

ANA MARIA DA SILVA RABÊLO

**AVALIAÇÃO DA SECAGEM, TORREFAÇÃO E
ESTABILIDADE DA CASTANHA DE PEQUI**
(Caryocar brasiliense Camb.)

Dissertação apresentada à coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, como exigência para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Célia Lopes Torres

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Miriam Fontes Araujo Silveira

Goiânia
2007

ANA MARIA DA SILVA RABÊLO

**AVALIAÇÃO DA SECAGEM, TORREFAÇÃO E
ESTABILIDADE DA CASTANHA DE PEQUI (*Caryocar
brasiliense* Camb.)**

Dissertação defendida e aprovada em 31 de julho de 2007, pela Banca Examinadora
constituída pelos membros:

Prof. Dr. Robson Maia Geraldine - UFG

Prof. Dr. Flávio Alves da Silva - UFG

Prof^a. Dr^a. Maria Célia Lopes Torres - UFG

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais,
Leonízio e Maria Lúcia, aos meus irmãos Daniela,
Lucas e Margarete e ao meu amado noivo Levi.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade, força e sabedoria a mim concedidas e a Nossa Senhora, pela intercessão incessante na concretização de mais um sonho!

A Prof^a. Dr^a. Maria Célia Lopes Torres, pela amizade, orientação e enorme dedicação na realização deste trabalho.

A Prof^a. Dr^a. Mirian Fontes Araujo Silveira, pela co-orientação, ajudando a enriquecer o trabalho.

Aos meus pais, Leonízio e Maria Lúcia, e a todos os meus irmãos, pela força e incentivo para que eu pudesse chegar até aqui.

Ao meu noivo, Levi, pela compreensão, ajuda e enorme incentivo! Muito obrigada!

A todos os meus amigos (as) e colegas do mestrado e em especial a grande amiga e companheira Flávia Isabel da Rocha Oliveira.

Ao Prof. Dr. Robson Maia Geraldine que, sem medir esforços, ajudou no que foi necessário e pela contribuição na banca.

Ao Prof. Dr. Flávio Alves da Silva, por fazer parte da banca, ajudando a enriquecer o trabalho.

Aos alunos de graduação, Mara Lina, Mirtza Maggioli, Rosária, Flávio e Guilherme pela colaboração.

A Associação de Beneficiamento de Frutos do Cerrado, Damianópolis/GO, e a empresa Cerrado Goiano Produtos Alimentícios Ltda, Goiânia/GO, pela doação das sementes de pequi.

A dona Janira Teixeira e Domingas pela ajuda na extração da castanha.

Aos docentes do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pelos ensinamentos.

A UFG e ao Setor de Engenharia de Alimentos da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos pela oportunidade de realização do curso.

RESUMO

O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) possui em seu interior castanha comestível pouco explorada. Neste estudo objetivou-se avaliar o processo de secagem, torrefação e a estabilidade da castanha durante 180 dias em três embalagens diferentes. Foram utilizadas caroços fornecidas pela Associação de Beneficiamento de Frutos do Cerrado, localizada na cidade de Damianópolis-GO. Para extração da castanha foi adaptado equipamento tipo guilhotina, com finalidade de cortar o caroço ao meio. Para determinar curvas de secagem e torrefação das castanha foi utilizada estufa de secagem com circulação forçada de ar. Para determinação do melhor tempo de torrefação as amostras foram submetidas à avaliação sensorial. A partir da amostra mais preferida foi determinada a composição centesimal, perfil de ácidos graxos e avaliações físico-químicas, sensorial e microbiológica durante a estocagem. Para secagem das castanhas foi utilizado o binômio tempo/temperatura de 70°C por 60 minutos, pois conferiu ao produto atividade de água em torno de 0,60 em menor tempo secagem. As castanhas torradas a 130°C durante 15 e 30 minutos apresentaram melhores características sensoriais, não diferindo significativamente entre si ($p>0,05$) pelo Teste de Friedman. O tempo de 30 minutos apresentou melhores características sensoriais, como cor e crocância no produto final, apesar de não diferir estatisticamente do tempo de 15 minutos ($p>0,05$). A composição centesimal e o perfil de ácidos graxos apresentaram-se semelhantes aos de outros tipos de castanhas. As avaliações físico-químicas de acidez, índice de peróxido, ácido tiobarbitúrico, atividade de água, umidade e a contagem padrão de bactérias em placas apresentaram-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação brasileira, para todos os tratamentos, durante o armazenamento, bem como foram consideradas aceitas nos testes sensoriais realizados. Os processos de secagem e torrefação determinados e a estabilidade da castanha se mostraram satisfatórios em todos os tratamentos durante 180 dias, podendo ser utilizados por micro e pequenas empresas ou cooperativas.

ABSTRACT

Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) possesses in its interior eatable chestnut little explored. In this study it was objectified to evaluate the drying process, toasting and the stability of the chestnut during 180 days in three different packings. Seeds supplied for the Association of Improvement of Fruits of the Open pasture, located in the city of Damianópolis-GO had been used. For extration of the chestnut equipment was adapted type guillotine, with purpose to cut the seed to the way. To determine curves of drying and toasting of chestnut greenhouse of drying with forced air circulation was used. For determination of optimum time of toasting the samples had been submitted to the sensorial evaluation. From the preferred sample more the centesimal composition was determined, sensorial and microbiological evaluation, profile acid greasy and physicist-chemistries, during the stockage. For drying of chestnut temperature of 70°C per 60 minutes was used the pair time/, therefore it conferred to the product activity of water around 0,60 in lesser time drying. The roasted chestnut 130°C during 15 and 30 minutes had been presented with better sensorial characteristics, not differing significantly between itself ($p>0,05$) for the Test of Friedman. The time of 30 minutes presented better sensorial characteristics, as color and crunchiness in the end item, although not to differ from the time of 15 minutes ($p>0,05$). The centesimal composition and of acid greasy was presented similar of other types of chestnuts. The evaluations physicist-chemistries of acidity, peroxide index, acid tiobarbituric, activity of water, humidity and the counting standard of bacteria in plates had inside presented of the standards established for all the treatments during the storage, as well as had been considered accepted in the carried through sensorial tests. The processes of definitive drying and toasting and the stability of the chestnut if had shown satisfactory in all the treatments during 180 days being able to be used by micron and small companies or cooperatives.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1	PEQUI	10
2.2	COMERCIALIZAÇÃO DE PEQUI E CASTANHAS	11
2.3	COMPOSIÇÃO QUÍMICA E AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE CASTANHAS	11
2.4	PRINCIPAIS FORMAS DE DEGRADAÇÃO DURANTE A ESTOCAGEM	13
2.4.1	CRESCIMENTO DE MICRORGANISMOS	13
2.4.2	RANCIDEZ	14
2.4.3	CONTEÚDO DE ÁGUA	16
2.4.4	USO DA EMBALAGEM NO ARMAZENAMENTO DE ALIMENTOS	17
2.5	SECAGEM E DESIDRATAÇÃO	18
2.6	ANÁLISE SENSORIAL	19
3	OBJETIVOS	20
3.1	OBJETIVO GERAL	20
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
4	MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1	ETAPA 1	21
4.1.1	PREPARO, HIGIENIZAÇÃO E SECAGEM DOS CAROÇOS	21
4.1.2	EXTRAÇÃO DA CASTANHA	21
4.1.3	DETERMINAÇÃO DA CURVA DE SECAGEM DAS CASTANHAS	22
4.1.4	TORREFAÇÃO E AVALIAÇÃO SENSORIAL	22
4.1.5	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA CASTANHA TORRADA	22
4.1.6	COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DA CASTANHA TORRADA	23
4.2	ETAPA 2	23
4.2.1	EMBALAGEM	23
4.2.2	ARMAZENAMENTO	23

4.2.3	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	23
4.2.4	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	24
4.2.5	ANÁLISE SENSORIAL	24
4.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA	24
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1	ETAPA 1	25
5.1.1	PREPARO, HIGIENIZAÇÃO E SECAGEM DOS CAROÇOS DE PEQUI	25
5.1.2	EXTRAÇÃO DA CASTANHA	25
5.1.3	CURVA DE SECAGEM DAS CASTANHAS	26
5.1.4	TORREFAÇÃO E AVALIAÇÃO SENSORIAL	28
5.1.5	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA CASTANHA TORRADA	28
5.1.6	COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DA CASTANHA TORRADA	29
5.2	ETAPA 2	30
5.2.1	AVALIAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS EM FUNÇÃO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO	30
5.2.2	ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	35
5.2.3	ANÁLISE SENSORIAL	35
6	CONCLUSÕES	39
7	REFERÊNCIAS	40
	Anexo 1 – Ficha de respostas para teste de preferência	44
	Anexo 2 – Ficha de respostas para teste de aceitação	45

1 INTRODUÇÃO

A maior parcela da população que tem acesso ao pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), seja pelo extrativismo (colheita dos frutos no campo) ou pela aquisição em feiras, consome, na maioria das vezes, apenas a polpa amarela do fruto. A amêndoa presente em seu interior, recoberta por espinhos, apesar de saborosa acaba sendo jogada fora, por desconhecimento ou por falta de processos tecnológicos adequados que motivem a sua utilização.

Nos últimos anos, a elaboração de produtos com a utilização de pequi tem crescido bastante. Alimentos como picolés e sorvetes passaram a ser fabricados com o sabor de pequi, utilizando-se para essa saborização sua polpa amarela que, além de conferir sabor agradável, deixa o produto com coloração atrativa. Pode-se citar ainda a fabricação de lascas da polpa do pequi em conserva e do creme de pequi, uma espécie de pasta bem concentrada.

As empresas processadoras de produtos que utilizam a polpa, após a retirada da mesma, acaba se desfazendo do restante. Isto tem deixado de agregar valor agregado ao pequi, além de constituir em subproduto descartado ao meio ambiente. Assim, faz-se necessário desenvolver métodos que permitam o aproveitamento da amêndoa como mais uma fonte alimentar, por possuir ótimo sabor.

A abordagem da obtenção da amêndoa do pequi é de suma importância, pois pode modificar os hábitos alimentares, principalmente, da população que habita o cerrado, acostumados a comer apenas a polpa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PEQUI

O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) é uma planta arbórea, com distribuição neotropical, incluindo dois gêneros e cerca de 25 espécies. No Brasil ocorrem dois gêneros e 13 espécies, sendo 10 de *Caryocar* e três de *Anthodiscus* (SOUZA; LORENZI, 2005). Ocorre no campo cerrado, campo sujo, cerrado sentido restrito e cerradão distrófico, no DF e nos estados BA, CE, GO, MA, MG, MT, MS, PA, PI, PR, SP e TO (SILVA JÚNIOR et al., 2005).

Embora a maioria das Caryocaraceae seja proveniente da Região Amazônica, uma das espécies mais marcantes da flora brasileira é o pequizeiro (*Caryocar brasiliense*), nativo dos cerrados e considerada uma das espécies mais características deste tipo de vegetação. A espécie pode apresentar desde alguns centímetros de altura até serem árvores robustas e frondosas (SOUZA; LORENZI, 2005). *Caryocar*: do grego *caryon* = núcleo ou noz + *kara* = cabeça, em referência ao fruto globoso. *Brasiliense*: original do Brasil. *Pequi*: do tupi, *py*: pele + *qui* = espinho, em referência aos espinhos no caroço (SILVA JÚNIOR et al., 2005).

Os frutos são carnosos, globosos e com até 8 cm de diâmetro. As sementes possuem comprimento de até 4 cm, reiformes, com polpa alaranjada que envolve o caroço lenhoso e com espinhos (SILVA JÚNIOR et al., 2005).

A importância do pequi tem sido salientada em virtude do valor nutritivo dos frutos e das sementes, da qualidade da sua madeira para obtenção de carvões siderúrgicos, da utilização dos frutos na alimentação popular, da indústria de licores e de sabões caseiros (HANDRO; BARRADAS, 1971).

O pequi possui em seu interior amêndoa comestível pouco explorada. A polpa e a “amêndoa” nele encontradas são ricas em riboflavina, tiamina, provitamina A e óleos, que lhe conferem elevado valor nutritivo. O óleo da “amêndoa” também é usado na iluminação e como lubrificantes, na indústria farmacêutica, na fabricação de licores, de sabões e no consumo doméstico [Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC), 1983, citado por MELO, 1987]. A “castanha” é utilizada na fabricação de paçoca e óleo branco (POZO, 1997).

Em estudo realizado por Vera et al. (2005), para a caracterização física de frutos do pequizeiro no Estado de Goiás, observaram-se que a massa total das amêndoas variaram entre 0,5 e 4,5g, tendo uma relação direta com o tamanho dos frutos.

2.2 COMERCIALIZAÇÃO DE PEQUI E CASTANHAS

A presença significativa (grande quantidade de árvores) do pequizeiro no bioma cerrado, aliado a alta produtividade, cerca de 500 a 2000 mil frutos/hectare, e 1 a 4 sementes por fruto, totalizando de 500 a 8000 sementes, permitiu à população de tal região consumir com frequência o pequi, ora por falta de opção, sendo para muitos quase que uma fonte única de alimentos, ora pelo paladar e aroma característico que possui, tornando-se prato típico e constituindo-se em hábito alimentar nessa região (ALMEIDA; SILVA, 1994).

Na Central de Abastecimento de Goiás (CEASA – GO), o volume de comercialização de frutos de pequi, no ano de 2004, foi de aproximadamente 1.362,69 toneladas e em 2005, o volume nacional comercializado reduziu e no CEASA-GO foi de 1.250,10 toneladas o que representou, respectivamente, 31,75% e 74,32% da participação da comercialização a nível nacional (CEASA, 2007).

O Brasil é um grande produtor de castanha. Sua produção está distribuída entre os Estados do Amazonas, Pará, Ceará, Acre, Amapá, Rondônia, Roraima, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Piauí e Rio Grande do Norte, sendo os três primeiros, responsáveis por mais de 80% do volume produzido. Em 2005, a produção alcançou 50.000 toneladas, das quais 23.073 toneladas foram direcionadas ao mercado interno e 26.927 toneladas destinadas à exportação, principalmente, para Europa e América do Norte. A produção mais expressiva é da castanha do Pará ou Brasil (*Bertholletia excelsa H & B*) e de caju (*Anacardium occidentale L.*) (CEASA, 2007).

A maior parte da castanha do Pará colhida no Brasil destina-se ao consumo “in natura”. Porém, quando estas se apresentam quebradas ou com defeitos, sem aceitação pelo mercado externo, são utilizadas como matéria-prima, devido à sua riqueza lipídica. Para extração do óleo das castanhas pode ser utilizada prensa hidráulica manual, prensa elétrica, processos realizados a frio, nos quais ocorrem menores alterações na composição do óleo, podendo ainda ser utilizada extração por solvente. Ao resíduo dessa extração do óleo dá-se o nome de torta. A mesma é moída e peneirada para padronizar o produto final (GLÓRIA; REGITANO-d’ARCE, 2000; LIMA; GARCIA; LIMA, 2004).

2.3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA E AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE AMÊNDOAS

Existem espécies nativas de algumas regiões do Brasil que necessitam de estudos quanto a sua composição química e seu valor nutricional, considerando que alguns frutos regionais estudados mostram-se como boas fontes de nutrientes (HIANE et al., 1992).

As amêndoas, de modo geral, possuem bom conteúdo de lipídios e proteínas. Estudos realizados revelaram informações sobre a composição química e qualidade de amêndoas e seus derivados, como farinhas, óleo, concentrado e isolado protéico, leite e torta (LIMA; GARCIA; LIMA, 2004).

A castanha do Brasil é uma amêndoa oleaginosa de elevado valor energético, rica em proteína de alto valor biológico, principalmente, aminoácidos essenciais sulfurados (metionina e cisteína). Apresenta, ainda, outros constituintes indispensáveis a uma boa alimentação, como o selênio, antioxidante que vem sendo referido na prevenção de câncer e doenças cardiovasculares. Para redução do elevado valor energético e, ou calórico das amêndoas faz-se necessário à obtenção da torta, parcialmente ou completamente desengordurada, através da extração do material graxo. A torta apresenta inúmeras possibilidades de aplicação, visando o enriquecimento de uma grande variedade de grupos de alimentos, tais como: produtos para panificação, bebidas, embutidos, farinhas, leites, cereais, snacks, salgados, doces, sorvetes, chocolates, biscoitos, bombons, entre outros (GLÓRIA; REGITANO-d'ARCE, 2000).

Segundo Facioli (1996), a composição do pequi em base seca é de 42 - 58 % de casca, 16 - 30 % de polpa, 15 - 16 % de endocarpo, 5 - 7 % de amêndoa. O teor de óleo da amêndoa fica em torno de 54 % e, na sua maior parte, é constituído por ácido oléico e ácido palmítico. Hiane et al. (1992) estudaram a composição de ácidos graxos da amêndoa e encontraram em maior proporção os ácidos oléico (63,6%), palmítico (26%) e linoléico (8,9%).

Peixoto (1973) relata que a amêndoa do pequi compõe-se de dois cotilédones de massa branca, oleosa, pouco resistente, adocicada, protegida por uma pele pardacenta, que se destaca com facilidade, possuindo sabor melhor que a polpa. A amêndoa contém 70,4% de óleo branco, meio sólido, de gosto fino e perfume muito agradável.

Segundo Franco (1992), a amêndoa do pequi apresenta: 21,60 g/100g de glicídios; 1,20 g/100g de proteínas; 0,9 g/100g de lipídios; 14 mg/100g de cálcio; 10 mg/100g de fósforo e 1,20 g/100g de ferro.

De acordo com Hiane et al. (1992), a amêndoa do pequi de frutos nativos do estado de Mato Grosso do Sul, apresenta: $37,93 \pm 1,78$ g/100g de umidade; $3,20 \pm 0,13$ g/100g de resíduo mineral fixo; $21,25 \pm 0,37$ g/100g de proteínas; $33,04 \pm 0,0$ g/100g de lipídios; $2,87 \pm 0,0$ g/100g de carboidratos. A Tabela 1 apresenta a composição química de algumas variedades de castanha, sendo a maioria rica em lipídio e proteína.

Tabela 1. Composição química de algumas variedades de castanha

	Proteína	Lipídio	Carboidrato	Cinza	Umidade
	(g/100g)	(g/100g)	(g/100g)	(g/100g)	(g/100g)
Castanha do Brasil ¹	17,0	67,0	7,0	4,6	4,4
Castanha de pequi ²	21,25	33,04	2,87	3,2	37,93
Castanha de caju ³	22,11	46,28	7,99	2,4	5,05
Castanha de cutia ⁴	16,6	74,1	-	-	3,6
Castanha de baru ⁵	29,6	40,3	7,3	2,83	-
Noz macadâmia ⁶	7,6	74,0	13,4	1,2	1,9

(Fontes: Glória¹; Regitano-d'Arce, 2000; Melo², 1987; Melo³, 1998; Pessoa⁴; Assis; Braz, 2004; Togashi⁵; Sgarbieri, 1994, Silva⁶ (2005), apud Palipane et al., 1992).

2.4 DEGRADAÇÃO DE ALIMENTOS DURANTE A ESTOCAGEM

Os alimentos, industrializados ou não, mantêm-se em constante atividade biológica, manifestada por alterações de natureza química, física, microbiológica ou enzimática que os levam a deterioração da qualidade. De maneira geral, os danos que os alimentos com alto teor de gordura e teor intermediário de umidade estão sujeitos durante a estocagem são contaminação por microrganismos, rancificação de gorduras e alterações devido ao ganho de umidade (LIMA, 1997).

2.4.1 CRESCIMENTO DE MICRORGANISMOS

Os microrganismos nos alimentos são causadores de alterações químicas prejudiciais, resultando na “deterioração microbiana” e apresentando alterações de cor, odor, textura e aspecto do alimento. Os microrganismos patogênicos podem apresentar risco à saúde humana (FRANCO; LANDGRAF, 1996).

A capacidade de sobrevivência ou de multiplicação dos microrganismos que estão presentes em um alimento depende de vários fatores. A atividade de água (*A_w*), pH, composição química, fatores antimicrobianos naturais, entre outros, são considerados fatores intrínsecos. A umidade, temperatura ambiental, composição química da atmosfera que envolve o alimento são denominados fatores extrínsecos (FRANCO; LANDGRAF, 1996).

Valores de *A_w* de 0,60 é considerado limitante para a multiplicação de qualquer microrganismo (FRANCO; LANDGRAF, 1996). De acordo com Lima (1997), geralmente, a atividade de água mínima para produção de toxinas é, frequentemente, mais alta do que para o crescimento do microrganismo, o que representa um fator de segurança para alimentos com

teor de umidade intermediária. O emprego de materiais de embalagem com baixa permeabilidade ao vapor de água minimiza o ganho de umidade e aumento da atividade de água dos produtos.

Freire e Offord (2001) estudaram bactérias e leveduras associadas às castanhas cruas de caju e do Brasil. Foram identificadas um total de 13 espécies de bactérias, tais como *Bacillus*, *Salmonella typhimurium* e *Staphylococcus aureus*. As contagens variaram de $5,3 \times 10^3$ a $1,2 \times 10^4$ UFC/g. Duas espécies de leveduras, como *Pichia sp.*, e *P. guilliermondii*, apresentaram populações mais elevadas que as de bactérias. As contaminações foram, principalmente, ambientais e higiene inadequada na manipulação para extração das castanhas.

Souza et al. (1986) realizaram determinações físico-químicas e microbiológicas em farinhas de castanha do Brasil, desengorduradas e torradas. A umidade do produto variou de 3,25 a 3,92% durante o período de estocagem. A contagem total de bactérias termófilas, proteolíticas e lipolíticas foi ausente. A contagem inicial de bolores e leveduras foi de $1,9 \times 10^4$ UFC/g de farinha no tempo inicial de estocagem, reduzindo para $1,66 \times 10^3$ UFC/g aos 60 dias e ausência de contagem ao final de 120 dias. A ocorrência de bactérias mesófilas foi de $1,6$ a $7,0 \times 10^4$ UFC/g, durante o período de estocagem. A presença desses microrganismos foi, possivelmente, decorrente da manipulação do produto após o processamento.

Neto et al. (2004) estudaram a microbiologia de farinha de mandioca durante armazenamento por 180 dias. Durante todo o período de estocagem as amostras apresentaram-se ausência em 25g de amostra em relação à pesquisa de *Salmonella sp* e *Staphylococcus aureus*. As contagens de bactérias mesófilas variaram de $2,0 \times 10^3$ a $7,1 \times 10^4$ UFC/g e de bolores e leveduras de $5,0 \times 10^2$ a $1,4 \times 10^4$ UFC/g ao longo do tempo de armazenamento, no entanto, as contagens apresentaram dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente. Segundo os autores, contagens altas de mesófilos podem indicar condições potenciais para o desenvolvimento de patógenos.

2.4.2 RANCIDEZ

Existem basicamente dois tipos de rancidez, a hidrolítica e a oxidativa. A rancidez hidrolítica é devida à ação de enzimas lipases, amplamente distribuídas nos alimentos, que catalisam a hidrólise dos triglicerídeos liberando ácidos graxos. A fritura das amêndoas de caju durante o processamento inibe este processo devido à inativação enzimática das enzimas lipoxidases ou por via enzimática através da autooxidação ou da fotooxidação (LIMA, 1997).

Na rancidez oxidativa têm-se a reação do oxigênio atmosférico com as duplas ligações dos ácidos graxos insaturados produzindo peróxidos e hidroperóxidos que por uma série de

reações paralelas geram compostos como aldeídos, cetonas, álcoois, etc., responsáveis pelas características de produtos rancificados (ARAÚJO, 1999).

A autoxidação é uma reação autocatalítica em cadeia, baseada na formação de radicais livres que podem se formar a partir de dissociação térmica direta, pela catálise com metais pró-oxidantes ou pela exposição à luz (ARAÚJO, 1999; LABUZA, 1971, citado por LIMA, 1997).

A fotoxidação ocorre na presença de luz e de um sensibilizador como a clorofila. Neste processo o oxigênio é ativado (estado singlete), pela transferência de energia da luz, que ocorre com a ajuda do fotossensibilizador. Neste estado, o oxigênio torna-se muito reativo, reagindo diretamente com os ácidos graxos insaturados, sem a formação de radicais livres (LABUZA, 1971, citado por LIMA, 1997).

Existem várias formas de se avaliar o estado oxidativo de óleos ou de frações lipídicas dos alimentos. Dentre os testes mais utilizados estão o índice de acidez (rancidez hidrolítica), índice de peróxido e índice de anisidina (rancidez oxidativa) (ARAÚJO, 1999).

Um maior número de insaturação torna o óleo ou o alimento que o contém mais susceptível à degradação oxidativa. A taxa de oxidação ocorre com maior velocidade em valores extremos de atividade de água, ou seja, alimentos com teor de umidade intermediário (aproximadamente 0,2 a 0,5 de atividade de água) são menos susceptíveis à oxidação (BOBBIO; BOBBIO, 1992).

Na rancidez hidrolítica a decomposição das gorduras através da lipase é acelerada por luz e calor, com formação de ácidos graxos livres que causam um sabor-odor desagradável, principalmente, em gorduras como manteiga, que possui grande quantidade de ácidos graxos de baixo peso molecular. Porém, em gorduras com ácidos graxos não-voláteis, o sabor-odor característico não aparece juntamente com a deterioração. Neste caso, é muito importante a medida quantitativa dos ácidos graxos livres para se determinar o grau de deterioração (CECCHI, 2003).

A acidez é um tipo de rancidez hidrolítica e seu índice é definido como miligramas de KOH requerido para neutralizar os ácidos graxos livres em 1 g de amostra. O procedimento está baseado na dissolução da gordura em um solvente misto e neutralizado, seguida da titulação com uma solução padrão de NaOH, na presença de fenolftaleína como indicador (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

A rancidez oxidativa é a mais importante porque todos os tipos de gorduras possuem triacilgliceróis insaturados. A deterioração oxidativa tem como consequência a destruição das

vitaminas lipossolúveis e dos ácidos graxos essenciais, além da formação de subprodutos com sabor-odor forte e desagradável (CECCHI, 2003).

Evidências experimentais demonstram que os hidroperóxidos são os produtos primários predominantes, mas não exclusivos, da autooxidação de gorduras insaturadas. Vários testes têm sido desenvolvidos para indicar a rancidez oxidativa em gorduras. Os estágios de rancidez podem ser detectados por esses testes antes que se perceba a deterioração sensorialmente (CECCHI, 2003).

O índice de peróxido é um dos métodos mais utilizados para medir o estado de oxidação de óleos e gorduras. Os peróxidos são os primeiros compostos formados quando uma gordura se deteriora, portanto, toda gordura oxidada dá resultado positivo nos testes de peróxidos. O índice de peróxido de uma gordura é facilmente determinado dissolvendo-se um peso de gordura em uma solução de ácido acético-clorofórmio, adicionando-se iodeto de potássio e titulando o iodo liberado (o I^- é oxidado a I_2 pelo peróxido da amostra) com solução padrão de tiosulfato de sódio, usando amido como indicador (CECCHI, 2003; INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

No teste do TBA (ácido 2-tiobarbitúrico) os compostos produzidos pela oxidação das gorduras reagem com ácido 2-tiobarbitúrico dando produtos de coloração vermelha. Essencialmente, o método compreende a dissolução orgânica como benzeno, clorofórmio ou tetracloreto de carbono e extração do material reativo com uma solução de ácido acético – ácido tiobarbitúrico – água. O extrato aquoso, com aquecimento, desenvolverá uma coloração vermelha se a gordura estiver oxidada. O método torna-se quantitativo quando a intensidade de cor é medida no espectrofotômetro, através da medida da absorbância. A cor produzida irá variar com o tipo de ácidos graxos existente na amostra. O pigmento produzido na reação colorimétrica é resultante da condensação de duas moléculas de TBA e uma de dialdeído malônico. É um teste utilizado desde 1951 para leites e produtos lácteos e devido sua simplicidade e rapidez tem sido reconhecido como bom método, também, para avaliar a oxidação de lipídios em carnes, produtos cárneos e vegetais (OSAWA, 2005; INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

2.4.3 CONTEÚDO DE ÁGUA

A umidade, ou teor de água, de um alimento constitui-se em um importante índice de análise de alimentos. É de grande importância econômica por influenciar na palatabilidade, digestibilidade, estrutura, teor de sólidos e também na precibilidade do produto. Umidade fora das recomendações técnicas resulta em grandes perdas na estabilidade química, na

deterioração microbiológica, nas alterações fisiológicas (brotação) e na qualidade geral dos alimentos (ORDANEZ, 2005).

Os microrganismos necessitam de água para se multiplicarem. A água total presente em um alimento nem sempre se encontra disponível, por isso, é importante saber a quantidade de água livre – não comprometida por íons ou por colóides hidrofílicos – presente no alimento (BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998). A água, encontrada livre ou fracamente ligada ao substrato e entre si, funciona como solvente, permite o crescimento de microrganismos e reações químicas e pode ser eliminada com relativa facilidade. Por outro lado, a água combinada é fortemente ligada ao substrato, mais difícil de ser eliminada e não é utilizada como solvente, não permitindo o desenvolvimento microbiano (BOBBIO; BOBBIO, 1992).

A intensidade e a taxa de deterioração dos alimentos podem ser relacionadas com A_w , definida como a relação entre a pressão de vapor de um produto e a pressão de vapor da água pura à mesma temperatura (ORDANEZ, 2005; BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998; SILVA, 2005).

Considera-se A_w igual a 0,60 como sendo o limite mínimo capaz de permitir o desenvolvimento de microrganismos, daí o fato dos alimentos desidratados, como as frutas secas, a cebola e alho e o leite em pó, serem microbiologicamente estáveis (FRANCO; LANDGRAF, 1996; ORDANEZ, 2005).

2.4.4 USO DA EMBALAGEM NO ARMAZENAMENTO DE ALIMENTOS

Grande parte das deteriorações dos alimentos durante a estocagem pode ser minimizada ou até mesmo evitada pelo uso de embalagens adequadas e que atendem os requisitos de proteção específicos para cada alimento. As embalagens flexíveis para alimentos como castanhas têm como principal objetivo limitar seu contato com o oxigênio e evitar a absorção de água do ambiente. Estes processos são simultâneos, mas, às vezes, um deles pode ser mais importante que o outro (LIMA, 1997).

A capacidade de uma embalagem resistir à absorção ou à evaporação de gases, à penetração de lipídeos e à passagem da luz é considerada como barreira. A barreira de uma embalagem ao vapor de água é quantificada pela determinação da taxa de permeabilidade ao vapor de água (TPVA). A TPVA é definida como a quantidade de água que passa através de uma unidade de área da embalagem por unidade de tempo, a uma determinada temperatura e umidade relativa (MODI et al., 1978).

As propriedades de materiais plásticos dependem do tipo de resina, da espessura e também da temperatura e umidade relativa de estocagem. Dentre as resinas plásticas,

utilizadas na fabricação de embalagens flexíveis, as que apresentam maior barreira ao vapor de água são as poliolefinas. Essas resinas são utilizadas na fabricação de filmes simples, estruturas laminadas ou co-extrudadas. Quando a barreira ao vapor destes materiais não é suficiente pode-se utilizar filmes com metalização ou laminados com alumínio (ALVES, 1986).

A barreira de uma embalagem ao oxigênio é quantificada através da taxa de permeabilidade a esse gás (TPO_2), definida como a quantidade de oxigênio que passa por uma unidade de área, paralelamente à superfície do filme, por unidade de tempo, nas condições de teste. Nas estruturas de multicamadas é comum o emprego de poliamidas e poliéster a fim de conferir a característica de barreira a gases. Barreiras melhores que estas podem ser obtidas com laminação com folha de alumínio ou com substratos metalizados (MODI et al., 1978).

O custo dos materiais de embalagem é um fator importante no custo de produção de alimentos, sendo que, de maneira geral, materiais com melhores características de barreira apresentam maior custo. Assim, a decisão sobre a seleção da embalagem e as suas propriedades de barreira devem ser estudadas para manutenção da vida útil desejável para o produto (LIMA, 1997).

2.5 SECAGEM E DESIDRATAÇÃO

A secagem, ou desidratação, é uma técnica comumente utilizada na industrialização de alimentos e baseia-se na redução de água disponível para os microrganismos e reações químicas (FITO et al., 1996; MALTINI et al., 1990).

A secagem, normalmente, corresponde à eliminação da umidade em condições ambientais, praticamente sem a utilização de equipamentos, tendo, portanto, menor custo que a artificial. A desidratação consiste na eliminação quase completa da água em condições controladas, por meio da utilização de equipamentos. Neste processo, o produto final normalmente atinge de 3 a 5% de umidade (ORDONEZ, 2005; GAVA, 1979; BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998).

Assim, a redução do conteúdo de água a um nível muito baixo elimina a possibilidade de deterioração microbiológica e reduz apreciavelmente a velocidade de outros mecanismos de deterioração, por redução da A_w . Além do efeito conservante, a desidratação reduz o peso e o volume do alimento, aumentando a eficiência do transporte e do armazenamento. A secagem facilita o uso e diversifica a oferta de produtos. Em algumas situações, a desidratação permite obter produtos de mais fácil utilização e com características sensoriais distintas (TORREGGIANI, 1993; ORDONEZ, 2005).

O tempo necessário para a secagem depende do produto, ou seja, sua maior ou menor porcentagem de água, da maior ou menor irradiação solar, podendo ser calculado, em climas apropriados, entre 2 a 12 dias. A desidratação, em geral, ocorre em temperaturas de 50 a 70°C e leva de 5 a 20 horas, dependendo do tamanho do pedaço ou do produto (GAVA, 1979).

A dessecação com ar aquecido é, sem dúvida, a forma de secagem mais utilizada na indústria alimentícia. Nesse método há transferência simultânea de calor e massa. A energia é transferida para o alimento (proporcionando o calor latente de vaporização da água) e o vapor d'água migra na direção oposta, do alimento para o ar (ORDONEZ, 2005).

2.6 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial tem sido definida como um método usado para incitar, medir, analisar e interpretar respostas aos produtos através dos sentidos da visão, tato, paladar e olfato. O seu campo cresceu rapidamente na segunda metade do século 20, junto à expansão dos alimentos processados e do consumo de produtos industrializados. Compreende uma série de técnicas com o intuito de avaliar as respostas humanas acerca dos alimentos e minimizar a influência em potencial da identidade de marcas e outras informações que influenciam a percepção do consumidor. É uma ciência quantitativa pela qual dados numéricos são coletados para estabelecer relações específicas entre as características dos produtos e a percepção humana (LAWLESS; HEYMANN (1999), citados por SILVA, 2005).

A avaliação sensorial dos alimentos pode ser realizada por métodos descritivos, discriminativos e por métodos afetivos ou subjetivos. Os métodos subjetivos medem o quanto uma população gostou de um produto e é usada para avaliar preferência ou aceitabilidade. A aceitabilidade pode ser dimensionada pela preferência ou grau de gostar para um produto. A avaliação da opinião do consumidor pode ser feita quanto ao produto global ou sobre certas características do produto como cor, textura, brilho, sabor e outros atributos. Para este tipo de teste recomenda-se número de provadores entre 25 e 50. Um número menor que 25 pode não apresentar diferença significativa entre as amostras analisadas e em número superior a 50 pode aumentar substancialmente a probabilidade de encontrar diferenças significativas entre elas (DUTCOSKY, 1996; STONE & SIDEL, 1993).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o processo de secagem, torrefação e a estabilidade da amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.).

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Extrair a amêndoa do pequi
- Avaliar os processos de secagem e de torrefação da amêndoa
- Verificar a influência do tempo de armazenamento sobre a amêndoa torrada, acondicionada em diferentes embalagens.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em 2 etapas distintas. A primeira etapa compreendeu as avaliações de secagem, torrefação, avaliação sensorial e composição centesimal, perfil de ácidos graxos da castanha mais preferida. Na segunda etapa, a amostra preferida foi acondicionada em três diferentes embalagens e submetidas a avaliações físico-químicas, microbiológicas e sensoriais durante armazenamento de 180 dias.

Foram utilizadas caroços de pequi fornecidos pela Associação de Beneficiamento de Frutos do Cerrado, localizada na cidade de Damianópolis-Go. Os frutos foram colhidos em um raio máximo de 30 Km da cidade, nos meses de dezembro/2005 a janeiro/2006.

4.1 ETAPA 1

4.1.1 PREPARO, HIGIENIZAÇÃO E SECAGEM DOS CAROÇOS

Após serem despulpadas manualmente, os caroços de pequi foram colocadas sobre lona plástica, onde permaneceram ao sol durante 7 dias, sendo cobertas durante a noite. Os caroços foram transportadas em sacos de aninhagem, de aproximadamente 20 kg, até o Setor de Engenharia de Alimentos da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos - UFG.

Os caroços foram lavados em água corrente, para retirada de excesso de sujidades, e agitadas em tanquinho rotativo (marca Colormaq) durante 5 minutos. Novamente, foram enxaguados e imersos em solução 200ppm de cloro ativo por 5 minutos (PAS MESA, 2002) utilizando hipoclorito de sódio. Os caroços foram dispostos em bandejas e levados para estufa, com circulação forçada de ar, a temperatura de 70°C, durante 4 horas, aproximadamente.

4.1.2 EXTRAÇÃO DA CASTANHA

Para extração da castanha foi adaptado equipamento tipo guilhotina, utilizada para extração da castanha do baru, com finalidade de cortar o caroço ao meio. O equipamento é composto por uma lâmina fixa em um suporte de madeira, recoberto com placa de policloreto de vinila (PVC).

Após o corte, as castanhas foram lavadas em água corrente para retirada dos espinhos, sanificadas em solução 200ppm de cloro ativo por 5 minutos e centrifugadas durante 5 minutos para secagem superficial, em centrífuga de vegetais (marca Trident).

As castanhas foram acondicionadas à vácuo, em embaladora (marca Selovac, mod. 200B), utilizando-se sacos plásticos multicamadas transparentes, composto de NYLON /

polietileno de baixa densidade (PEBD), capacidade de, aproximadamente, 2 kg e estocadas em freezer, a temperatura de -18°C até sua utilização.

4.1.3 DETERMINAÇÃO DA CURVA DE SECAGEM DAS CASTANHAS

A curva de secagem foi obtida mediante determinações de umidades inicial e final em estufa de secagem com circulação forçada de ar quente (marca Maconi, mod. MA 035), pesadas a cada 10 minutos, sob condições de temperaturas controladas a 60°C e 70°C. O ponto final para determinação do tempo da secagem foi a redução da A_w (analisador AQUALAB mod. CX-2) para 0,6, aproximadamente (SOUZA et al., 1986).

Cerca de 1 kg de castanha foi colocada em cada bandeja (79cm de comprimento x 59 cm de largura), distribuídas de forma homogênea. Foram colocadas 2 bandejas dentro da estufa com circulação forçada de ar (1,09 m de largura e 1,65 m de comprimento). Para determinações de umidade (105°C até atingir peso constante) e A_w foram coletadas amostras a cada 10 minutos. Foram realizadas 3 repetições com 2 réplicas.

4.1.4 TORREFAÇÃO E AVALIAÇÃO SENSORIAL

As amostras foram secas no tempo e temperatura escolhidos, de acordo com as curvas de secagem. Em seguida foram torradas a 130°C, em estufa com circulação forçada de ar (marca Maconi, mod. MA 035), em diferentes tempos (15, 30 e 45 minutos) e submetidas à avaliação sensorial, utilizando-se o método de preferência, por ordenação (DUTCOSKY, 1996), para definição do melhor tempo de torrefação. A análise foi realizada com provadores não treinados em cabines individuais (Anexo 1). A amostra seca (sem torrefação) e demais amostras torradas foram oferecidas a 50 provadores, sendo solicitado ordenação de acordo com a preferência em relação aos aspectos globais.

A amostra preferida foi escolhida para seguir o armazenamento e demais avaliações.

4.1.5 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA CASTANHA TORRADA

A composição centesimal da castanha torrada, preferida, foi realizada com 2 repetições e 2 réplicas. As análises para determinação da umidade (105°C até atingir peso constante), lipídios (extrator de Soxhlet), cinzas (550°C até atingir peso constante), proteínas (método de Kjeldahl (%N x 6,25)), foram realizadas segundo AOAC (1997). O conteúdo de carboidratos foi determinado por diferença.

4.1.6 COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DA CASTANHA TORRADA

Os ésteres metílicos dos ácidos graxos obtidos a partir do óleo extraído da castanha torrada de pequi, por extração a frio em prensa manual, foram submetidos a análise cromatográfica, em fase gasosa, utilizando-se o cromatógrafo a gás, marca Focus GC, com coluna capilar de sílica fundida, modelo RT 2560, de 100m de comprimento. As condições de operação do cromatógrafo foram: temperatura inicial de 100°C, com elevação de 1,5°C/min., até atingir 196°C, permanecendo por 10 minutos nesta temperatura e passando para 240°C. Os resultados foram expressos em porcentagem.

4.2 ETAPA 2

4.2.1 EMBALAGEM

As castanhas torradas de pequi foram acondicionadas em embalagens (tratamentos), contendo 240g cada, conforme relacionadas a seguir:

- Filme plástico composto por 3 camadas - Poliéster 17 g/m², Alumínio 17 g/m², Polietileno 40 g/m². Espessura: 75µ; TPO₂: 0,120 cm³/m²/24h; TPVA: 3,633 g/m²/24h a 38°C. (Denominada METALIZADA)
- Filme plástico transparente composto de NYLON / polietileno de baixa densidade (PEBD). Espessura: 100µ; gramatura: 93g/m²; TPO₂: < 45 cm³/m²/24h; TPVA: < 4 g/m²/24h a 37,8°C. (Denominada LAMINADA)
- Filme plástico de polipropileno (PP). TPO₂: 2325-3720 cm³/m²/24h; TPVA: 5,5 – 6,5 g/m²/24h a 38°C (ALVES, 1996). (Denominada POLIPROPILENO).

4.2.2 ARMAZENAMENTO

As castanhas torradas, embaladas nos três tipos de filmes, foram armazenadas à temperatura ambiente durante 180 dias (outubro/2006 a abril/2007).

As amostras foram submetidas às avaliações físico-químicas, microbiológicas e avaliação sensorial.

4.2.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas foram realizadas em 2 repetições e avaliadas nos tempos de 0, 60, 120 e 180 dias.

O óleo para as análises físico-químicas (índice de peróxido, ácido tiobarbitúrico (TBA) e acidez) foi extraído a frio, utilizando-se prensa hidráulica manual (marca Marconi, mod. MA 098) aplicando força de 10 toneladas, aproximadamente.

A umidade foi determinada conforme descrito no item 4.1.5. Atividade de água determinada em analisador AQUALAB (mod. CX-2), devidamente calibrado. O índice de peróxido e acidez foram determinados conforme metodologia AOAC (1997). O valor de TBA foi determinado conforme metodologia AOAC (1997), multiplicando resultado da absorbância pelo fator 7,8 e expressando o resultado em mg de malonaldeído/kg (ARAÚJO, 1999).

4.2.4 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Foi realizada determinação microbiológica de contagem padrão em placas (bactérias mesófilas), segundo metodologia do ICMSF (1997), nos tempos de 0, 30, 90 e 180 dias.

4.2.5 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial foi realizada nos tempos 0, 30, 90 e 180 dias, com 40 provadores não treinados (por alunos, professores e funcionários da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos / UFG). As amostras, oriundas de três tipos de embalagens, foram codificadas e oferecidas de forma monádica (4 partes de amêndoa) para cada provador. Foi aplicado teste de aceitação, utilizando a escala hedônica estruturada de nove pontos para cada atributo avaliado (cor, crocância e sabor) e intenção de compra (escala FACT), segundo DUTCOSKY (1996) (Anexo 2).

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado com 3 repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão e Teste de Friedman. Na avaliação sensorial foram consideradas aceitas amostras com pontuação maior ou igual a 70%. As análises foram realizadas com auxílio do programa *Statistica* versão 6.0 (StatSoft).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ETAPA 1

5.1.1 PREPARO, HIGIENIZAÇÃO E SECAGEM DOS CAROÇOS DE PEQUI

No preparo dos caroços foi fundamental a higienização das mesmas para retirada de sujidades advindas do campo, tais como, terra, areia, capim entre outros, e redução da carga microbiana. A secagem dos caroços em estufa com circulação forçada de ar a 70°C/4h, aproximadamente, foi suficiente para secagem superficial dos caroços até a extração da castanha.

5.1.2 EXTRAÇÃO DA CASTANHA

O equipamento (Figura 1) permitiu um fácil e rápido corte do caroço no sentido longitudinal para extração da castanha. Não foi possível a retirada da castanha inteira devido ao formato e aos espinhos presentes na semente. Foi necessária a utilização de facas para retirar algumas castanhas dos caroços e luvas de látex para proteção das mãos dos manipuladores.

A lavagem em água corrente, dentro de cestos, foi satisfatória para eliminar resíduos de espinhos das castanhas. A secagem superficial realizada em centrífuga industrial foi eficiente para retirada do excesso de água superficial e não provocou danos mecânicos às castanhas (Figura 2).



Figura 1. Guilhotina adaptada para extração da castanha.



Figura 2. Castanhas de pequi *in natura* após centrifugação.

5.1.3 CURVA DE SECAGEM DAS CASTANHAS

As amostras apresentaram umidade inicial em torno de 14% (Figura 3). Nos primeiros 20 minutos de secagem ocorreu decréscimo acentuado na umidade do produto. Após 40 minutos, a umidade das castanhas foi reduzida para 10,2 e 8,2%, quando submetidas às temperaturas de 60 e 70°C, respectivamente. A partir deste tempo, para ambas as temperaturas, observou-se a tendência de estabilização da umidade.

A atividade de água inicial da amostra foi de 0,93 (Figura 4). Nos primeiros 20 minutos de secagem houve um decréscimo acentuado da atividade de água das amostras, para as temperaturas estudadas, alcançando valores próximos a 0,80. Após 60 minutos de secagem, as amostras submetidas a 60°C apresentaram menor redução na atividade de água, próxima a 0,70, enquanto que a 70°C, foram observados valores em torno de 0,60.

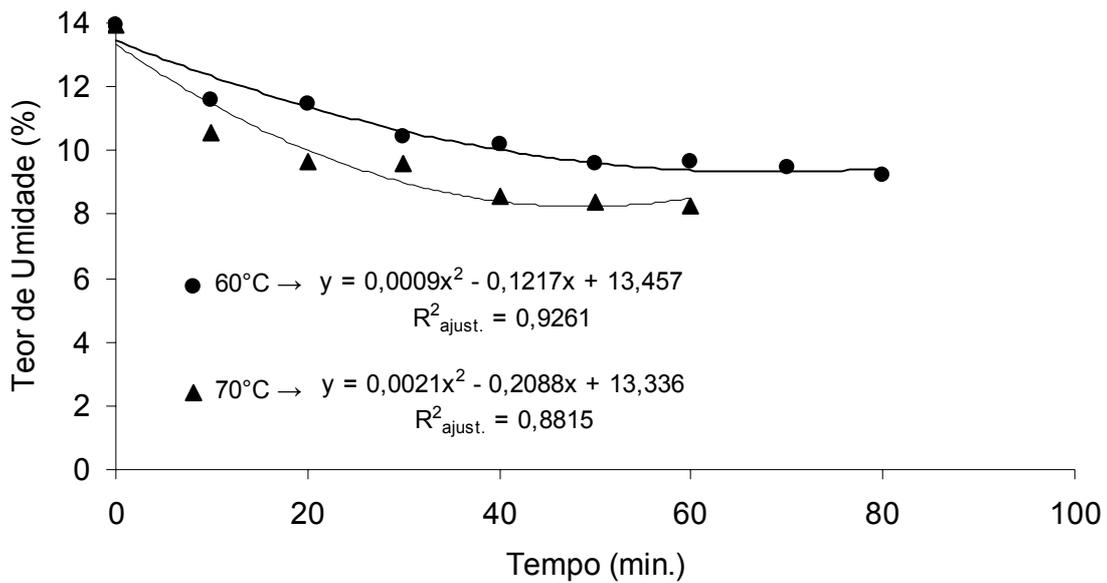


Figura 3. Teor de umidade da castanha de pequi à temperaturas de 60 e 70°C.

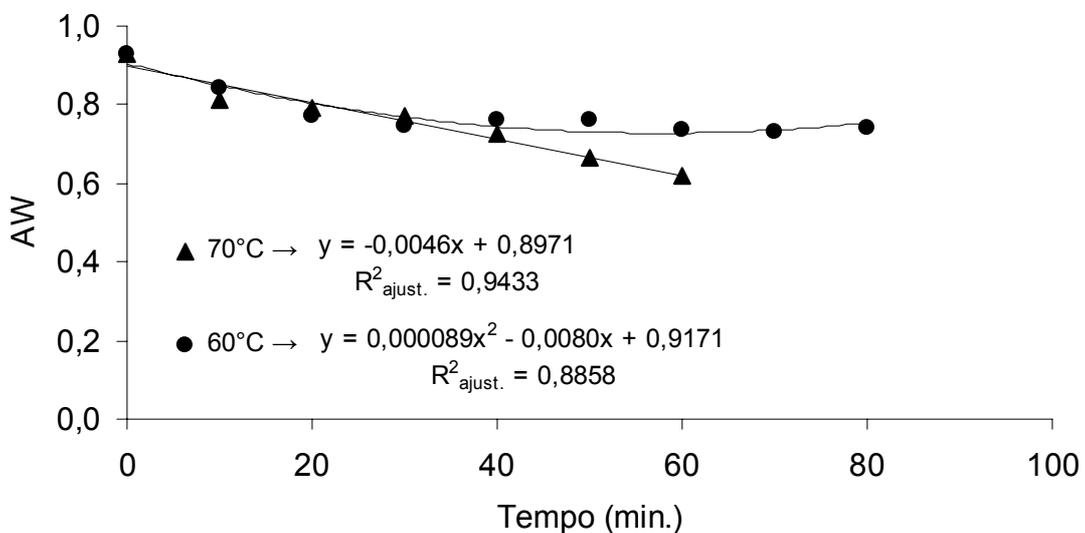


Figura 4. Aw da castanha de pequi à temperaturas de 60 e 70°C.

Pela análise dos dados, sugere-se o binômio tempo/temperatura de secagem das castanhas de 70°C por 60 minutos, pois conferiu ao produto atividade de água em torno de 0,60 em menor tempo secagem. Souza et al. (1986), também, utilizaram temperatura de 70°C na secagem de farinha de castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*), reduzindo sua umidade para 2,3% em três horas. A Aw em torno de 0,60 garante estabilidade às alterações

microbiológicas nos alimento, pois aumenta barreira ao desenvolvimento e sobrevivência destes (FRANCO; LANDGRAF, 1996).

5.1.4 TORREFAÇÃO E AVALIAÇÃO SENSORIAL

As amostras secas (70°C/60min) e torradas a 130°C por 15, 30 e 45 minutos, apresentaram umidade final de 4,27%, 3,86% e 3,60% e atividade de água de 0,35, 0,29 e 0,19, respectivamente.

Não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as amostras torradas durante 15 e 30 minutos, sendo estas as mais preferidas. As castanhas apenas secas e as torradas por 45 minutos também não se diferiram estatisticamente entre si ($p > 0,05$), pelo teste de Friedman, apresentando menor preferência pelos provadores (Figura 5). Apesar das amostras torradas por 15 e 30 minutos não apresentarem diferença significativa no teste de preferência, o tempo de torrefação de 30 minutos foi utilizado, pois foram observadas tendências de melhores características sensoriais na cor e crocância do produto final.

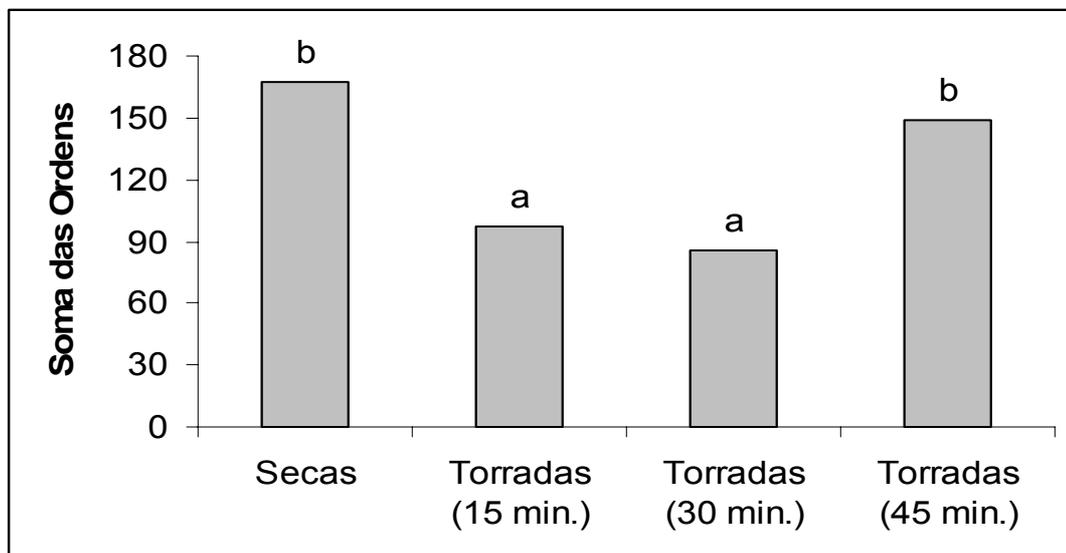


Figura 5. Preferência dos provadores pelas amostras de castanhas secas e torradas. Barras com a mesma letra não diferem estatisticamente entre si (Teste de Friedman). Amostras com menor valor de soma de ordens foram mais preferida.

5.1.5 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA CASTANHA TORRADA

Na tabela 2 estão apresentados os resultados de proteína bruta, lipídios totais, cinzas e carboidratos totais encontrados na castanha torrada de pequi. Observou-se que os

componentes mais abundantes foram lipídeos e proteínas, com valores médios em torno de 47 e 31g/100g, respectivamente.

Tabela 2. Composição centesimal da castanha torrada de pequi a 130°C/30min.

Componente	g/100g
Proteínas	31,75 ± 0,21
Lipídios	47,35 ± 0,07
Cinzas	3,95 ± 0,07
Carboidratos	12,05 ± 0,15
Umidade	5,26 ± 0,15

Melo (1987) encontrou para castanha crua de pequi valores de lipídios e proteínas de 33 e 21g/100g, respectivamente, sendo abaixo dos encontrados neste estudo, o que era esperado, pois com a desidratação os constituintes lipídeos e proteínas estão mais concentrados. Em comparação a outros tipos de castanhas cruas, a noz macadâmia (Silva (2005), apud Palipane et. al, 1992) e a castanha de cutia (Pessoa; Assis; Braz, 2004) apresentaram maior valor de lipídios, em torno de 74g/100g. A castanha de caju tostada, estudada por Melo (1998) apresentou menor conteúdo de proteína (22,11g/100g) e valores de lipídio e umidade semelhantes à castanha torrada de pequi. Observa-se, portanto, que a castanha de pequi apresenta teor de proteína superior às castanhas citadas.

5.1.6 COMPOSIÇÃO EM ÁCIDOS GRAXOS DA CASTANHA TORRADA

A composição em ácidos graxos da fração lipídica das castanhas torradas de pequi está apresentado na Tabela 3. Os valores encontrados apresentam-se próximos aos valores estabelecidos por Brasil (1999), Resolução n. 482, para óleos brutos, exceto para o ácido graxo linoléico, que está um pouco abaixo em relação a alguns tipos de óleos, por exemplo, amendoim e palma. Os ácidos graxos insaturados predominantes na castanha torrada foram oléico - C18:1c ω 9 (49,87%) e linoléico - C18:2cc ω 6 (7,28). O ácido graxo saturado predominante foi palmítico - C16:0 (34,95%). Hiane et al. (1992) encontraram em castanha crua de pequi a mesma predominância em relação aos ácidos graxos, contudo, os valores encontrados foram de 63,60% para o oléico e 26% para o palmítico.

Em estudos realizados por Togashi & Sgarbieri (1994), foram encontrados os seguintes valores para ácidos graxos predominantes da semente do baru (*Dipterix alata*): C16:0 - 7,16%; C18:1 - 44,53%; C18:2 - 31,70%. Composição semelhante foi encontrada por

Hiane et al. (2003) em polpa *in natura* de bacuri (*Scheelea phalerata* Mart.): C16:0 - 7,13%; C18:1 - 52,90%; C18:2 - 11,80%.

Tabela 3. Composição em ácidos graxos das frações lipídicas da castanha torrada de pequi a 130°C/30min.

Ácidos Graxos	g/100g	%
Mirístico (C14:0)	0,16	0,34
Palmítico (C16:0)	16,55	34,95
Palmitoléico (C16:1 ω 7)	0,23	0,49
Margárico (C17:0)	0,03	0,07
Heptadecenóico (C17:1 ω 7)	0,02	0,04
Esteárico (C18)	1,08	2,27
Oléico (C18:1 c ω 9)	23,61	49,87
Vacênico (C18:1 c ω 11)	1,53	3,23
Linoléico (C18:2cc ω 6)	3,45	7,28
Linolênico (C18:3 ω 3 ccc)	0,08	0,16
Araquídico (C20:0)	0,10	0,21
Araquidônico (C20: 4 ω 6)	0,19	0,40
Eicosapentanóico (C20:5 ω 3)	0,02	0,04
Heneicosanóico (C21:0)	0,01	0,01
Behênico (C22:0)	0,20	0,43
Hepatoblastona (C22:2 ω 6)	0,01	0,01
Tricosanóico (C23:0)	0,03	0,06
Lignocérico (C24:0)	0,05	0,10
Tetracosenóico (C24:1 ω 9)	0,01	0,03
Σ saturados	-	38,45
Σ insaturados	-	61,55

Lima (1997), em estudo realizado com castanha de caju, encontrou composição de C16:0 - 9,5%; C18:1 - 61,9%; C18:2 - 19,1%.

Comparando a composição em ácido graxos da semente de baru, polpa de bacuri e castanha de caju observa-se que a castanha de pequi apresentou concentração em ácido palmítico, aproximadamente, 4 vezes superior, enquanto a de ácido esteárico e linoléico foram inferiores.

5.2 ETAPA 2

5.2.1 AVALIAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DURANTE O ARMAZENAMENTO

As embalagens utilizadas nos três tratamentos estão representadas na figura 6. A temperatura variou durante a estocagem de 18 a 29°C e umidade relativa de 60 a 90%. O comportamento da umidade nos tratamentos, durante armazenamento, está representado na figura 6. Pode-se observar ganho de umidade em todos os tratamentos, sendo que as amostras

acondicionadas em embalagens de polipropileno obtiveram maior ganho, atingindo valores, após 180 dias, em torno de 6%.



Figura 6. Embalagens utilizadas no acondicionamento da castanha torrada.

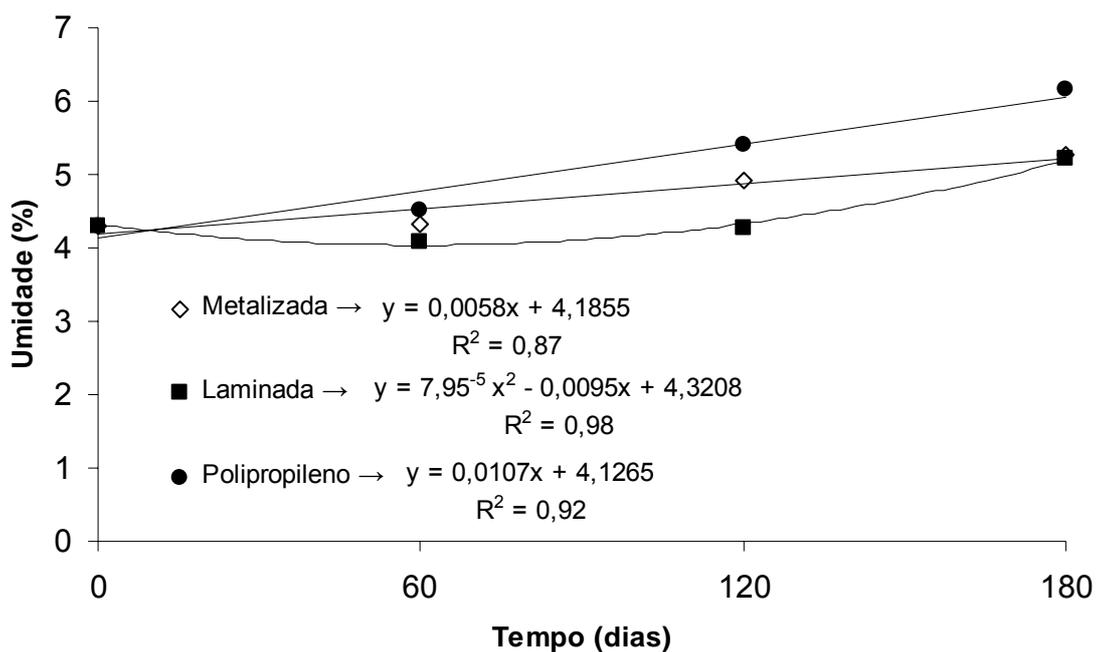


Figura 7. Variação de umidade dos tratamentos durante o armazenamento.

Em relação a atividade de água das castanhas acondicionadas em polipropileno apresentou-se mais elevado, o que confirma o valor de, também, ter apresentado maior ganho de umidade. Contudo, durante os 180 dias de armazenamento o valor de a_w não ultrapassou

0,6, considerado valor limitante para o desenvolvimento de microrganismos, em nenhum dos tratamentos (Figura 8). Em estudo realizado por Silva & Marsaioli (2003), castanhas torradas de castanha do Brasil, embaladas a vácuo em sacos transparentes de polietileno (PEBD), permaneceram com índices de aw abaixo de 0,6 durante 180 dias de estocagem.

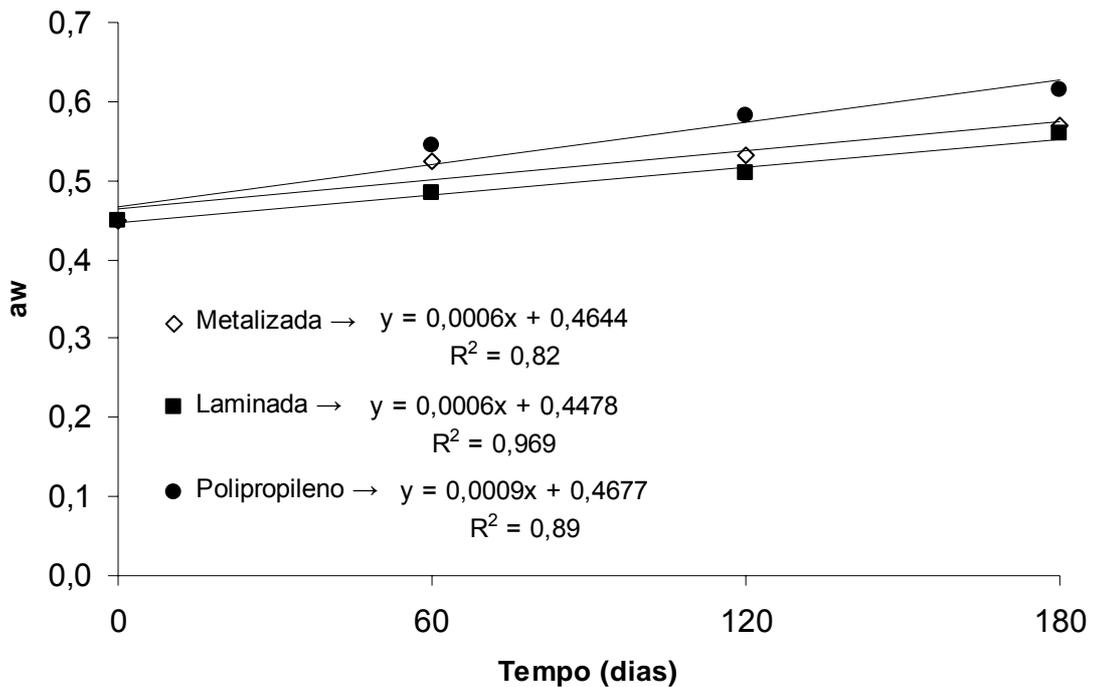


Figura 8. Variação de Aw dos tratamentos durante o armazenamento.

A variação da acidez e índices de peróxidos estão representados nas figuras 9 e 10, respectivamente. Os valores encontrados para estes parâmetros estão bem abaixo do padrão estabelecido pela legislação brasileira para óleos brutos, prensados a frio, não refinados (BRASIL, 2005), que estabelece a acidez máxima de 4,0 mgKOH/g e peróxido 15 meq/kg.

O comportamento da acidez e peróxido para os tratamentos utilizando embalagens metalizadas e laminadas foram semelhantes ao longo do período de estocagem, atingindo máximo de 0,8 mgKOH/g e 0,3 meq/kg, respectivamente. Tratamento com embalagem de polipropileno os valores foram maiores, chegando a 1,7 mgKOH/g para acidez e peróxido 1,3 meq/kg, ao final de 180 dias. Para todos os tratamentos os valores encontrados indicam que as reações hidrolíticas e oxidativas foram lentas na castanha de pequi durante o período de armazenamento.

Segundo Prado Filho (1994), o ranço é causado pelos produtos resultantes da degradação de peróxidos originados da oxidação de ácidos graxos, e não pelos próprios

peróxidos. O valor peróxido tem significado limitado para quantificar as propriedades sensoriais de farinhas integrais oleaginosas. Estas propriedades são melhor quantificadas por painéis de provadores (PRADO FILHO, 1994),

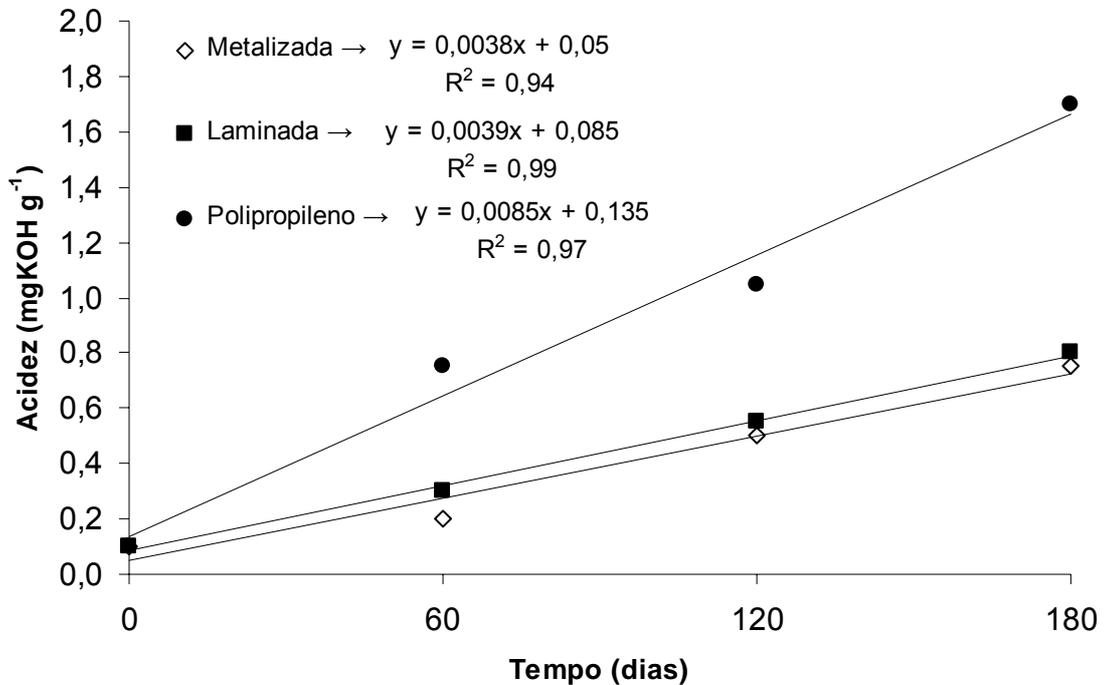


Figura 9. Variação da acidez dos tratamentos durante o armazenamento.

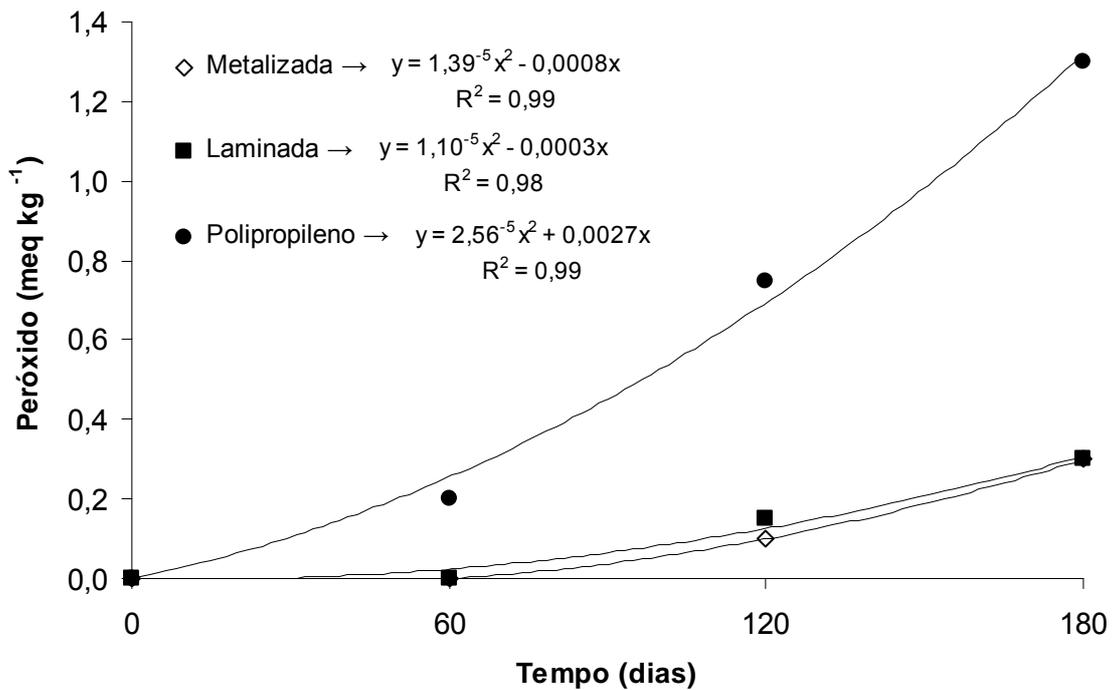


Figura 10. Variação do índice de peróxido dos tratamentos durante o armazenamento.

Em relação ao índice de TBA, as castanhas acondicionadas nas embalagens metalizada e laminada apresentaram valores semelhantes durante o período de estocagem (Figura 11), alcançando valores finais em torno de 0,25 mg de malonaldeído/kg de amostra. O tratamento utilizando embalagem de polipropileno apresentou valor médio de 0,36 mg de malonaldeído/kg de amostra, possivelmente, devido a maior taxa de permeabilidade ao vapor de água.

Segundo Pereira e Tenuta Filho (2005), não há quantidade de TBA estabelecida, definindo a ocorrência de oxidação lipídica ou indicando que a partir dela o produto possa ou não ser consumido. Estes autores relataram que Kelleher et al. (1994) correlacionaram teores de até 0,43 mg de malonaldeído/kg com odor suave (frescor) do filé do pescado mackerel não embalado é de 0,43 a 0,72 mg de malonaldeído/kg com o odor de ranço. Desta forma, os valores encontrados neste estudo se apresentam bem inferiores aos relacionados pelos autores citados. Tal resultado pode ser inerente ao produto analisado e, ou, devido aos tipos de embalagens utilizadas.

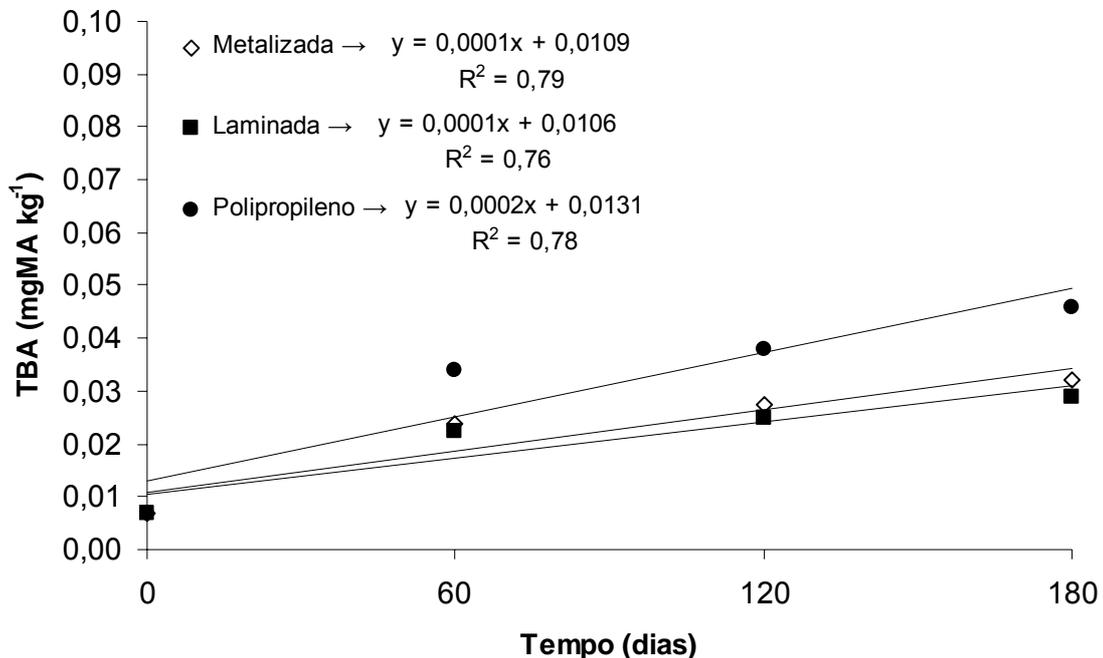


Figura 11. Variação do valor de TBA dos tratamentos durante o armazenamento.

5.2.2 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Observou-se baixa contagem microbilógica de bactérias mesófilas, o que pode ser explicado pela baixa umidade das amostras e A_w inferior a 0,6 resultando em condições impróprias para o desenvolvimento desses microrganismos (Figura 12). Evidenciou-se boa condição higiênica do produto após o processamento e ao longo do período de armazenamento, uma vez que a contagem máxima não ultrapassou 10^3 UFC/g. O Ministério da Saúde (BRASIL, 2001) não determina limites de tolerância para contagem padrão em placa de bactérias mesófilas para castanhas cruas, secas ou torradas, entretanto, Leitão (1988) considera admissível valores máximos oscilando entre 10^4 e 10^6 UFC/g. Souza et al. (1986) realizou determinações microbiológicas em farinhas de castanha do Brasil desengorduradas e torradas e a contagem de mesófilos foi $1,6 \times 10^4$ UFC/g de farinha no tempo inicial e $1,6 \times 10^4$ UFC/g ao final de 120 dias de estocagem.

Observou-se que as amostras acondicionadas em embalagens metálicas e laminadas não apresentaram diferenças significativas entre si ($p > 0,05$), em relação a contagem de mesófilos, ao longo do armazenamento (Figura 12). Contudo, no tempo zero, em ambos tratamentos, as contagens de mesófilos foram menores e diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) em relação aos demais tempos de armazenamento.

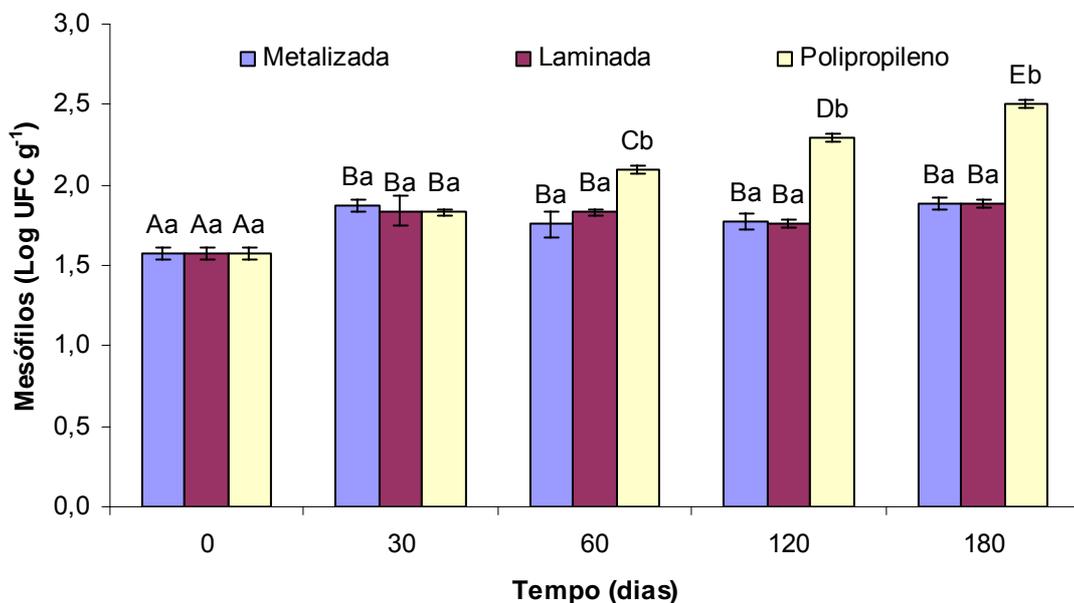


Figura 12. Contagem padrão de bactérias em placas (mesófilos) em função do tempo de armazenamento nos diferentes tipos de embalagens. Barras com mesma letra maiúscula não se diferem estatisticamente ao longo do tempo de armazenamento e de mesma letra minúscula não se diferem estatisticamente entre os tratamentos.

As amostras acondicionadas em embalagens de polipropileno não diferiram entre as demais, quanto à contagem de mesófilos, ($p>0,05$) nos tempos 0 e 30 dias. A partir daí houve diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos e ao longo do tempo de armazenamento. O polipropileno apresenta maiores taxas de permeabilidade ao vapor de água e oxigênio, o que pode ter favorecido o crescimento de mesófilos nas amostras durante o tempo avaliado, contudo, também pode ser considerado um tipo de embalagem apropriada do ponto de vista de conservação microbiológica do produto, já que a contagem apresenta dentro dos padrões citados por Leitão (1988).

5.2.3 ANÁLISE SENSORIAL

Nas avaliações sensoriais de castanhas torradas de pequi em todos os tratamentos os provadores não observaram sabor de ranço durante o período de 180 dias.

Os testes de aceitação sensorial realizados nas amostras de castanhas torradas de pequi, acondicionadas nas diferentes embalagens, ao longo do armazenamento, não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos e nem ao longo do tempo para os atributos de crocância e cor (Figura 13). As notas atribuídas pelos provadores ficaram entre 6 (gostei ligeiramente) e 7 (gostei moderadamente). Entre os comentários mais citados pelos provadores foi em relação à crocância. Sugeriram que o produto poderia ser mais crocante

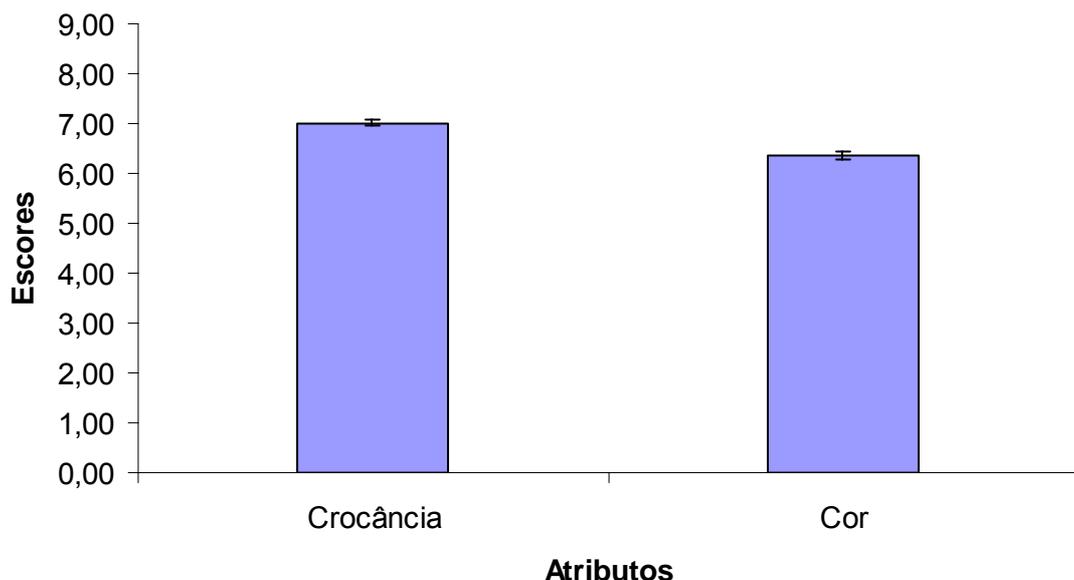


Figura 13. Aceitação dos atributos cor e crocância pelos provadores das amostras de castanhas torradas nos 3 tratamentos avaliados durante o armazenamento.

A aceitação das amostras pelos provadores em relação ao atributo sabor foi semelhante, estatisticamente ($p>0,05$), entre os tratamentos. Entretanto, houve diferença significativa quanto a aceitação, a nível de 5% de probabilidade, ao longo do período de armazenamento (Figura 14). O tempo zero apresentou diferença em relação aos demais tempos e melhor média de notas (8 - gostei muito). Observa-se que ao longo do tempo houve diminuição na aceitação das amostras. Os tempos de 90 e 180 dias não apresentaram diferença estatística significativa ($p>0,05$) e obtiveram notas entre 6 (gostei ligeiramente) e 7 (gostei moderadamente). No entanto, as amostras foram consideradas aceitas em relação a este atributo, nas condições de testes realizadas.

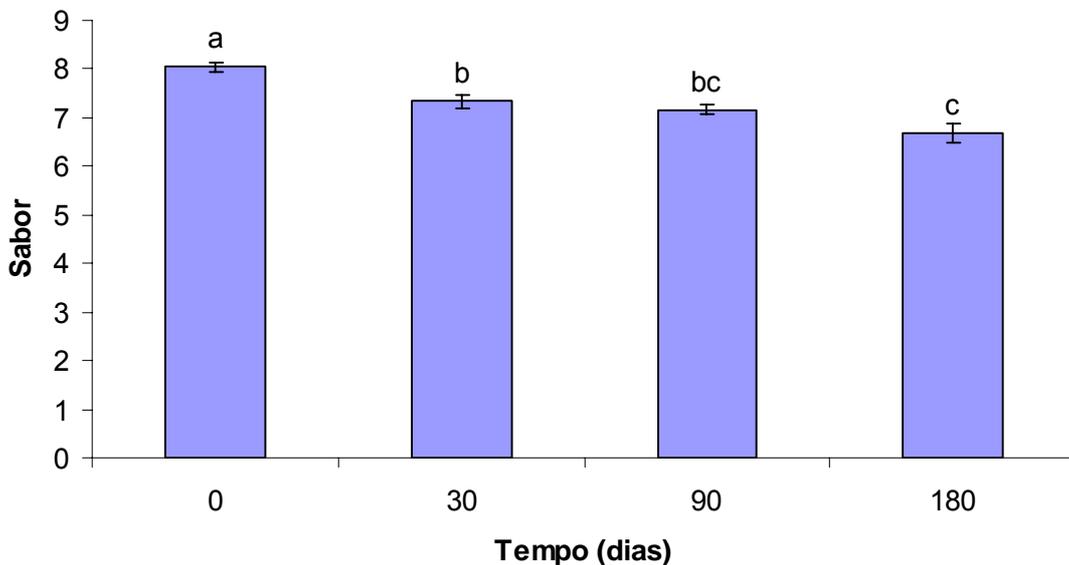


Figura 14. Aceitação do sabor pelos provadores das amostras de castanhas torradas durante o armazenamento. Barras com mesma letra não se diferem estatisticamente entre os tempos de armazenamento.

Quanto a intenção de compra dos provadores, observou-se que as amostras acondicionadas em embalagens metalizadas e laminadas não apresentaram diferença estatística significativa ($p>0,05$) ao longo do tempo de estocagem e as notas oscilaram entre 6 (gosto e consumiria de vez em quando) e 7 (consumiria frequentemente) (Figura 15). A média das amostras em embalagem de polipropileno oscilou entre 5 (consumiria se estivesse acessível, mas não me esforçaria para isto) e 6 (gosto e consumiria de vez em quando).

Em relação aos tratamentos, as amostras de embalagens metalizadas e laminadas não apresentaram diferença estatística entre si ($p>0,05$) ficando entre os termos 6 (gosto e

consumiria de vez em quando) e 7 (consumiria freqüentemente). As amostras dos tratamentos de polipropileno não apresentaram diferença significativa nos tempos 90 e 180 dias.

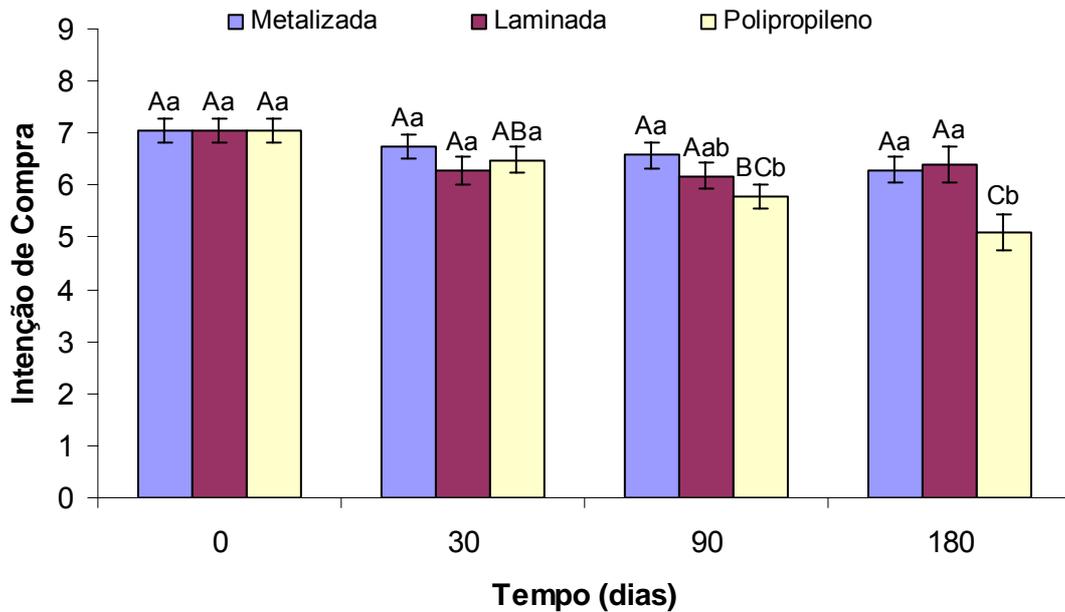


Figura 15. Intenção de compra dos provadores pelas amostras de castanhas torradas. Barras com mesma letra maiúscula não se diferem estatisticamente ao longo do tempo de armazenamento e de mesma letra minúscula não se diferem estatisticamente entre os tratamentos.

A avaliação sensorial é importante durante o armazenamento porque, em última análise, acaba sendo o parâmetro que reflete a aceitação/rejeição de determinado alimento pelo consumidor (LIMA et al., 1999). Desta forma, as amostras podem ser consideradas aceitas pelos provadores nos atributos avaliados para todos os tratamentos, sendo que as embalagens metalizadas e laminadas preservam melhor o produto devido a maiores taxas de permeabilidade. Na intenção de compra, a amostra embalada em polipropileno apresentou-se com menor pontuação a partir dos 90 dias, o que se pode inferir que quanto aos atributos avaliados foi a embalagem que menor preservou o produto, apesar dos resultados microbiológicos e físico-química estarem dentro dos padrões e sensorial terem sido aceitas. A vantagem do uso da embalagem de polipropileno é o custo e a acessibilidade de compra.

6 CONCLUSÕES

O processamento tecnológico para obtenção da castanha torrada foi eficiente e fácil de ser utilizado por pequenas indústrias beneficiadoras de pequi, bem como cooperativas.

O binômio tempo/temperatura para secagem das castanhas de 70°C por 60 minutos conferiu ao produto atividade de água em torno de 0,60 em menor tempo de secagem.

As castanhas torradas a 130°C durante 15 e 30 minutos apresentaram melhores características sensoriais, não diferindo significativamente entre si ($p>0,05$). Contudo, no tempo de 30 minutos observou-se que as características sensoriais de cor e crocância do produto final foram ligeiramente superiores.

Os valores obtidos nas determinações de índice de peróxido, acidez, TBA ficaram abaixo dos valores permitidos pela legislação brasileira ou referenciados para todos os tratamentos utilizando diferentes tipos de embalagens.

A atividade de água e umidade permaneceram ao longo do período de estocagem em níveis que dificultam o desenvolvimento de microrganismos, sendo confirmado pela baixa contagem nas determinações microbiológicas.

As avaliações sensoriais, relacionadas aos atributos de cor, textura e sabor e intenção de compra, consideraram os produtos aceitos em todos os tratamentos até o final do armazenamento.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. P.; SILVA, J.A. **Pequi e Buriti. Importância alimentar para a população dos cerrados.** Brasília, 1994. 38p.
- ALVES, R. M. V. **Embalagem para frutas e hortaliças desidratadas e frutas secas.** Campinas: ITAL, 1996. 180p.
- AOAC. **Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemist's.** Arlington: Ed. HELRICH, 1997. 1850p.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: Teoria e Prática.** Viçosa: editora UFV, 1999. p. 62 – 67.
- BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de tecnologia de alimentos.** São Paulo: Atheneu, 1998. 317p.
- BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos.** São Paulo: Varela, 1992. p.11-24.
- BRASIL. Resolução nº 482, de 23 de setembro de 1999. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília – DF, nº 3029, republicada em 20/06/2000.
- BRASIL. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília – DF.
- BRASIL. Resolução RDC nº 270, de 22 de setembro de 2005. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília – DF. (Disponível em: [hppt//:www.anvisa.gov.br](http://www.anvisa.gov.br), acesso em 22 fevereiro de 2007).
- CEASA. Centrais de Abastecimento de Goiás S/A. 2005. Análise Conjuntural. Governo do Estado de Goiás. **Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Estado de Goiás.** (Disponível em: <http://www.ceasa.goias.gov.br>) acesso em 15 de dezembro de 2007).
- CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos.** 2 ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2003. 207p.
- COMISSÃO INTERNACIONAL PARA ESPECIFICAÇÕES MICROBIOLÓGICAS DOS ALIMENTOS (ICMSF). São Paulo: Varela, 1997. 337p.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos.** Curitiba: Champagnat, 1996. 123p.
- FACIOLI, N. L. **Modificação via enzimática da composição triglicéridica do óleo de Piqui (Caryocar brasiliense camb.).** 1996. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1996.
- FERREIRA, M. B. Frutos comestíveis nativos do cerrado em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Brasília, v. 6, n.1, p. 9-18, 1980.

FITO, P. et al. Coupling of hydrodynamic mechanism and deformation relaxation phenomena during vacuum treatments in solid porous food-liquid systems. **Journal of Food Engineering, Kidlington**, v.21, p.229-249, 1996.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. Microbiologia dos Alimentos. São Paulo: Atheneu, 1996. 215p.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 8 ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1992. 230p.

FREIRE, F. C. O.; OFFORD, L. Bacterial and yeast counts in Brazilian commodities and spices. **Brazilian Journal Microbioly**, São Paulo, v. 33, n. 2, p.266-272, 2002.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 1979. 284p.

GLÓRIA, M. M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B. Concentrado e isolado protéico de torta de castanha do Pará: obtenção e caracterização química e funcional. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 2, p.265-272, 2000.

HANDRO, W. & BARRADAS, M. M. **Sobre os óleos do fruto e da semente do Pequi - Caryocar Brasiliense Camb. (Caryocaraceae)**. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 3, 1971. São Paulo, USP. p. 110 – 113.

HIANE, P. A.; RAMOS, M.I. L.; FILHO, M. M. R.; PEREIRA, J. G. Composição centesimal e perfil de ácidos graxos de alguns frutos nativos do Estado de Mato Grosso do Sul. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 10, n. 1. p. 35-42, 1992.

HIANE, P. A.; BOGO, D.; RAMOS, M.I. L.; RAMOS FILHO. Carotenóides pró-vitâmicos A e composição em ácidos graxos do fruto e da farinha do bacuri (*Scheelea phalerata Mart.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 2, p.206-209, 2003.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. Brasília:MS. 4 ed. 1018p. 2005.

LEITÃO, M.F.F. **Tratado de microbiologia**. São Paulo: Mamoli, 1988. V.1, 185p.

LIMA, J. R.; SILVA, M. A. A. P.; GONÇALVES, L. A. G. Caracterização sensorial de amêndoas de castanha-de-caju fritas e salgadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 1, p.145-149, 1999.

LIMA, J. R. **Avaliação da estabilidade de amêndoas de castanha de caju**. 1997. 110 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1997.

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

MALTINI, E.; TORREGGIANI, D.; FORNI, E. et al. Osmotic properties of fruit juice concentrates. In: SPIESS, W.L.E.; SCHUBERT, H. **Engineering and food, physical**,

properties and process control, London, Elsevier Science Publishing Company, 1990, v.1, p.567-573.

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.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p.283-294, 1998.

MELO, J. T. **Fatores relacionados com a dormência de sementes de pequi (Caryocar Brasiliense Camb.)**. 1987. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 1987.

MICROSOFT 1995. **Statística versão 6.0 (Copyright ©1984-2000 by StatSoft, Inc.)**.

MODI, L. F. C.; QUAST, D. G.; SOLER, R. M.; GAZETA, E. F.; ORTIZ, S. A.; ALVIM, D. D. **Manual de projetos de embalagens para alimentos, com base na permeabilidade a gases e ao vapor de água**. Campinas: ITAL, 1978. 280p.

NETO, C. F.; NASCIMENTO, E. M.; FIGUEIREDO, R. M.; QUEIROZ, A. J. M. Microbiologia de farinhas de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) durante o armazenamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 551-555, 2004.

ORDONEZ, J. A. **Tecnologia de alimentos – Componentes dos alimentos e processos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. 294p.

OSAWA, C. C.; FELÍCIO, P. E.; GONÇALVES, L. A. G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 4, p.655-663, 2005.

PAS MESA. Programa Alimentos Seguros Mesa. **Elementos de apoio Boas Práticas de Fabricação e Sistema APPCC**. Série Qualidade e Segurança Alimentar. Rio de Janeiro: SENAC/DN, 2002. 282p.

PEIXOTO, A. R. **O pequi e a lavoura no cerrado**. PEIXOTO, A. R. **In: Plantas oleaginosas arbóreas**. São Paulo: Nobel, 1973. p. 197–208.

PEREIRA, A. A. F.; TENUTA-FILHO, A. Avaliação de condições de consumo da sardinha *Sardinella brasiliensis*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p.720-725, 2005.

PESSOA, J. D. C.; ASSIS, O. B. G.; BRAZ, D. C. Caracterização Morfomecânica para Beneficiamento do Fruto da Castanha-de-Cutia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p.103 - 106, 2004.

POZO, O. V. C. **O pequi (Caryocar brasiliense Camb.): uma alternativa para o desenvolvimento sustentável do cerrado no norte de Minas Gerais**. 1997. 97f. Dissertação (Mestrado em Administração Rural)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

PRADO-FILHO, L. G. Umidade relativa de equilíbrio e oxidação de lipídeos em farinhas de castanha do Pará, macadâmia e soja. **Ciência Agrícola**, Piracicaba, v. 51, n. 2. p. 357-362, 1994.

- RIBEIRO, J. F. A importância econômica do pequi. **Cerrado**, Brasília, v. 36, p.24-26, 1980.
- SILVA JÚNIOR, M. C.; SANTOS, G. C.; NOGUEIRA, P. E.; MUNHOZ, C. B. R.; RAMOS, A. E. **Árvores do Cerrado: guia de campo**. Brasília: Rede de sementes do cerrado, 278p. 2005.
- SILVA, F. A. **Estudo da Aplicação de Energia de Microondas na Secagem da Noz Macadâmia (*Macadamia integrifolia* Maiden & Bech)**. 2005. 151 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- SILVA, F. A.; MARSAIOLI, JR. A. Atividade de água em amêndoas de castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*.) secas por microondas e convencionalmente. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 5, n. 1. p. 35-43, 2003.
- SOUZA, M. L.; HOLANDA, L. F. F.; MAIA, G. A.; JUNIOR, J. C. G.; FIGUEIREDO, R. W. Estudo do processamento e estabilidade da farinha de amêndoa da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K.). **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 7, n. 1. p. 35-42, 1986.
- SOUZA, C. V. **Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseada em APG II**. São Paulo: Instituto plantarum, p. 382 – 383, 2005.
- STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. Academic Press. New York, USA, 1993. 338p.
- TORREGGIANI, D. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. **Food Research International**, Kidlington, v.26, p.59-68, 1993.
- TOGASHI, M.; SGARBIERI, V. C. Caracterização Química Parcial do Fruto do Baru (*Dipteyx alata*, Vog). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 14, n.1, p. 85-95, 1994.
- VERA, R.; NAVES, R. V.; NASCIMENTO, J. L.; CHAVES, L. J.; LEANDRO, W. M.; SOUZA, E. R. B. Caracterização física de frutos do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) no Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Campinas, v. 35, n. 2, p.71-79, 2005.

ANEXO 1**FICHA DE RESPOSTAS PARA TESTE PREFERÊNCIA**

Nome: _____ Data: __/__/__

Por favor, avalie as amostras codificadas de castanha da esquerda para a direita e coloque-as em ordem crescente de sua preferência (nota 1 para a mais preferida e nota 4 para a menos preferida)

Amostra: _____ Nota: _____

Amostra: _____ Nota: _____

Amostra: _____ Nota: _____

Amostra: _____ Nota: _____

Comentários: _____

ANEXO 2

FICHA DE RESPOSTAS PARA TESTE ACEITAÇÃO

Nome: _____ Data: _____

Por favor, avalie a amostra utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto, em relação à: cor, crocância e sabor. Marque a posição da escala que melhor reflita seu julgamento, em relação aos atributos.

Escala	Atributos		
	Cor	Crocância	sabor
Gostei extremamente	()	()	()
Gostei muito	()	()	()
Gostei moderadamente	()	()	()
Gostei ligeiramente	()	()	()
Não gostei nem desgostei	()	()	()
Desgostei ligeiramente	()	()	()
Desgostei moderadamente	()	()	()
Desgostei muito	()	()	()
Desgostei extremamente	()	()	()

Agora, avalie a sua intenção de consumo do produto, caso esteja disponível no mercado.

- Consumiria sempre que tivesse oportunidade
- Consumiria muito freqüentemente
- Consumiria freqüentemente
- Gosto e consumiria de vez em quando
- Consumiria se estivesse acessível, mas não me esforçaria para isto
- Não gosto, mas consumiria ocasionalmente
- Raramente consumiria
- Só consumiria se não pudesse escolher outro produto
- Só consumiria se fosse forçado(a)

Comentários: _____
