31

Letras iguais na mesma linha, não há diferença significativa ao nível de 5%

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 7, observa-se que as análises de umidade apresentaram diferença significativa entre a amostra úmida (A) com 75,74 % de umidade e as amostras submetidas a diferentes processos de desidratação (B, C e D) com resultados entre 4,04 % e 8,60 %. O conhecimento da quantidade de água nos diferentes tratamentos do resíduo do pedúnculo de caju foi de grande importância principalmente para a quantificação dos demais

componentes das amostras, tendo em vista que o processo de desidratação é capaz de concentrar uma grande parte dos macronutrientes.

Ferreira *et al.* (2004) caracterizaram resíduo de pedúnculo de caju úmido e obtiveram 74,6 % de umidade. Uchôa (2007) em análise de resíduo de pedúnculo de caju desidratado em estufa a vácuo a 65 °C encontrou 6,99 % de umidade.

Em frutos a determinação de acidez está relacionada com seu estágio de maturação e é alterada por qualquer tipo de deterioração (IAL, 2005; Belitz; Grosch, 2004). Neste estudo não houve diferença entre nenhuma das amostras, apresentando valores de 0,50 a 3,10 g de ácido cítrico/ 100 g. Matias (2005) obteve valores intermediários aos deste trabalho com respectivamente 1,34 e 2,68 g/ 100 g para resíduo úmido e desidratado.

As análises de pH não apresentaram diferença entre nenhuma das amostras, os valores variaram de 3,31 a 3,51 resultados estes que ficaram próximos aos encontrados por Matias (2005) com pH de 4,01 em caracterização do resíduo de pedúnculo de caju úmido e pH de 3,82 na amostra desidratada. Uchôa (2007) elaborou pó alimentício de resíduo de pedúnculo de caju e também obteve resultado de pH um pouco mais elevado 4,52.

Embora o caju seja um fruto de pH naturalmente ácido, ainda pode ocorrer redução durante o processo de secagem e armazenamento (FILHO *et al.*, 1999). O resíduo em pó do pedúnculo de caju é um produto alimentício considerado muito ácido, pois o pH está abaixo de quatro, assim o desenvolvimento microbiano fica restrito quase que exclusivamente a bolores e leveduras (FRANCO, 2005), para o caso do produto desidratado torna-se mais difícil a ocorrência da contaminação inclusive por estes microorganismos.

O teor de vitamina C pode ser utilizado como índice de qualidade dos alimentos, porque varia no produto de acordo com as condições de cultivo, armazenamento e processamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Neste trabalho a análise de vitamina C apresentou resultados baixos com diferença significativa entre as amostras A (úmida) e B (desidratada em estufa). Galvão (2006) também encontrou valores baixos, de 4,50 mg/ 100g em resíduo de pedúnculo de caju úmido. Em relação ao estudo de Uchôa (2007) os resultados encontram-se abaixo dos valores determinados pelo mesmo com 34,72 mg/ 100 g em resíduo desidratado.

O caju é um dos frutos mais ricos em vitamina C, principalmente a polpa. Filho (1999) em determinação de vitamina C na polpa do pedúnculo de caju obteve 126,57 mg/ 100g e após

branqueamento da polpa houve redução de 23 % deste constituinte, perda esta associada principalmente ao efeito do calor. Devido à grande solubilidade da vitamina C em soluções aquosas, sua perda pode ocorrer por lixiviação durante o corte ou danos físicos nos vegetais ou degradação química por oxidação (FENNEMA, 2000).

Para a análise de cinzas a amostra A, apresentou menores valores (0,26 %) devido sua maior quantidade de água. Em relação às amostras desidratadas os resultados estão apenas um pouco abaixo do encontrado por Lima, García e Lima (2004) com 2,35 %, e mais próximos ao encontrado por Uchôa (2007) 1,78 % de cinzas. Galvão encontrou 0,45 % em resíduo de pedúnculo de caju úmido.

Quanto aos açúcares totais as amostras B (desidratada em estufa) e D (liofilizada) apresentaram os valores mais elevados 9,86 % e 10,71 %, respectivamente, pois houve concentração dos açúcares pela desidratação, o mesmo não ocorreu com a amostra C com 4,31 %, devido ao processo de branqueamento em água a 100 °C ao qual a amostra foi submetida antes da secagem, o que ocasionou a extração de boa parte dos açúcares presentes não havendo, portanto, diferença entre esta e a amostra úmida (A) não concentrada com 2,48 %.

Durante a desidratação e o armazenamento pode ocorrer hidrólise dos açúcares (Filho *et al.* 1999). Alguns autores encontraram resultados diversificados, Lima, García e Lima (2004) obtiveram 36,22 % em resíduo de pedúnculo de caju desidratado, Matias (2005) obteve 7,68 % em amostra úmida e 16,86 % em desidratada, Galvão (2006) obteve 3,83 % de açúcar total, os resultados dos dois últimos autores estão mais próximos dos apresentados na Tabela 7.

As amostras desidratadas não apresentaram diferença significativa entre si para a análise de proteínas que variaram entre 9,80 e 10,91 %, porém apresentaram maiores teores em relação à amostra A (úmida), fato que também se justifica na concentração deste constituinte após secagem. Ferreira (2004) em estudo com resíduo de pedúnculo de caju úmido obteve como resultado 14,20 %, valor um pouco acima dos encontrados neste trabalho, Ferreira *et al.* (2007) em resíduo seco encontraram o resultado de 18,20 % de proteínas resultado também superior. Matias (2005) obteve 1,83 % para resíduo úmido e 3,25 % para resíduo de pedúnculo de caju desidratado, neste o resultado para o resíduo seco está abaixo do encontrado no presente estudo.

Os maiores teores em lipídeos foram encontrados na amostra liofilizada com 2,81 % e menores na amostra úmida com 0,24 %, não houve diferença entre as duas amostras desidratadas em estufa B e C. Matias (2005) obteve resultados equivalentes 0,38 % e 1,3 % para amostra úmida e

desidratada em estufa, respectivamente. O resultado encontrado por Galvão (2006) 0,01 % de lipídeos ficou bastante abaixo. Os maiores valores para amostra liofilizada devem-se ao fato de que nas amostras desidratadas em estufa os lipídeos podem ser perdidos proporcionalmente ao calor, havendo fusão do mesmo (PRICE; SCHWEIGERT, 1999).

De acordo com o exposto na Tabela 7 os teores de FDN e FDA também apresentaram-se mais concentrados nas amostras desidratadas. Os valores de FDN variaram de 9,81 a 60,28 %, não houve diferença apenas entre as amostras B (desidratada em estufa) e D (liofilizada). Em FDA houve diferença entre A (úmida) com 5,84 % e as amostras desidratadas que variaram de 21,48 a 24,73 %. Os resultados ficaram baixos em comparação com os trabalhos realizados com resíduo de pedúnculo de caju desidratado, por Ferreira *et al* (2004) encontrando 76,7 % de FDN e 46,6 % de FDA e também por Ferreira *et al* (2007) com 72,2 % de FDN e 56,5 % de FDA.

Botelho, Conceição e Carvalho (2002) analisaram casca e cilindro de abacaxi fresco e obtiveram 3,83 % de FDA e 8,02% de FDN na casca e 1,60 % FDA e 2,73 % de FDN no cilindro, pode-se considerar que os resultados obtidos foram mais baixos em comparação com os resultados do resíduo úmido do pedúnculo de caju (A) do presente trabalho.

Os diferentes tipos de tratamentos os quais o resíduo de pedúnculo de caju foi submetido não causaram grandes modificações na composição de fibra alimentar. Diferenças significativas em 5 % foram observadas entre as amostras desidratadas e a úmida. As médias para FAT ficaram entre 12,51 e 56,74 %.

Lima, García e Lima (2004) analisando o resíduo do pedúnculo de caju desidratado encontraram valores um pouco mais elevados 61,21 % de FAT e para FAS 13,25 %, porém Uchôa (2007) obteve resultados inferiores com 3,26 % de FAT em resíduo de pedúnculo de caju desidratado. Matias (2005) encontrou os valores mais próximo com 37,74 % de FAT em resíduo desidratado. Em análise do resíduo de pedúnculo de caju úmido, Guerra e colaboradores (2004) encontraram 2,66 % de FAT, sendo 2,65 % FAI e 0,01 % FAS, resultados também inferiores.

Os resultados deste trabalho apresentaram-se melhores em comparação com o encontrado por outros autores em diferentes frutas. Guerra *et al.* (2004) determinaram fibra alimentar em goiaba liofilizada com casca e semente e encontraram teores de 10,61 % de FAT, o experimento também foi realizado com a parte comestível de manga obtendo 3,27 % de FAT. Carvalho e colaboradores (2004) analisaram fibra alimentar total em polpas de diferentes variedades de manga e obtiveram resultados entre 1,71 e 2,80 % de FAT. Silva e colaboradores (2008)

determinaram fibra alimentar em carambola e bacuri liofilizados sem casacas e sementes, encontrando resultados de 2,50 % de FAT na carambola e 2,10 % no bacuri.

Em comparação com outros produtos que apresentam elevado teor de fibras e que são comumente utilizados como ingredientes em alimentos o resíduo de pedúnculo de caju apresenta maiores concentrações deste constituinte. Por exemplo, as análises de aveia por Marques (2007) que encontrou 12,69 %, Silva *et al.* (2006) com 9,11 % e Silva *et al.* (2003) obtiveram 35,2 % de FAT, Gutkoski e Trombetta (1999) encontraram variações de 9,62 % e 13,86 %. Resultados inferiores também foram encontrados por Silva *et al.* (2003) com 20,3 % de FAT em milho.

Os resultados deste estudo apresentaram elevado conteúdo em fibra alimentar, no entanto as proporções variaram de 0,80 a 18,14 % de FAS e 81,86 a 99,20 % de FAI. O FDA recomenda ingestão de fibra alimentar nas proporções de 70 a 75 % de FAI e 25 a 30 % de FAS, o que deve ser complementado através do consumo de outros alimentos fontes de fibra alimentar principalmente solúvel.

4.2 Análises físico-químicas dos produtos “tipo hambúrguer”

Na Tabela 8 estão expostas as composições centesimais informadas nos rótulos de hambúrgueres bovinos de cinco marcas comerciais, para fins de comparações.

Tabela 8 – Valor calórico, carboidratos, proteínas, gordura e fibras em porções de 100g de quatro marcas comerciais de hambúrguer bovino

	Marca 1	Marca 2	Marca 3	Marca 4	Marca 5
Val. Calórico (kcal)	199,0	225,0	225,0	234,0	183,0
Carboidratos (%)	2,5	2,5	3,0	2,5	3,5
Proteínas (%)	16,3	16,3	15,0	17,5	10,5
Lipídeos (%)	13,7	17,5	17,5	17,5	13,7
Fibras (%)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Os resultados físico-químicos dos produtos “tipo hambúrguer” estão expostos na Tabela 9 e gráficos no Anexo B.

Tabela 9 - Resultados das análises físico-químicas dos produtos “tipo hambúrguer”

Análises	F1 (controle)	F2 (7,13 %)	F3 (10,70 %)	F4 (14,27 %)
Umidade (%)	71,10 ^a ± 0,25	69,29 ^b ± 0,03	66,12 ^c ± 1,00	63,38 ^d ± 0,09
pH	6,07 ^a ± 0,01	5,71 ^b ± 0,00	5,56 ^c ± 0,01	5,33 ^d ± 0,00
Cinzas (%)	4,00 ^a ± 0,01	3,95 ^a ± 0,04	3,86 ^a ± 0,03	3,71 ^a ± 0,4
Lipídeos (%)	2,05 ^a ± 0,03	1,64 ^b ± 0,12	1,41 ^{bc} ± 0,14	1,34 ^c ± 0,09
Proteínas (%)	22,45 ^a ± 0,23	20,84 ^b ± 0,90	20,53 ^b ± 0,45	20,60 ^b ± 0,38
Carboidratos totais (%)	0,39 ^a ± 0,24	4,28 ^b ± 0,77	8,08 ^c ± 0,83	10,96 ^d ± 0,30
FAT (%)	0,0	3,83	5,75	7,66
FAI (%)	0,0	3,47	5,21	6,95
FAS (%)	0,0	0,36	0,54	0,72
Valor calórico (kcal)	109,80 ^a ± 0,85	99,92 ^b ± 0,58	104,14 ^{ab} ± 4,47	107,67 ^a ± 1,72

Letras iguais na mesma coluna, não há diferença significativa ao nível de 5%

Conforme exposto na Tabela 9, as análises físico-químicas dos produtos “tipo hambúrguer” demonstraram que os teores de umidade decrescem com o incremento do resíduo de pedúnculo de caju em pó, apresentando diferença significativa entre as diferentes formulações, os resultados ficaram entre 63,38 % e 71,10 %. Resultados equivalentes ao encontrado por Marques (2007) em hambúrgueres elaborados com carne bovina e diferentes frações de farinha de aveia.

Para análise de pH houve diferença entre todas as formulações de hambúrguer com resultados variando entre 5,33 e 6,07. Marques (2007) também obteve valores equivalentes com 5,78 a 5,87, já Lima (2008) formulou hambúrguer exclusivamente vegetal à base de resíduo de pedúnculo de caju e obteve pH um pouco abaixo 4,75. A carne bovina moída é um produto de baixa acidez, apresenta pH na faixa de 5,1 a 6,2 (FRANCO; LANDGRAF, 2005), a adição do resíduo de

pedúnculo de caju contribuiu para reduzir gradativamente o pH do produto, no entanto os níveis não ficaram abaixo do padrão para carnes (5,1).

O conteúdo de cinzas dos produtos depende das características das matérias-primas e da quantidade e qualidade dos ingredientes utilizados, estes últimos apresentam algumas substâncias, entre elas o sal, que ocasionam o aumento do teor de cinzas. Neste estudo, não houve diferença significativa ao nível de 5 % entre as quatro formulações, conforme Tabela 9 variando de 3,71 e 4,00 % os resultados apresentaram-se acima do encontrado por Seabra *et al.* (2002) com 1,06 % e 1,10 % de cinzas respectivamente em hambúrgueres formulados com carne ovina adicionados de fécula de mandioca e farinha de aveia.

Observa-se na Tabela 9 que a porcentagem de lipídeos reduziu em até 35 % com o acréscimo de resíduo de pedúnculo de caju, com teores variando de 1,34 a 2,05 % de lipídeos, houve diferença significativa entre a formulação controle F1 e as formulações com adição do resíduo, também entre F2 e F4. Pode-se considerar as formulações F2, F3 e F4 como produtos *lights* quando comparados com F1 (controle), devido a redução de mais de 25 % do teor de lipídeos, conforme determina Brasil (1998). As quatro formulações ficaram também dentro do previsto pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para Hambúrguer que determina o máximo de 25 % de gordura.

Hambúrgueres de marcas comerciais apresentam 11 a 14 % de lipídeos de acordo com os valores expostos nos rótulos (Tabela 8), valores estes mais elevados inclusive em relação ao controle (F1), o que ocorreu devido a utilização no presente trabalho de um corte de carne com baixo teor de gorduras. Marques (2007) ao adicionar diferentes proporções de farinha de aveia em hambúrguer obteve oscilações nos resultados, os maiores valores foram os das amostras com adição da farinha em razão da quantidade relativamente alta de lipídeos presente na aveia o que não ocorre com o caju, em consequência disto o autor obteve valores um pouco mais elevados em comparação a este estudo, entre 2,45 % e 3,80 %. Os resultados deste trabalho foram mais próximos aos de Galvão (2006) que obteve 0,54 % a 1,49 % em hambúrguer vegetal elaborado apenas com resíduo de pedúnculo de caju e ingredientes.

Garcia (2001) adicionou 1,5 % e 3 % de fibras alimentares à base pêssego, maçã e laranja em salsichas e também obteve bons resultados, reduzindo a quantidade de gordura dos produtos em até 35%.

O caju apresenta baixo conteúdo de proteínas, portanto para esta análise o resultado foi maior na formulação F1 (controle) com 22,45 %, havendo diferença em 5 % de significância entre estas e as demais que apresentaram valores entre 20,53 e 20,84 %. Os valores estão próximos aos resultados apresentados por Marques (2007) de 17,21 % a 18,90 % em hambúrguer adicionado de farinha de aveia e por Seabra *et al.* (2002) com 17,98 % no hambúrguer com adição de fécula de mandioca e 18,09 % no hambúrguer com farinha de aveia. E maiores em relação aos hambúrgueres vegetais elaborados com resíduo de pedúnculo de caju e condimentos por Lima (2008) que obteve 5,75 %. De acordo com a pesquisa realizada com os hambúrgueres bovinos de marcas comerciais (Tabela 8) este trabalho também apresentou melhores resultados.

Os valores de carboidratos totais foram crescentes com o aumento da quantidade do resíduo de pedúnculo de caju, com 0,39 a 10,96 %, houve diferença significativa entre todas as amostras. Os resultados ficaram inferiores ao encontrado por Lima (2008) com 33,99 % em hambúrguer vegetal à base de caju. Marques (2007) em hambúrgueres bovinos com adição de farinha de aveia e controle obteve valores com variação de 2,82 % a 15,02 % com valores também crescentes com o incremento de aveia.

O Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para Hambúrguer do Ministério da Agricultura determina que estes produtos, devem apresentar em sua composição o mínimo de 15 % de proteínas e máximo 3% carboidratos totais. De acordo com a Tabela 9, dentre os produtos desenvolvidos, todos estão dentro do padrão para proteínas, em relação a carboidratos, apenas F1 encontra-se dentro do previsto pelo regulamento, por isto não podem ser designados como hambúrguer, mas sim produto “tipo hambúrguer”.

Os teores de fibra alimentar total ficaram entre 0 e 7,66 %. Pode-se considerar que as formulações F2 e F3 são produtos fontes de fibras por apresentar mais de 3 g/ 100g de fibra alimentar e F4 apresenta alto teor de fibra alimentar, pois apresenta mais de 6 g/ 100 g de acordo com a Portaria nº 27 de 13 janeiro de 1998. As proporções ficaram em 8,33 % de FAS para 90,67 % de FAI, diferentes do recomendado pelo FDA, o que sugere que a dieta deve ser complementada com outro alimento rico principalmente em fibra solúvel.

Os hambúrgueres de carne bovina adicionados de 6,88 – 25 % de farinha de aveia elaborados por Marques (2007) apresentaram teores de 3,99 – 7,58 % de fibra alimentar total, o que indica que para a farinha de aveia atingir níveis de fibras próximos ao resíduo de pedúnculo de caju em hambúrgueres, uma quantidade maior desta farinha deve ser adicionada ao produto.

A formulação F1 apresentou o maior valor calórico devido seu maior teor em lipídeos e proteínas, não houve diferença entre esta e as formulações F3 e F4, porém observa-se na Tabela 9 dentre as amostras com adição do resíduo de pedúnculo de caju (F2, F3 e F4) que os valores aumentam com o acréscimo do mesmo, o que ocorre como consequência do aumento do percentual de carboidratos totais, diferente de F1 e da maioria dos produtos cárneos em que o elevado valor calórico está relacionado principalmente com o teor de gorduras.

Os resultados deste trabalho apresentaram-se melhores em relação aos hambúrgueres bovinos de marcas comerciais pesquisados que constavam em seus rótulos valores entre 183,0 e 234,0 kcal, melhores também quando comparados aos de Marques (2007) que apresentaram 196,42 a 250,00 kcal nos hambúrgueres adicionados de farinha de aveia.

4.3 Análise de rendimento e força de cisalhamento dos produtos “tipo hambúrguer”

Os resultados das análises de rendimento e força de cisalhamento estão expostos na Tabela 10 e gráficos no Anexo C.

Tabela 10 - Resultados das análises de rendimento e força de cisalhamento de produtos “tipo hambúrguer”

Análises	F1 (controle)	F2 (7,13 %)	F3 (10,70 %)	F4 (14,27 %)
Rendimento na cocção (%)	70,23 ^a ± 6,61	75,73 ^{ab} ± 6,09	79,38 ^{ab} ± 4,48	88,52 ^b ± 3,04
Encolhimento (%)	23,65 ^a ± 0,54	14,42 ^b ± 3,73	12,97 ^b ± 2,31	12,45 ^b ± 2,99
Força de cisalhamento (kgf)	3,88 ^a ± 0,20	4,43 ^b ± 0,10	4,86 ^c ± 0,16	3,36 ^d ± 0,80

Letras iguais na mesma coluna, não há diferença significativa ao nível de 5%

Observa-se que maior rendimento e menor percentual de encolhimento, foram obtidos com o aumento de resíduo de pedúnculo de caju em pó nas formulações, isto ocorreu devido à menor presença de água e lipídeos, constituintes que são parcialmente perdidos com a cocção.

Para análise de rendimento não houve diferença entre as formulações F2 e F3, entre F1 e F4 amostras com respectivamente, menor e maior teores de resíduo de pedúnculo de caju houve diferença em 5 % de significância. Nesta análise, Marques (2007) também verificou em hambúrgueres bovino com diferentes proporções de aveia que o menor rendimento foi para amostra sem adição de aveia. Seabra *et al.* (2002) adicionou fécula de mandioca ou farinha de aveia em hambúrgueres de carne ovina e obtiveram menor rendimento nas amostras sem adição dos mesmos.

A porcentagem de encolhimento após cocção apresentou melhores resultados para as formulações F2, F3 e F4, havendo diferença significativa apenas entre estas e F1 com 23,65 % de encolhimento. Resultados semelhantes foram obtidos por Seabra *et al.* (2002), as análises de Marques (2007) não apresentaram diferença significativa entre amostras com ou sem farinha de aveia.

Houve diferença significativa entre todas as formulações em análise de força de cisalhamento. Para as amostras F1 e F4 utilizaram-se as menores forças, provavelmente em F1 devido seu maior teor de água e gordura que lhe confere uma textura mais branda e F4 devido à maior quantidade de resíduo de caju em pó o que dificultou a aglutinação dos componentes dos hambúrgueres. Outro fator que pode contribuir para maior força de cisalhamento do produto é a presença de quantidade bastante superior de fibra insolúvel em relação à solúvel, já que esta última apresenta maior capacidade de retenção de água e formação de gel o que influi diretamente na textura do produto. Seabra *et al.* (2002) obteve menor força de cisalhamento nos hambúrgueres com adição de fécula de mandioca e farinha de aveia devido à presença de amido nas matérias-primas e de maior quantidade fibra solúvel na aveia.

4.4 Análise sensorial

Os resultados da primeira etapa de análise sensorial dos produtos “tipo hambúrguer” adicionados das amostras de resíduo de pedúnculo de caju desidratado sem estufa (B), branqueado e desidratado sem estufa (C) e liofilizado (D) estão descritos na Tabela 11 e gráficos expostos no Anexo D.

Tabela 11 – Resultados da primeira etapa da análise sensorial (escala de nove pontos)

Parâmetro sensorial	B	C	D
Aroma	5,9 ^a	5,7 ^a	5,3 ^a
Sabor	6,8 ^a	6,2 ^a	5,3 ^b

Letras iguais na mesma linha, não há diferença significativa ao nível de 5%

A primeira etapa de análise sensorial indicou o tratamento de secagem ideal para a formulação definitiva dos produtos “tipo hambúrguer”. A formulação com adição da amostra D apresentou os menores resultados com pontuação média equivalente aos termos da ficha sensorial (Anexo F) entre “nem gostei nem desgostei” e “gostei ligeiramente”, o que pode ter ocorrido devido à propriedade do tratamento de liofilização preservar os compostos voláteis responsáveis pelo aroma característico do fruto.

Embora o tratamento de branqueamento tenha como um de seus objetivos remover parte do aroma do fruto, a formulação com adição da amostra C não apresentou diferença significativa em relação a B, as notas de avaliação do tratamento B apresentaram notas quanto ao aroma entre “nem gostei nem desgostei” e “gostei ligeiramente”, para sabor ficaram entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”. Desta forma, a amostra B foi escolhida para compor a segunda etapa de formulação dos produtos “tipo hambúrguer”. Devido sua maior praticidade, menor custo de processo e maiores notas atribuídas pelos provadores.

Na tabela 12 encontram-se os resultados da segunda etapa de análise sensorial, da qual as formulações correspondem aos seguintes percentuais de adição do resíduo de pedúnculo de caju

F1 (controle), F2 (7,13 %), F3(10,70 %) e F4 (14,27 %) conforme o descrito na Tabela 6 e os gráficos encontram-se no Anexo E.

Tabela 12 – Resultados da segunda etapa de análise sensorial

Parâmetro sensorial	F1	F2	F3	F4
Aroma	5,8 ^a	4,8 ^b	4,4 ^{bc}	3,5 ^c
Sabor	6,4 ^a	5,8 ^{ab}	4,5 ^{ab}	3,7 ^b
Impressão global	6,3 ^a	5,1 ^b	4,7 ^{bc}	4,1 ^c
Perfil de atitude (%)	32,75	23,25	19,75	16,50

Letras iguais na mesma linha, não há diferença significativa ao nível de 5%

De acordo com a Tabela 12 nos testes sensoriais a formulação F1 apresentou os melhores resultados, para aroma, impressão global e perfil de atitude. Apesar disto observa-se que mesmo havendo diferença significativa, as pontuações dadas pelos provadores são bastante próximas, principalmente entre F1 e F2.

Quanto ao parâmetro sabor não houve diferença significativa entre F1, F2 e F3, que apresentaram notas sensoriais variando de desgostei ligeiramente a gostei moderadamente.

As pontuações decrescentes com o incremento de resíduo de pedúnculo de caju pode ser consequência da presença de taninos e devido ao pH mais baixo de F2, F3 e F4 que pode ter influenciado negativamente a aceitação do produto, mesmo estando este dentro dos padrões para carnes.

Observa-se ainda que mesmo para a formulação sem adição do resíduo de pedúnculo de caju (F1), os resultados ficaram com pontuação máxima de 6,4 equivalente ao termo sensorial entre gostei ligeiramente e gostei moderadamente, o que indica que as pontuações decrescentes para as demais formulações podem estar relacionadas não apenas com a adição do resíduo em pó, mas também com o processo tecnológico de elaboração dos hambúrgueres e sua formulação base.

Garcia (2001) adicionou fibras alimentares à base de cereais e frutos em salsichas e reduziu a quantidade de gordura adicionada aos produtos, o mesmo obteve perfil sensorial aceitável. Os melhores resultados sensoriais foram semelhantes aos da salsicha convencional, foram obtidos com as fibras de frutos e adição de até 1,5 % das mesmas, especialmente de laranja que obteve melhor textura provavelmente devido seu elevado teor de pectina (fibra alimentar solúvel) responsável pela retenção de água e formação de gel, e pêssego devido melhor sabor.

Lima (2008) elaborou hambúrguer vegetal à base de caju, a resposta sensorial ficou na média de “gostei ligeiramente” e em pesquisa de mercado o autor verificou que os hambúrgueres vegetais encontrados são 2,5 a 3,5 vezes mais caros do que os de carnes tradicionais, concluindo que a elaboração do produto à base de caju é uma alternativa promissora.

Galvão (2006) elaborou hambúrguer vegetal com resíduo de pedúnculo de caju e condimentos e comparou com hambúrguer bovino de marca comercial, o autor constatou que as notas sensoriais atribuídas aos quesitos sensoriais aroma, sabor e impressão global ficaram semelhantes para os dois produtos, referentes aos termos gostei moderadamente e gostei muito.

5 CONCLUSÃO

Relativamente ao tratamento térmico e processos de desidratação, as amostras branqueadas apresentaram significativa perda dos açúcares e a amostra liofilizada foi capaz de preservar maior parte dos lipídeos.

As principais diferenças na caracterização do resíduo de pedúnculo de caju ocorreram entre a amostra úmida e as amostras desidratadas, entre estas últimas houve diferença nas análises de açúcar total, FDN, lipídeos e fibra alimentar total, entre no máximo duas das amostras.

Em relação à fibra alimentar os maiores teores encontrados foram na amostra que passou por branqueamento e desidratação em estufa com 56,74 % de fibra alimentar total, o que demonstra que o resíduo de pedúnculo de caju pode ser um produto promissor para elaboração de alimentos funcionais.

Os produtos “tipo hambúrguer” elaborados com as amostras desidratada em estufa (B) e branqueada seguida de desidratação em estufa (C) apresentaram melhor pontuação na primeira etapa de avaliação sensorial. Os consumidores, em geral, esperam que o produto seja o mais semelhante possível aos produtos convencionais, portanto a capacidade do processo de liofilização preservar os compostos voláteis não é desejável neste contexto. As amostras B apresentaram outras vantagens como praticidade, economia de tempo e menor custo.

Os resultados demonstraram que embora haja uma correlação inversa entre o aumento do teor de resíduo de pedúnculo de caju nos hambúrgueres e a aceitabilidade do mesmo, a adição de até 10,70 % (F3) do resíduo não causou mudanças sensoriais significativas no sabor das amostras. Portanto, constata-se que produtos “tipo hambúrguer” elaborados à base de caju ou com substituição parcial de carne podem vir a ser um novo produto no mercado.

A produção de hambúrgueres com substituição parcial de carne bovina por resíduo de pedúnculo de caju pode ser uma opção viável, pois a união destes componentes foi capaz de gerar um produto com boa qualidade nutricional, rico ou com elevado teor de fibra alimentar, “light” em lipídeos, com boa taxa de rendimento e menor percentual de encolhimento quando comparado com hambúrgueres bovinos convencionais, e elevado teor de proteínas advindo da carne quando comparado aos hambúrgueres vegetais.

6 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Estudar outras propriedades funcionais em resíduo do pedúnculo de caju submetido a diferentes tratamentos, tais como capacidade antioxidante.

Avaliar os teores de taninos que contribuem para o seu aroma característico, nas amostras submetidas aos diferentes tratamentos.

Analisar os custos da produção do resíduo de pedúnculo de caju em pó em comparação com outros produtos utilizados como ingredientes fontes de fibra alimentar.

Analisar a taxa de absorção de óleo entre as amostras de produtos “tipo hambúrguer” após procedimento de fritura.

Elaboração de novas formulações, com adição de outros condimentos e/ou proteína de soja que podem contribuir para melhorar as características nutricionais e sensoriais do produto.

Aplicação do resíduo do pedúnculo de caju em outros produtos cárneos como salsicha e linguiça, bem como em outros tipos de produtos como pães, biscoitos e barras de cereais.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. P.; ALVES, R. E.; LIMA, D. P.; BASTOS, M. do S. R.; BARROS, F. F. C. Carotenóides totais em pedúnculos de clones de caju anão precoce (*Anacardium occidentale* L. var. Nanum). In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2000. Resumos, Fortaleza: SBCTA, 2000. v. 2, 55 p.

ANGELIS, R. C. **A importância dos alimentos vegetais na proteção da saúde: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidades generativas**. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 2005. 317 p.

ANUÁRIO brasileiro da fruticultura 2004/ BELING, R. R. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2004. 136 p.

Asp, N.G.; Johansson, C.G.; Hallmer, H.; Siljeström. Rapid enzymatic assay of insoluble dietary fiber. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 31, p. 43-53, 1983.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Washington, 1995. 2v.

AZEREDO, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 195 p.

BARROSO, T.; MOURA, R. **Tecnologia do caju vai contribuir com educação alimentar**. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/embrapa/imprensa/noticias/2007/maio/5a-semana/noticia.2007-05-29.1767494733>>. Acesso em: 27 ago. 2007.

BODINSKI, L.H. **Dietoterapia: princípios e prática**. São Paulo: Editora Ateneu, 1999, 397 p.

BOTELHO, L.; CONCEIÇÃO, A.; CARVALHO, V. D. Caracterização de fibras alimentares da casca e cilindro central do abacaxi 'smooth cayenne'. **Ciências agrotécnicas**, Lavras, v. 26, n.2, p. 362-367, mar./ abr. 2002.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLI, P. **Food chemistry**. Birkhäuser, 3 ed. 2004, 1070 p.

BERRY, B. W. Low fat level effects on sensory, shear, cooking and chemical properties of ground beef patties. **Journal of food science**, v. 57, n. 3, p. 1992.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Métodos Físicos-Químicos para Análise de Alimentos. **Diário Oficial da União** Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Instrução Normativa n. 20, Anexo IV Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer. **Diário Oficial da União**, 31 jul. 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Instrução Normativa n. 83. Anexo II Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Carne Moída de Bovino. **Diário Oficial da União**, 24 nov. 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Portaria n. 27 de 13 jan. 1998. Dispõe sobre Informação Nutricional Complementar.

BROIZINI, et al. Avaliação da atividade antioxidante dos compostos fenólicos naturalmente presentes em subprodutos do pseudofruto de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 902-908, out./dez. 2007.

CANOVAS, G. V. B-; MERCADO, H. V.-. **Dehidratación de alimentos**. Zaragoza: ACRIBA, S. A.,

CARIOCA, J.O.B.; ARORA, H.L. **Recycling process for human food and feed from residues and resources**. Fortaleza: UFC/ Banco do Nordeste, 2000. 428 p.

CARVALHO, C. R. L.; ROSETTO, C. J.; MANTOVANI, D. M. V.; MORGANO, M. A. ; CASTRO, J. B.; BOTOLETTTO, N. F. Avaliação de cultivares de mangueira selecionadas pelo instituto agrônômico de

Campinas comparadas a outras de importância comercial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 264-271, ago. 2004.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: glossário**. Lavras: UFLA, 2006. 256 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2ª. Edição, Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CONAB. **Castanha de caju**. Disponível em:
<<http://www2.conab.gov.br/download/sureg/ce/conjunturacastanhadecaju.pdf>. Acesso em 25 jan. 2007.

CORRÊA, S. *et al.* **Anuário brasileiro da fruticultura**. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2008. 136p.

COSTA, M. B.; PELUZIO, M. C. G. **Nutrição básica e metabolismo**. Viçosa: UFV, 2008. 400 p.

COSTA, T. S. A.; LIMA, A.; LIMA, M. V. Determinação de tanino em pedúnculo de caju: método da vanilina versus método do butanol ácido. **Química Nova**, São Paulo, v. 26, n. 5, p. 763-765, set/ out. 2003.

COUTO, S.R.M.; DERIVI, S. C. N.; MENDEZ, M.H.M. Utilização tecnológica de subprodutos da indústria de vegetais. **Higiene alimentar**, São Paulo, v. 124, n. 18, p. 12-22, set. 2004.

CRISÓSTOMOS, L. A.; SANTOS, F. J. S.; OLIVEIRA, V. H.; RAIJ, B. V.;

BERNARDI, A. C. C.; SILVA, C. A.; SOARES, I. **Cultivo do cajueiro anão precoce: Aspectos fitotécnicos com ênfase na adubação e na irrigação**. EMBRAPA. Circular técnica, nº 10. Fortaleza, out. 2001.

DESMOND, E. M.; TROY, D.J. The effects of tapioca starch, oat fibre and whey protein on the physical and sensory properties of low-fat beef burgers. **Lebensm. Wiss. U. Technol.**, v. 31, p. 653-657, 1998.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996. 123 p.

EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL; SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO EMPRESAS. **Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial**: castanha de caju. Brasília: Embrapa informação Tecnológica, 2003. 131p.

ESCOLA NACIONAL DE CIÊNCIAS ESTATÍSTICAS (ENCE). Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Estatística**. Disponível em: <http://www.ence.ibge.gov.br/estatistica/default.asp>. Acesso em: 10 fev. 2009.

FAO (Food and Agriculture Organization). FAOSTAT. FAO Statistics Division 2008. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/>>. Acesso em: 03 fev. 2009.

FELLOWS, P. J. **Food processing technology**: principles and practice. 2. ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2000. 575 p.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos**: princípios e prática. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: ACRIBA, 2000. 1258 p.

FERREIRA, A. C. H.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUES, N. M.; CAMPOS, W. E.; BORGES, I. Características químicas e fermentativas do capim-elefante ensilado com níveis crescentes de subproduto da agroindústria do caju. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n.4, p. 723-731, out./dez. 2007.

FERREIRA, A. C. H.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUES, N. M.; LÔBO, R. N. B.; VASCONCELOS, V. R. Valor nutritivo das silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subprodutos da indústria do suco de caju. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 823-833 jul/ ago. 2004.

FILHO, M. M. S.; ARAGÃO, A.O.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. **Aspectos da colheita, pós-colheita e transformação industrial do pedúnculo do caju (*Anacardium Occidentale L.*)**. Disponível em: <http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_3097.pdf. Acesso em: 27 jun. 2007.: il.

FILHO, M. S. M.; LIMA, J. R. NETO, M. A. S.; COSTA, M. C. Efeito do branqueamento, processo osmótico, tratamento térmico e armazenamento na estabilidade da vitamina C de pedúnculos de caju processados por métodos combinados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, mai./ago. 1999.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2005. 182p.

GALVÃO, A. M. P. G. **Aproveitamento da fibra de caju (*Anacardium occidentale l.*) na formulação de um produto tipo hambúrguer**. 2006. 64 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

GARCÍA, M. L.; DOMINGUEZ, R.; GALVEZ, M. D.; CASAS, C.; SELGAS, M. D. Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. **Meat science**, v. 60, p. 227-236, 2002.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 2002. 284 p.

GUERRA, N. B.; DAVID, P. R. B. S.; MELO, D. D.; VASCONCELOS, A. B. B.; GUERRA, M. R. M. Modificações do método gravimétrico não enzimático para determinar fibra alimentar solúvel e insolúvel em frutos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.17, n.1, p 45-52, 2004.

GUTKOSKI, L. C.; TROMBETTA, C. Avaliação dos teores de fibra alimentar e de beta-glicanas em cultivares de aveia (*Avena sativa L.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19 n.3, p. 387-390, set/ dez. 1999.

HEINZ, G.; HAUTZINGER, P. Meat processing technology for small-to medium-scale producers. **Food and Agriculture Organization**. Bangkok, 2007.

IBARZ, A.; CÁNOVAS, G. V. B-. **Unit operations in food engineering**. Boca Raton: CRC Press, 2003. 889 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola Municipal**. Obtida via Internet. <www.sidra.ibge.gov.br>. 2008. Acesso em 02/02/2009.

INCA. **Prevenção detecção**: hábitos alimentares. Disponível em: <http://www.inca.gov.br/conteudo-view.asp?id=18>. Acesso em: 20 ago. 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos físicos e químicos para a análise de alimentos. 3. ed. São Paulo, 2005. v. 1, 371 p.

JUNIOR, H. S. F. Desafios para a cajucultura no Brasil: análise de competitividade e recomendações para o setor. **Revista econômica do Nordeste**, v. 39, n. 3, p. 371-394, jul-set. 2008.

KOBORI, C.N. JORGE, N. Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutos como aproveitamento de resíduos industriais. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1008- 1014, set/out. 2005.

LAJOLO, F.M.; MENEZES, E.W.; **Carboidratos en alimentos regionales iberoamericanos**. São Paulo: EdUSP, 2006. 646 p.

LAJOLO, F.M.; CALIXTO, F.S.; PENNA, E.W.; MENEZES, E.W. **Fibra dietética en Iberoamérica**: tecnologia e salud. Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos. São Paulo: Varela, 2001. 472 p.

LIMA, A.C.; GARCÍA, N. H. P.; LIMA, J. R. Obtenção e caracterização dos principais produtos do caju. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 133-144, jan/ jun. 2004.

LIMA, J. R. Caracterização físico-química e sensorial de hambúrguer vegetal elaborado à base de caju. **Ciências agrotécnicas**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 191-195, jan/ fev. 2008.

MARQUES, J. M. **Elaboração de um produto de carne bovina “tipo hambúrguer” adicionado de farinha de aveia**. 2007. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

MATA, M. E. R. M. C.; DUARTE, M. E. M.; ALSEMO, G. C. S.; RODRIGUES, E.; GUEDES, M. A.; CAVALCANTI, A. S. R. R. M.; OLIVEIRA, C. C. A. Obtenção de graviola em pó pelo processo de liofilização. **Revista brasileira de produtos agroindustriais**, Campina Grande, v.7. n. 2, p. 165-172, 2005.

MARSIGLIA, D. A. P.; GARBELOTTI, M. L. **Fibra alimentar e rotulagem nutricional**. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE ANALISTAS DE ALIMENTOS, 2000. Cursos, Recife: ENEAAL, 2000.

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

MATTOS, L. L.; MARTINS, I. S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 50-55, 2000.

MAZZA, G. **Alimentos funcionales: aspectos bioquímicos y de procesado**. Zaragoza: ACRIBA, S. A., 2000. 457 p.

MELO, M. L. P.; MAIA, G. A. ; SILVA, A. P. V.; OLIVEIRA, G. S. F.; FIGUEIREDO, R. W. Caracterização físico-química da amêndoa da castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.) crua e tostada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, 1998.

MENEZES, J.B.; ALVES, R.E. **Fisiologia e tecnologia pós colheita do pedúnculo do caju**. Fortaleza : EMBRAPA-CNPAT, 1995. 20p.

MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, p. 426-428, 1959.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial**: estudo com consumidores. Viçosa: UFV, 2006. 225 p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Disponível em:

<<http://www.inca.gov.br/resultado.asp?criterio=H%Elbitos+Alimentares+>. Acesso em: 10/10/2008.

MOTHÉ, C. G.; AMARAL, P. S. T. Revestimento fenólico de blendas LCC/ poliéster para cerâmicos: parâmetros cinéticos. **Revista Analytica**, n. 11, p. 40-45, 2004.

MOURA, C. A. H.; ALVES, R. E. INNECCO, R.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MOSCA, J. R.; PINTO, S. A. A. Características físicas de pedúnculos de cajueiro para comercialização in natura. **Revista brasileira de fruticultura**, São-Paulo, v. 23, n. 3, p. 537-540, dez. 2001.

OETTERER, M.; REGINATO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. São Paulo, Manole, 2006. 612 p.

OLIVEIRA, J. E. D-.; MARCHINI, J. S. **Ciências nutricionais**: aprendendo a aprender. 2. ed. São Paulo, 2008, 760p.

OLIVEIRA, L. F.; NASCIMENTO, M. R. F.; BORGES, S. V.; RIBEIRO, P. C. N.; RUBACK, V. R. Aproveitamento alternativo da casca do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* F. Flavicarpa) para produção de doce em calda. **Ciência e tecnologia de alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, 2002.

OLIVEIRA, V. H. D.; ANDRADE, A. P. S. **Produção integrada de caju. Abrindo portas para a qualidade**. Disponível em: <http://www.cnpat.embrapa.br/pif/artigos/agroanalyse/index.html> Acesso em: abril 2007.

OLSON, J.A. **Efeitos biológicos dos carotenóides**. Tratado de nutrição moderna na saúde e na doença. 9. ed., v. 1, São Paulo: Manole, 2003. cap. 33, p. 561-578.

ORDÓÑEZ, J.A.P. *et al.* **Tecnologia de alimentos**: componentes dos alimentos e processos. v. 1, Porto Alegre: Artmed, 2005. 294 p.

ORDÓÑEZ, J.A.P. *et al.* **Tecnologia de alimentos**: alimentos de origem animal. v. 2, Porto Alegre: Artmed, 2005. 279 p.

PAIVA, F. F. A.; GARRUTI, D.S.; NETO, R. M. S. **Aproveitamento industrial do caju**. Fortaleza: CNPAT/SEBRAE/EMBRAPA, 2000. 85 p.

PEARSON, A. M.; GILLETT, T. A. **Processed meats**. 3. ed., New York: Chapman & Hall, 1996. 448 p.

PROSKY, L.; ASP, G.N., FURDA, I.; DEVRIES, J.W.; SCHWEIZER, T.F.; HARLAND, B.F.. Determination of total dietary fiber in foods, food products, and total diets: interlaboratory study. **Journal of the Association of Analytical Chemistry**, v. 67, p. 1044–1052, 1984.

PROSKY, L.; DEVRIES, J. W. **Controlling dietary fiber in food products**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 161 p.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa: UFV, 2007. 599 p.

REVISTA MUNICÍPIOS DO CEARÁ. Fortaleza: n. 74, 2007.

ROITMAM, I.; TRAVASSOS, L. R.; AZEVEDO, J. L. **Tratado de microbiologia**. Manole, v. 2, 1987. 142p.

SALINAS, R. D. **Alimentos e nutrição: introdução à bromatologia**. Porto Alegre: Artmed, 2002 ou 2008. p278.

SANTOS-BUELGA, C.; SCALBERT, A. Review proanthocyanidins and tannin-like compounds, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. **J. Science Food agriculture**, New York, v. 80, p. 1094-1117, 2000.

SARANTÓPOLUS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M. de; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA/ ITAL, 2001. 215p.

SEABRA, L. M. A. J.; ZAPATA, J. F. F.; NOGUEIRA, C. M.; DANTAS, M. A.; ALMEIDA, R.B. Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. **Ciência e tecnologia de alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, set.-dez. 2002.

SILVA, C. F. L. et. al. Frações de fibra em aveia e sua aplicação em programas de melhoramento. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.41, n. 6, Jun. 2006.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed., Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

SILVA, M. A. A. P. Curso de extensão: **métodos de avaliação sensorial de alimentos**. Universidade Estadual de campinas. 1997.

SILVA, L. M.; YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; MATHIAS, C. S. Determinação de fibra alimentar em alguns frutos amazônicos com baixa densidade energética. In: 48° Congresso Brasileiro de Química, 2008. Resumos, Rio de Janeiro: CBQ, 2008.

SILVA, L. P.; CIOCCA, M. L. S.; FURLONG, E. B. Avaliação do método enzimico-gravimétrico AOAC 985.29, para a determinação da fibra alimentar em grãos crus de aveia e milho. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 53, n. 4, p. 393-399, 2003.

SINGH, R. P.; HELDMAN, D. R. **Introduction to food engineering**. 3. ed., San Diego, 2001. 659 p.

SOARES, R. M. D.; VIEIRA, E. L.; de FRANCISCO, A. S., Roberta M. **Fibras alimentares: histórico, classificação e efeitos fisiológicos**. In: SIMPÓSIO SUL-BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO, Florianópolis: UFSC, 2000.

STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados.** Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428p.

TACO. **Tabela brasileira de composição de alimentos/ NEPA-UNICAMP.** Versão II, Campinas: NEPA-UNICAMP, 2006.

TERRA, N. N. **Apontamentos de tecnologia de carnes.** São Leopoldo: Unisinos, 1998. 216 p.

UCHOA, A. M. A. **Adição de pós alimentícios obtidos de resíduos de frutos tropicais na formulação de biscoitos.** 2007. 91 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

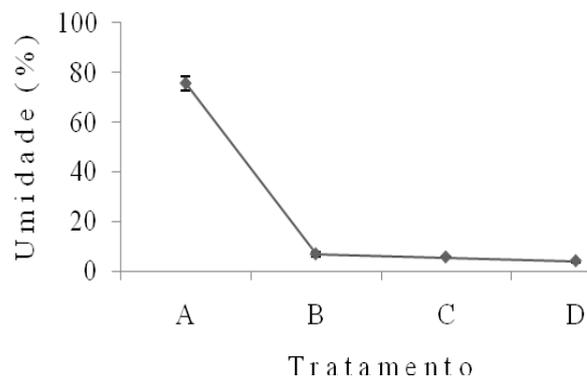
VAN SOEST, P. J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for determination of fiber and lignin. **Journal Association of the Official Analytical Chemists**, v. 46, p. 829-835, 1963.

VAN SOEST, P. J., WINE, R.H. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. **Journal Association of the Official Analytical Chemists**, v. 50, p. 50-56, 1967.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Meat and meat products: technology, chemistry and microbiology.** v. 3, London: Chapman & Hall, 1995. 430p.

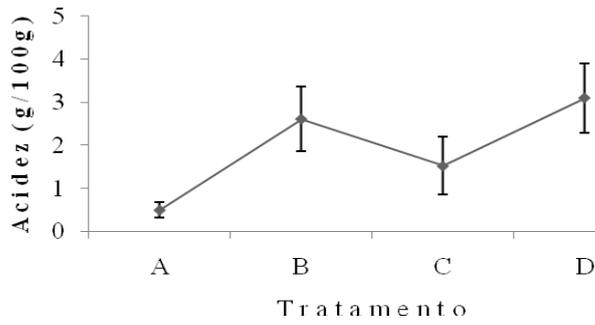
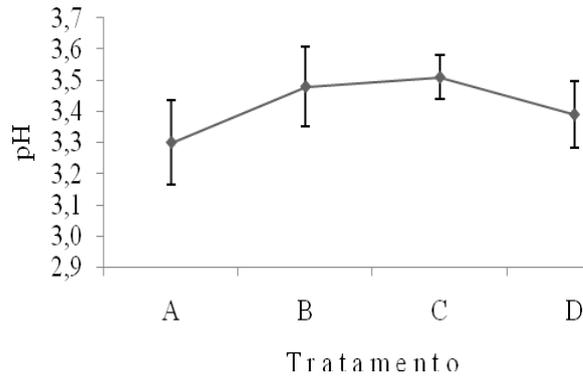
ANEXOS

ANEXO A – Gráficos estatísticos referentes às análises químicas e físico-químicas do resíduo de pedúnculo de caju

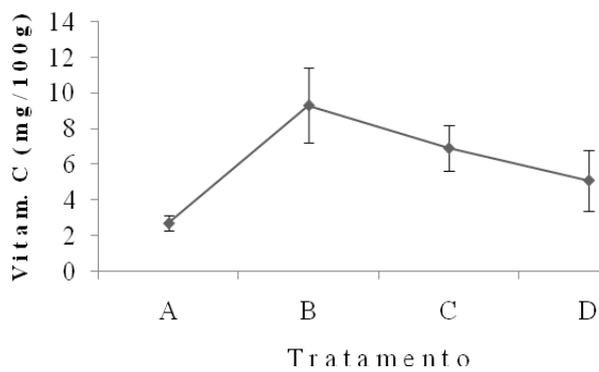


Resumo do Quadro ANOVA				
Umidade	GL	QM	F	p
Amostra	3	2471,41	1087,89	0,000003
Erro	4	2,27		

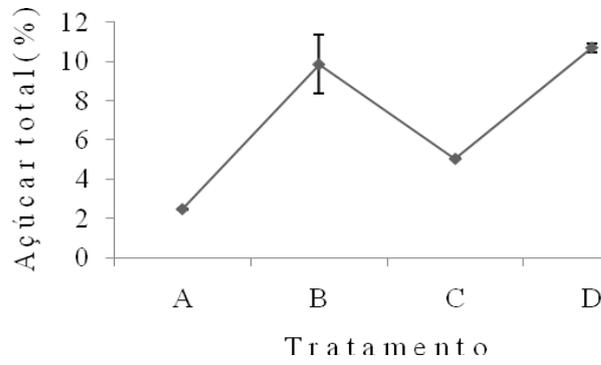
Resumo do Quadro ANOVA				
pH	GL	QM	F	p
Amostra	3	0,02	1,35	0,38
Erro	4	0,01		



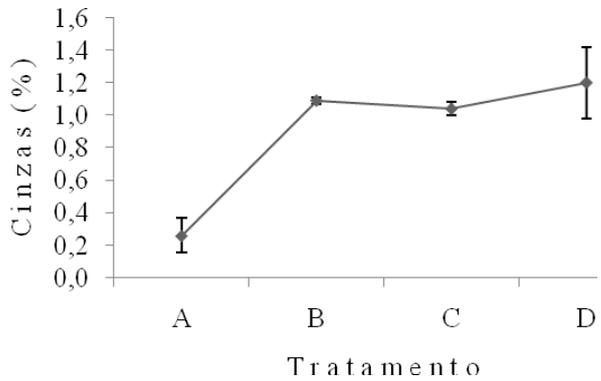
Resumo do Quadro ANOVA				
Acidez	GL	QM	F	p
Amostra	3	2,68	6,34	0,05
Erro	4	0,42		



Resumo do Quadro ANOVA				
Vitam.C	GL	QM	F	p
Amostra	3	15,02	6,54	0,05
Erro	4	2,30		

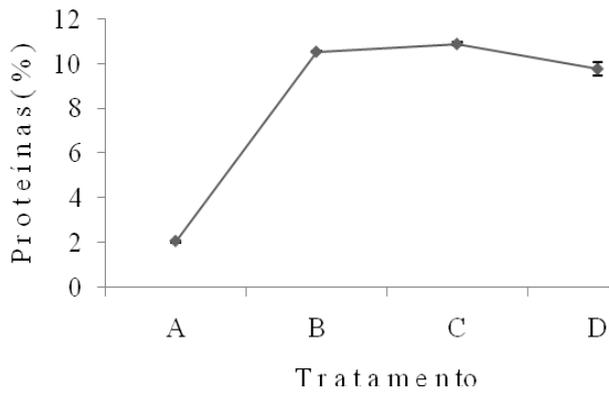


Resumo do Quadro ANOVA				
Açúcar T.	GL	QM	F	p
Amostra	3	30,77	54,19	0,0011
Erro	4	0,57		

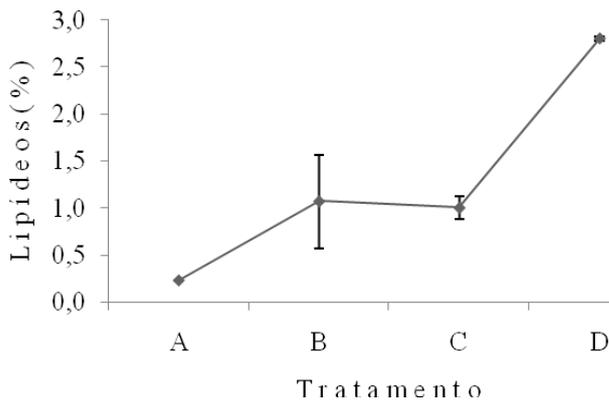


Resumo do Quadro ANOVA				
Cinzas	GL	QM	F	p
Amostra	3	0,37	23,52	0,0053
Erro	4	0,02		

Resumo do Quadro ANOVA				
Proteínas	GL	QM	F	p
Amostra	3	35,32	541,03	0,000001

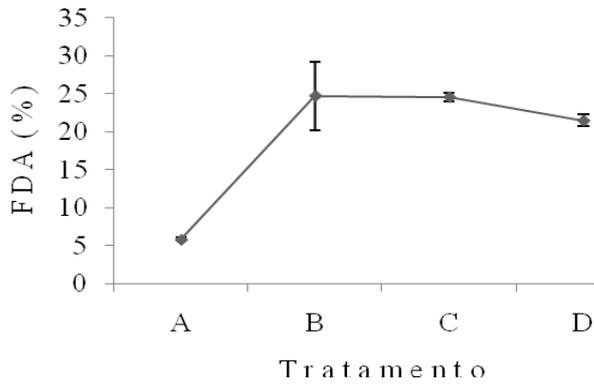


Erro	4	0,06
------	---	------

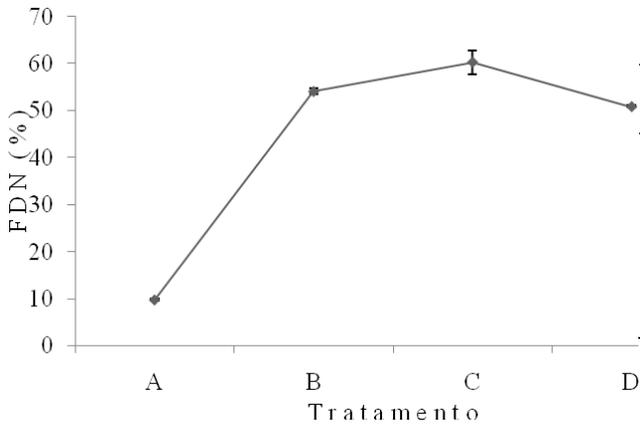


Resumo do Quadro ANOVA				
Lipídeos	GL	QM	F	p
Amostra	3	2,37	89,48	0,0004
Erro	4	0,026		

Resumo do Quadro ANOVA				
FDA	GL	QM	F	p
Amostra	3	162,12	30,77	0,0032

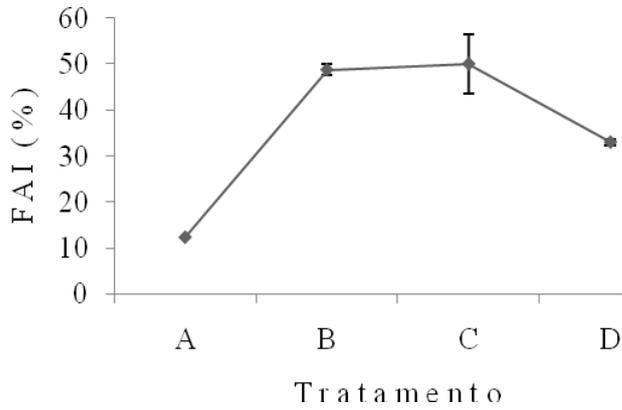
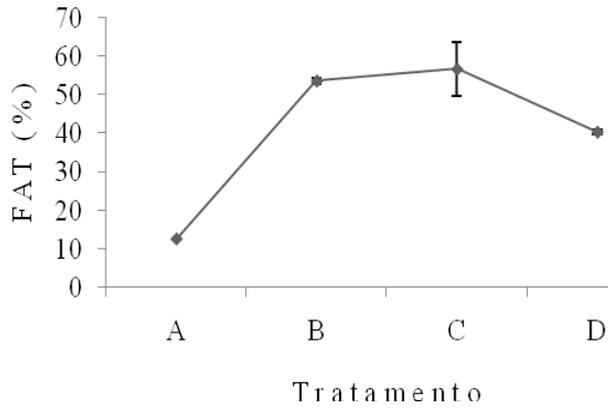


Erro	4	5,27
------	---	------



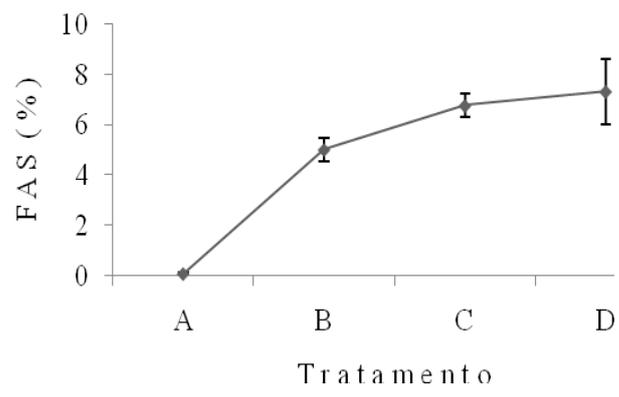
Resumo do Quadro ANOVA				
FDN	GL	QM	F	p
Amostra	3	10,5483	616,98	0,000009
Erro	4	1,71		

Resumo do Quadro ANOVA				
FAT	GL	QM	F	p
Amostra	3	814,63	67,06	0,00071
Erro	4	12,15		

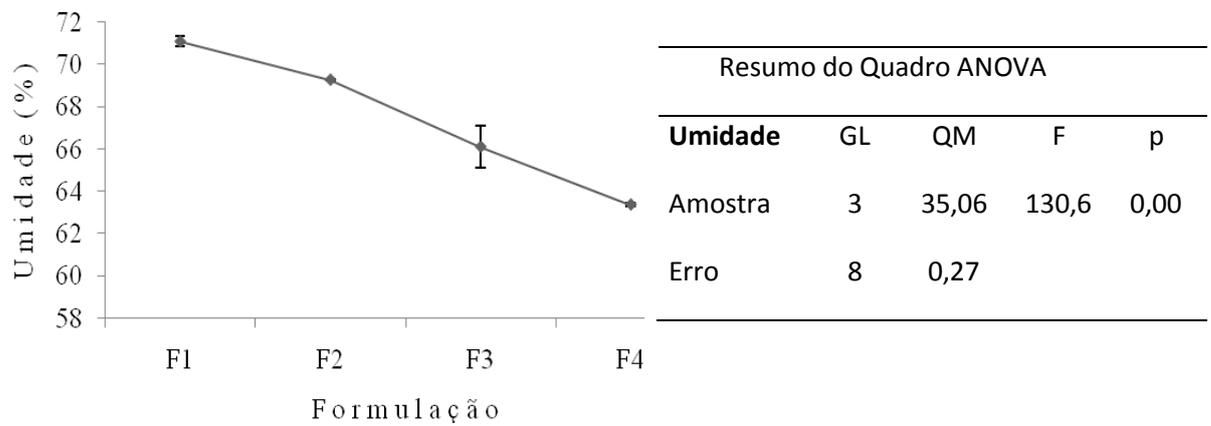


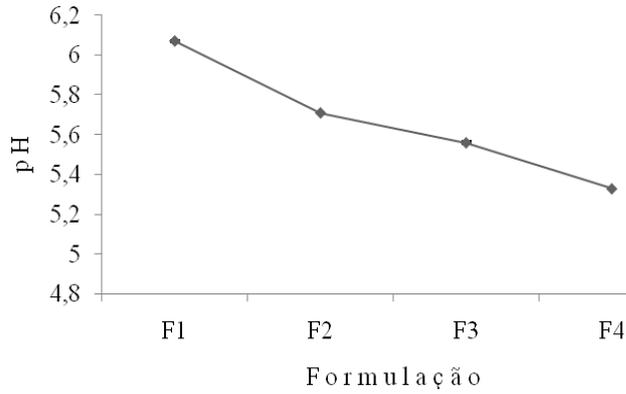
Resumo do Quadro ANOVA				
FAI	GL	QM	F	p
Amostra	3	614,71	56,49	0,00099
Erro	4	10,88		

Resumo do Quadro ANOVA				
FAS	GL	QM	F	p
Amostra	3	21,64	40,31	0,0019
Erro	4	0,54		

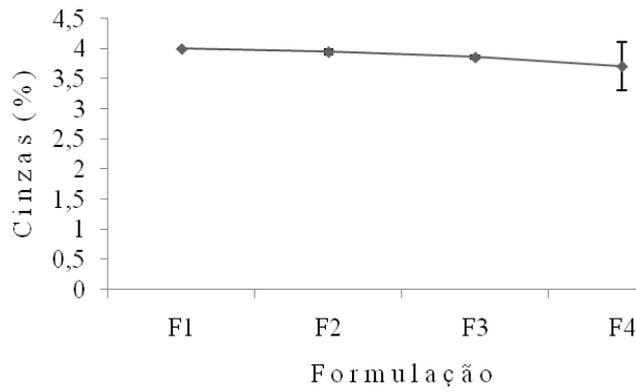


ANEXO B – Gráficos estatísticos referentes às análises físico-químicas dos produtos “tipo hambúrguer”

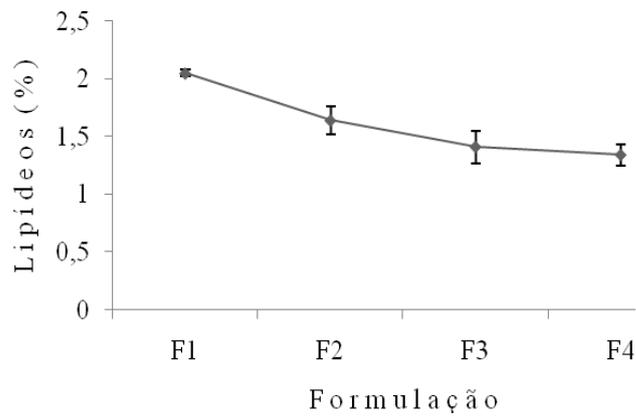




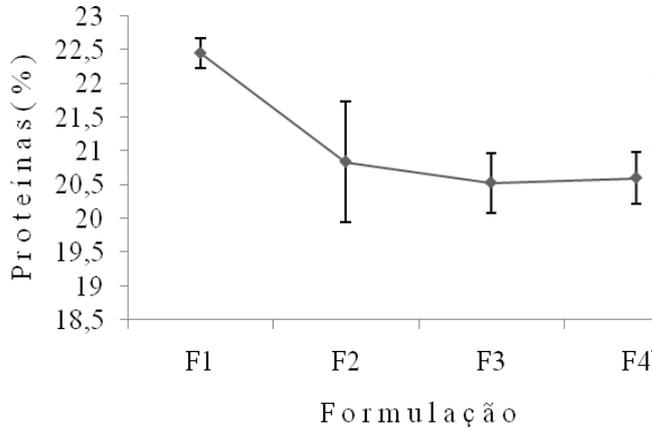
Resumo do Quadro ANOVA				
pH	GL	QM	F	p
Amostra	3	0,29	17239	0,00
Erro	8	0,00		



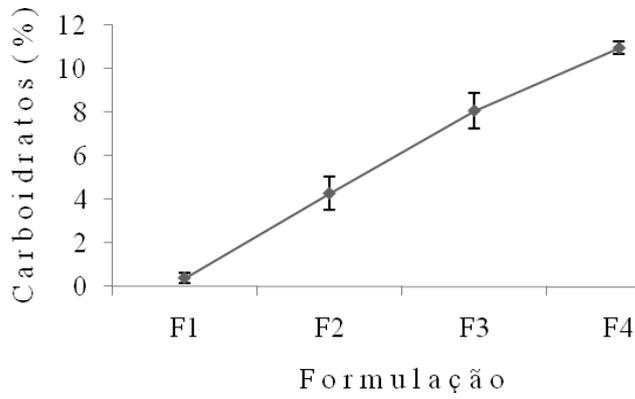
Resumo do Quadro ANOVA				
Cinzas	GL	QM	F	p
Amostra	3	0,50	1,21	0,37
Erro	8	0,04		



Resumo do Quadro ANOVA				
Lipídeos	GL	QM	F	p
Amostra	3	0,31	27,76	0,01
Erro	8	0,02		

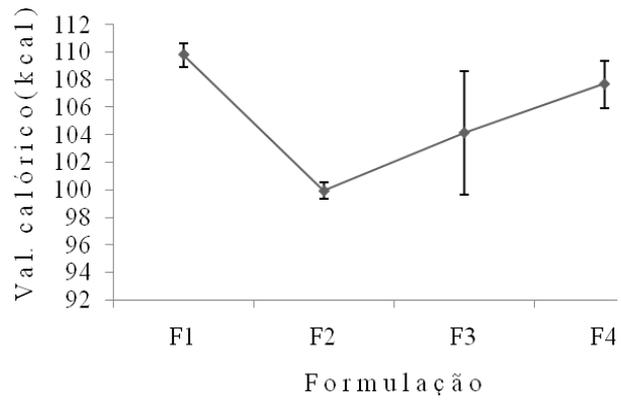


Resumo do Quadro ANOVA				
Proteínas	GL	QM	F	p
Amostra	3	2,46	8,21	0,01
Erro	8	0,30		

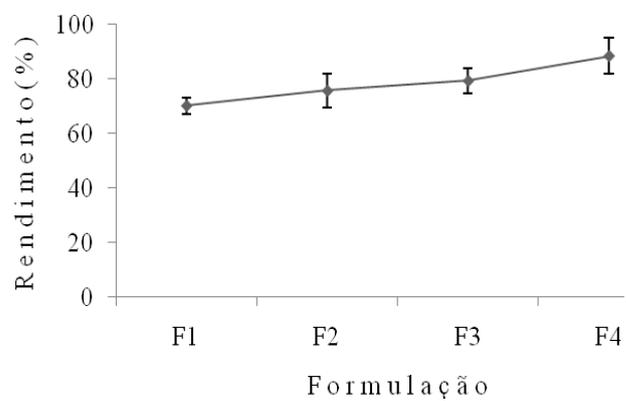


Resumo do Quadro ANOVA				
Carboidratos	GL	QM	F	p
Amostra	3	63,40	178,77	0,00
Erro	8	0,35		

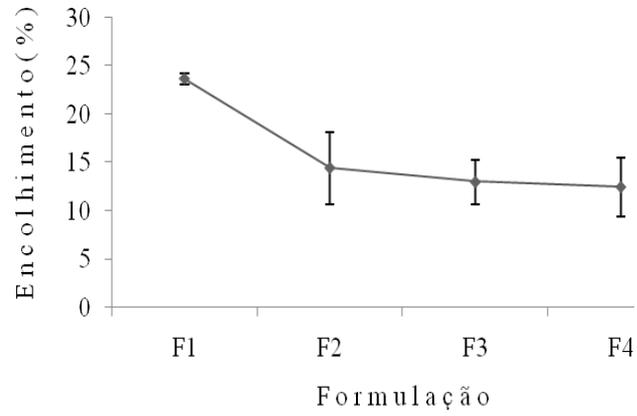
Resumo do Quadro ANOVA				
Val. Cal.	GL	QM	F	p
Amostra	3	56,10	9,33	0,01
Erro	8	6,00		



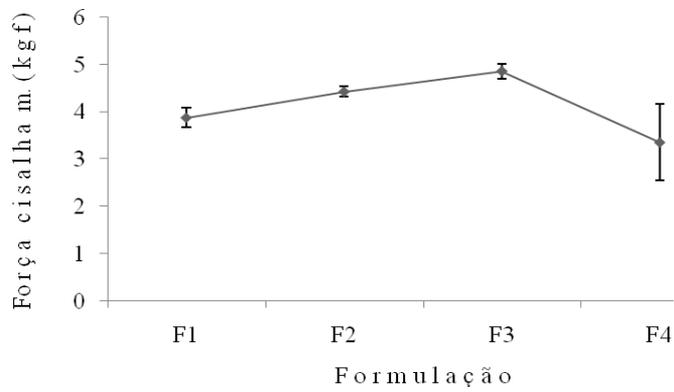
ANEXO C – Gráficos estatísticos referentes às análises rendimento e força de cisalhamento dos produtos “tipo hambúrguer”



Resumo do Quadro ANOVA				
Rendim.	GL	QM	F	p
Amostra	3	176,99	64,28	0,02
Erro	8	27,53		



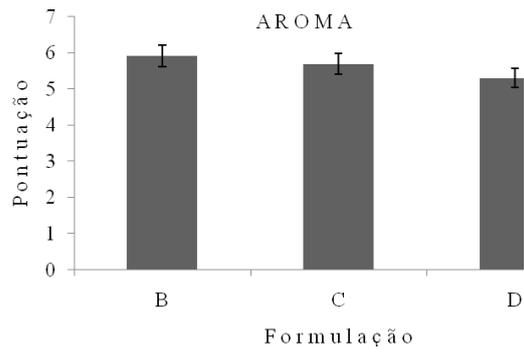
Resumo do Quadro ANOVA				
Encolhim.	GL	QM	F	p
Amostra	3	82,73	11,64	0,003
Erro	8	7,11		



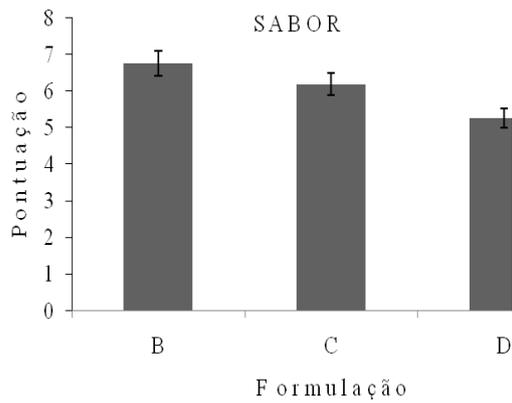
Resumo do Quadro ANOVA				
F. cisal.	GL	QM	F	p
Amostra	3	126,76	9,33	0,000001
Erro	8	2,02		

ANEXO D – Gráficos estatísticos referentes à primeira etapa de análise sensorial dos produtos “tipo hambúrguer”

Resumo do Quadro ANOVA				
------------------------	--	--	--	--

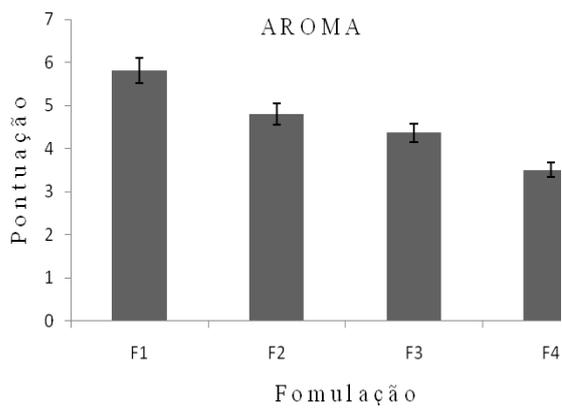


Aroma	GL	QM	F
Amostra	2	5,13	1,32
Blocos	59		
Erro	176	3,88	



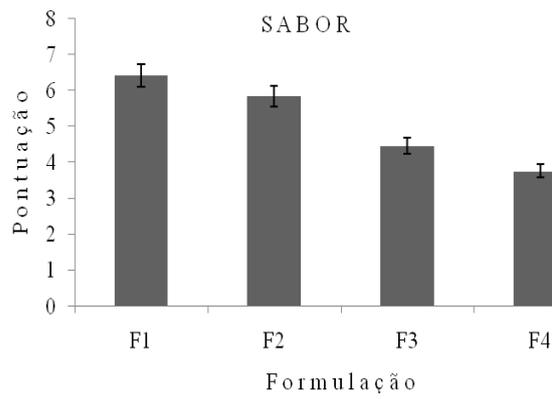
Resumo do Quadro ANOVA			
Sabor	GL	QM	F
Amostra	2	34,49	8,27
Blocos	59		
Erro	176	4,16	

ANEXO E – Gráficos estatísticos referentes à segunda etapa de análise sensorial dos produtos “tipo hambúrguer”

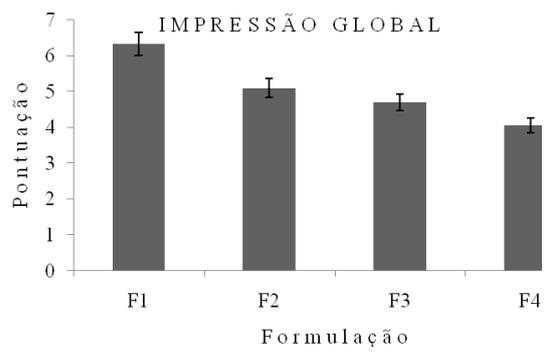


Resumo do Quadro ANOVA			
Aroma	GL	QM	F
Amostra	3	54,96	12,05
Blocos	59		
Erro	236	4,56	

Resumo do Quadro ANOVA			
Aroma	GL	QM	F
Amostra	3	75,97	14,84
Blocos	59		



Erro	236	5,12
------	-----	------



Resumo do Quadro ANOVA

Aroma	GL	QM	F
Amostra	3	54,69	11,74
Blocos	59		
Erro	236	4,66	

