

**QUALIDADE DOS FRUTOS DO PEQUIZEIRO
(*Caryocar brasiliense* Camb.) SUBMETIDOS
AOS PROCESSOS DE CONGELAMENTO E
COZIMENTO**

GILMA AUXILIADORA SANTOS GONÇALVES

2007

GILMA AUXILIADORA SANTOS GONÇALVES

**QUALIDADE DOS FRUTOS DO PEQUIZEIRO (*Caryocar brasiliense*
Camb.) SUMETIDOS AOS PROCESSOS DE CONGELAMENTO E
COZIMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2007**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Gonçalves, Gilma Auxiliadora Santos.

Qualidade dos frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) submetidos aos processos de congelamento e cozimento. / Gonçalves, Gilma Auxiliadora Santos. -- Lavras : UFLA, 2007.

146 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras.

Orientador: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas.

Bibliografia.

1. Fruto do Cerrado. 2. Pequi. 3. Valor nutricional. 4. Processamento de alimento. 5. Armazenamento. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 664.8046

GILMA AUXILIADORA SANTOS GONÇALVES

**QUALIDADE DOS FRUTOS DO PEQUIZEIRO (*Caryocar brasiliense*
Camb.) SUMETIDOS AOS PROCESSOS DE CONGELAMENTO E
COZIMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Lavras como parte das exigências do Curso de
Mestrado em Ciência dos Alimentos, para a
obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 27/11/2007.

Prof. Dr. Jaime Vilela de Resende UFLA

Prof. Dr. Eduardo Alves UFLA

Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

A minha família,

meu filho, José Guilherme; Meus pais, João Batista e Vanir; meus irmãos e meu esposo, Walter, que me apoiaram e estiveram presentes em cada momento.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu forças, coragem para lutar e serenidade diante de cada obstáculo.

À Universidade Federal de Lavras (Departamento de Ciência dos Alimentos), pelo acesso ao conhecimento adquirido e a possibilidade de desenvolvimento dos experimentos.

À Escola Agrotécnica Federal de Barbacena, pela oportunidade de realização profissional.

À FAPEMIG, ao CNPq e à CAPES, pelo apoio financeiro.

Ao professor Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas, pela confiança em mim depositada e pela segurança transmitida durante a realização deste trabalho.

Ao professor Dr. Jaime Vilela de Resende, pela co-orientação e disponibilidade durante a montagem e a execução dos experimentos.

Ao professor Dr. Eduardo Alves, pela acolhida e apoio na realização das análises de microscopia eletrônica.

Ao professor Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima, que me atendeu gentilmente na orientação de algumas análises.

A todos os professores do Departamento de Ciência dos Alimentos, pelos ensinamentos transmitidos e que diretamente irão contribuir para o meu exercício profissional.

Às funcionárias Tina, Sandra, Creuza e Heloísa que, com gentileza e amizade, tornaram mais amena a tarefa de realização das análises.

À amiga Andreliana, que esteve presente em todas as fases de realização deste trabalho e às colegas Andresa e Bárbara, que ajudaram a montar os experimentos.

Aos amigos e colegas Brígida, Heloisa Helena, Andréa, Sueli, Luizinho, Édson, Juliana Valério, Tatiele, Daiana, Flávia, Ana Carla, Juliana Audi, Suzana, Marisa, Lucas, Tatiana, Danilo e Daniel, que contribuíram para a obtenção desta conquista e pelo agradável convívio.

À amiga e comadre Giovana, pelo incansável apoio, pela força nas horas difíceis e pela presença em todos os momentos.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO GERAL	i
GENERAL ABSTRACT	ii
CAPÍTULO 1: Qualidade dos frutos do pequi (<i>caryocar brasiliense</i> camb.) sumetidos aos processos de congelamento e cozimento	1
1 Introdução Geral	2
2 Referencial Teórico.....	4
2.1 O cerrado	4
2.2 A espécie <i>Caryocar brasiliense</i> Camb.	6
2.2.1 Características gerais	6
2.2.2 Caracterização botânica	6
2.2.3 Aplicações diversas.....	9
2.2.4 Valor nutricional do mesocarpo interno do pequi.....	10
2.2.5 Potencial econômico	11
2.3 Congelamento	13
2.3.1 Efeito do congelamento sobre a qualidade de frutos	16
2.4 Cozimento.....	18
2.4.1 Efeito do cozimento sobre a qualidade de alimentos.....	18
3 Referências bibliográficas.....	22
CAPÍTULO 2: Qualidade dos frutos do pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) sumetidos a diferentes tempos de cozimento.	32
1 Resumo	33
2 Abstract.....	34
3 Introdução	35
4 Materiais e Métodos.....	37

2.1 Obtenção dos frutos e preparo das amostras.....	37
2.2 Delineamento experimental.....	38
2.3 Análises.....	38
2.3.1 Coloração.....	38
2.3.2 Carotenóides totais.....	38
2.3.3 β -caroteno.....	38
2.3.4 Vitamina C.....	39
2.3.5 Firmeza.....	39
2.3.6 Sólidos Solúveis (Ss).....	39
2.3.7 pH.....	39
2.3.8 Acidez Titulável (At).....	40
2.3.9 Umidade.....	40
2.3.10 Extrato Etéreo.....	40
2.3.11 Proteína Bruta.....	40
2.3.12 Fibra Bruta.....	40
2.3.13 Fração Cinzas (Resíduo Mineral Fixo).....	40
2.3.14 Fração Glicídica (Fg).....	41
2.3.15 Cálculo do Valor Calórico.....	41
2.3.16 Minerais.....	41
2.3.17 Análise Estatística.....	41
3 Resultados e Discussão.....	42
3.1 Coloração.....	42
3.2 Carotenóides Totais e β -Caroteno.....	44
3.3 Vitamina C.....	46
3.4 Firmeza.....	47
3.5 Sólidos Solúveis.....	48
3.6 pH e Acidez Titulável.....	49
3.7 Composição Centesimal.....	50

3.8 Minerais	51
6 Conclusões	56
7 Referências Bibliográficas	57
CAPÍTULO 3: Qualidade dos frutos do pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) submetidos a diferentes métodos de congelamento e tempos de armazenamento	63
1 Resumo	64
2 Abstract	65
3 Introdução	66
4 Material e Métodos	69
4.1 Obtenção dos Frutos e Preparo das Amostras	69
4.2 Delineamento Experimental	70
4.3 Análises	70
4.3.1 Perda de Fluido Celular por Exsudação	70
4.3.3 Firmeza	70
4.3.4 Microscopia Eletrônica	71
4.3.5 Sólidos Solúveis (Ss)	71
4.3.6 Acidez Titulável (At)	71
4.3.7 pH	71
4.3.8 Coloração	72
4.3.9 Carotenóides Totais	72
4.3.10 β -Caroteno	72
4.3.11 Vitamina C	72
4.3.12 Umidade	73
4.3.13 Extrato Etéreo	73
4.3.14 Proteína Bruta	73
4.3.15 Fibra Bruta	73
4.3.16 Fração Cinzas (Resíduo Mineral Fixo)	73

4.3.17 Fração Glicídica (Extrato Não Nitrogenado).....	74
4.3.16 Cálculo do Valor Calórico	74
4.3.17 Índice de Peróxidos.....	74
4.3.18 Análise Estatística.....	74
5 Resultados e Discussão	75
5.1 Branqueamento	75
5.1 Perda de Fluido Celular por Exsudação.....	76
5.3 Firmeza	78
5.4 Microscopia Eletrônica.....	79
5.5 Sólidos Solúveis, Acidez Titulável E pH.....	82
5.6 Coloração.....	84
5.7 Carotenóides Totais, β -Caroteno E Vitamina C	86
5.8 Composição Centesimal	89
5.9 Índice de Peróxidos.....	91
6 Conclusões.....	92
CAPÍTULO 4: Qualidade dos frutos do pequizeiro (<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.) submetidos ao cozimento após congelamento por diferentes métodos....	98
1 Resumo	99
3 Introdução	101
4 Material e Métodos	103
4.1 Obtenção dos Frutos e Preparo das Amostras.....	103
4.2 Delineamento Experimental	104
4.3 Análises.....	104
4.3.1 Firmeza	104
4.3.2 Microscopia Eletrônica	104
4.3.3 Coloração	105
4.3.4 β -Caroteno	105
4.3.5 Carotenóides Totais	106

4.3.6 Vitamina C	106
4.3.7 Sólidos Solúveis (Ss)	106
4.3.8 Acidez Titulável (At)	106
4.3.9 pH	106
4.3.10 Umidade.....	107
4.3.11 Extrato Etéreo	107
4.3.12 Proteína Bruta	107
4.3.13 Fibra Bruta	107
4.3.14 Fração Cinzas (Resíduo Mineral Fixo).....	107
4.3.15 Fração Glicídica (Extrato Não Nitrogenado).....	107
4.3.16 Cálculo do Valor Calórico	108
4.3.17 Análise Estatística.....	108
5 Resultados e Discussão	109
5.1 Firmeza	109
5.2 Microscopia Eletrônica	110
5.3 Coloração	113
5.3 Carotenóides Totais, β -Caroteno e Vitamina C	115
6 Conclusões.....	123
7 Referências Bibliográficas.....	124
CONSIDERAÇÕES FINAIS	129
ANEXOS	131

RESUMO GERAL

GONÇALVES, Gilma Auxiliadora Santos. **Qualidade dos frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* camb.) submetidos aos processos de congelamento e cozimento.** 2007. 146 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil.*

Dentre as frutíferas nativas do Cerrado destaca-se o pequizeiro, cujos frutos são conhecidos como o ouro do Cerrado, por seu alto valor econômico e nutricional. O objetivo da realização deste trabalho foi avaliar a qualidade do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento, diferentes métodos de congelamento, tempos de armazenamento e cozimento após congelamento e armazenamento. Com o aumento do tempo de cozimento, observou-se, no fruto, diminuição da firmeza, sólidos solúveis, cor, minerais (potássio, sódio, zinco e ferro), vitamina C, carotenóides totais e β -caroteno, enquanto o cobre aumentou. O pH, a acidez titulável, os minerais (fósforo, cálcio, magnésio, manganês e enxofre) e a composição centesimal, à exceção do teor de cinzas que diminuiu com o tempo de cozimento, não foram influenciados por este fator. Na água de cozimento foi detectada presença de minerais (potássio, sódio, zinco, ferro e cobre) e vitamina C. Ao longo de seis meses de armazenamento após congelamento por ar forçado e ar estático, observou-se que prevenindo-se perda de líquido e preservando-se o valor L^* , teor de vitamina C, carotenóides totais e beta-caroteno, o método de congelamento por ar forçado se torna mais eficiente. As demais variáveis sofreram influência apenas do fator tempo de armazenamento e verificou-se que, com o aumento do tempo, as alterações foram maiores. Quando cozido após congelamento por ar forçado e ar estático e após seis meses de armazenamento, foi observada diferença significativa entre os dois métodos de congelamento apenas para as variáveis vitamina C e beta caroteno. As demais variáveis sofreram influência apenas do fator tempo de armazenamento, o qual, à medida que aumentou, provocou maiores alterações.

*Comitê Orientador: Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFLA (orientador), Prof. Dr. Jaime Vilela de Resende (co-orientador) - UFLA.

GENERAL ABSTRACT

GONÇALVES, Gilma Auxiliadora Santos. **Quality of the fruit of peki tree (*Caryocar brasiliense* Camb.) submitted to the processes of freezing and cooking.** 2007. 146 p. Dissertation (Master in Food Science) - Federal University of Lavras, Lavras, MG, Brazil.*

Out of the fruit-bearing trees natives of the Cerrado (Brazilian Savana) the peki tree stands out, whose fruits are known as the gold of Cerrado, for its high economic and nutritional value. The goal of this work was to evaluate the quality of peki fruit submitted to different times of cooking; different methods of freezing, times of storage and cooking after freezing and storage. With the increase of the time of cooking, decrease of firmness, soluble solids, color, minerals (potassium, sodium, zinc and iron), vitamin C, total carotenoids and beta-carotene were found in the fruit, while copper increased. pH, titrable acidity, minerals (phosphorus, calcium, magnesium, manganese and sulfur) and the proximate composition, with the exception of ash content which decreased with the time of cooking, were not influenced by that factor. In the cooking water, presence of minerals (potassium, sodium, zinc, iron) and of vitamin C was detected. Throughout six months of storage after air blast and statistic air freezing, it was observed that by preventing loss of liquid and preserving the L* value, content of vitamin C, total carotenoids and beta-carotene, the air blast freezing method becomes more efficient. The other variables underwent influence only from the factor storage time and it was found that with increasing the time, the alteration were greater. When cooked after air blast and statistic air freezing and after six months of storage, a significant difference was found between the two freezing methods only for the variables vitamin C and beta carotene. The other variables underwent influence only from the factor storage time, which as it was increased, caused further alterations.

*Guidance Committee: Pof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFLA (adviser), Prof. Dr. Jaime Vilela de Resende (co-adviser) - UFLA

CAPÍTULO 1
QUALIDADE DOS FRUTOS DO PEQUIZEIRO (*Caryocar brasiliense*
Camb.) SUMETIDOS AOS PROCESSOS DE CONGELAMENTO E
COZIMENTO

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Cerrado, um dos mais importantes biomas do Brasil e do mundo, destaca-se pela riqueza de sua biodiversidade, que pode ser interpretada pela vasta extensão territorial, pela posição geográfica privilegiada, pela heterogeneidade vegetal e por ser cortado pelas três maiores bacias hidrográficas da América do Sul. Os frutos das espécies nativas do cerrado oferecem um elevado valor nutricional, além de atrativos sensoriais, como cor, sabor e aroma peculiares e intensos, ainda pouco explorados comercialmente.

Dentre as frutíferas nativas do cerrado, o pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) merece atenção especial devido a sua elevada ocorrência nos cerrados e pelas características sensoriais de sua polpa. Destaca-se também pelo seu elevado valor nutricional, pelo aroma inconfundível e a coloração amarelada, sendo muito apreciado no preparo de pratos típicos.

Em períodos de safra, grande parte das populações do cerrado se envolve nos processos de catação, transporte, descasca, comercialização e consumo do pequi. O extrativismo do fruto envolvendo agricultores ou produtores familiares, trabalhadores rurais, feirantes, varejistas e atacadistas é responsável por considerável aumento na renda durante a época de safra do fruto.

O fruto *in natura* e o óleo da polpa são vendidos à margem das rodovias e também para atravessadores que destinam os frutos e seus produtos para os centros de comercialização, centrais de abastecimento (Ceasas) e mercados municipais. Os atravessadores pagam aos catadores preços muito baixos, pouco contribuindo para a melhoria de vida daquela população. Além deste destino, o pequi tem servido de matéria-prima para pequenas agroindústrias que obtêm do fruto conservas, temperos, licor, congelados e outros. Este processamento ainda

carece de melhor implementação tecnológica, mas já representa a perspectiva de melhoria da renda e geração de empregos em períodos de entressafra do pequi.

A curta duração da safra, sua grande produtividade e a grande porcentagem de perdas após a colheita, associadas ao grande potencial nutritivo e econômico, reforçam a importância do desenvolvimento e aplicação de técnicas adequadas à conservação do pequi, bem como a obtenção de informações sobre o efeito de tais técnicas na qualidade deste fruto que é consumido tradicionalmente cozido.

Dessa forma, o congelamento apresenta-se como alternativa viável à conservação do pequi, pois, em condições adequadas, garante ao produto características nutricionais e de cor, sabor e aroma que mais se aproximam do produto fresco, quando comparado com o produto processado. Porém, como muitos alimentos são consumidos após algum tipo de processamento ou armazenagem, eles podem ter seu valor nutritivo e características sensoriais alterados. Além disso, muitos alimentos são consumidos após o cozimento e a disponibilidade de informações sobre a retenção de nutrientes após este processo é importante para o consumidor.

Considerando a carência de pesquisas sobre os efeitos do processamento do pequi e visando um melhor aproveitamento de seu potencial, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento, diferentes métodos de congelamento e tempos de estocagem, bem como as alterações provocadas no produto cozido após armazenamento congelado.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O cerrado

O Brasil é detentor da maior diversidade biológica do planeta, com cerca de 10% das formas nele viventes (Myers et al., 2000). A região dos cerrados, com seus 204 milhões de hectares (aproximadamente 25% do território nacional), apresenta grande diversificação faunística e florística em suas diferentes fisionomias vegetais, detendo 1/3 das espécies brasileiras (Ávidos & Ferreira, 2005).

Essa riqueza deve-se ao fato de o cerrado ser uma região heterogênea na vegetação, com variados tipos fisionômicos (campos limpos, campos sujos, cerradão, cerrado senso restrito e outros), diferentes tipos de solos, clima, relevo e altitude. De modo geral, seus solos são considerados ácidos, com baixa fertilidade, baixa concentração de matéria orgânica e de nutrientes. O clima da região é tropical, com uma estação seca e fria e outra chuvosa e quente (Adámoli et al., 1985).

A formação mais comum é o chamado cerrado *stricto sensu*, uma formação do tipo savana, em que convivem gramíneas com espécies lenhosas. Esta formação é a mais rica em espécies nativas frutíferas com interesse para aproveitamento alimentar (Aguilar & Camargo, 2004).

Ao descrever as espécies vegetais presentes no cotidiano das populações locais como utilitárias Almeida et al. (1998) informam a existência de cerca de 80 espécies utilizadas como condimentos, aromatizantes, corantes, têxteis, corticeiras, taníferas, oleaginosas, ornamentais e apícolas.

Dentre essas, as fruteiras nativas têm mercados locais ou regionais consolidados, que podem ser ampliados nacional e internacionalmente.

Regonato & Almeida (2003), estudando a relação das populações tradicionais com as fitofisionomias do cerrado, observaram que os frutos mais utilizados na alimentação são o bureré (*Brosimum gaudichaudii* Trec), o baru (*Dipteryx alata* Vog), o jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), o marmelo (*Alibertia edulis* A. Rich), o araticum (*Annoma crassiflora* Mart), o caju (*Anacardium spp.*), o ingá (*Ingá uruguensis*), a mangaba (*Hancornia speciosa*), o murici (*Byrsomima* sp.), o maracujá nativo (*Passiflora* sp.). Entre as espécies encontradas com maior frequência de uso pelas populações tradicionais, o pequi (*Caryocar brasiliense*) é o fruto comestível mais utilizado e apreciado pelo “sertanejo”.

Entretanto, o cerrado carece de uma política ampla, que integre as diversas iniciativas produtivas e conservacionistas, com vistas a reverter o grave processo de devastação que vem sofrendo. O modelo de ocupação e “desenvolvimento” empregado na região (semelhante a outros biomas adjacentes), de maneira geral, está dizimando um manancial de recursos energéticos, medicinais, madeireiros, ornamentais, alimentares e culturais (Tatagiba, 2007).

Nos últimos 30 anos, a progressiva mecanização da lavoura e a facilidade de limpar e adubar a terra tem contribuído para uma devastação acelerada de vegetação nativa e estima-se que cerca de 40% do bioma já tenha sido desmatado (Ratter et al., 1997).

Vários estudos mostram a importância de se investir no trabalho de domesticação das fruteiras nativas dos cerrados para que possam ser cultivadas em lavouras comerciais, evitando-se o extrativismo predatório, ao mesmo tempo em que se conservam as espécies em seu hábitat natural (Ávidos & Ferreira, 2005).

2.2 A espécie *Caryocar brasiliense* Camb.

2.2.1 Características gerais

Etimologicamente, a palavra pequi, também conhecido popularmente como piqui, piquiá, pequerim, amêndoa-de-espinho, almendro, barbasco, grão-de-cavalo e suari, tem origem no tupi: *py* = casca e *qui* = espinho, ou casca espinhosa, possivelmente pelo fato de o caroço do fruto ser revestido por finos espinhos (BRASIL, 1985).

O pequizeiro ocorre em solos tradicionalmente considerados de baixo nível de fertilidade (Santana & Naves, 2003).

No ano de 2001, em concurso realizado pelo Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais, o pequizeiro foi eleito “Árvore Símbolo do Estado de Minas Gerais”. A árvore é protegida por lei - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), hoje Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Ambiental e de Recursos Naturais (IBAMA -, o que impede o seu corte e comercialização em todo o território nacional) (Ribeiro, 2003; Werneck, 2001). Porém, a produção do pequizeiro, a exemplo de outras fruteiras nativas, vem diminuindo anualmente, devido, sobretudo, ao processo acelerado de ocupação agrícola do Cerrado, à exploração extrativista e predatória, colocando-o até mesmo em risco de extinção (Ávidos & Ferreira, 2005), tornando imprescindível que seu cultivo seja iniciado.

2 Caracterização botânica

O pequizeiro, planta arbórea típica do cerrado, pertence ao gênero *Caryocar*, família *Caryocaraceae* (Barradas, 1972). No Brasil, ocorrem pelo menos oito espécies desse gênero, a maioria de porte alto e compoendo a vegetação da floresta amazônica. Duas espécies se destacam fora dos limites da floresta tropical úmida da Amazônia, a *Caryocar coriaceum* Wittim, encontrada

nos campos do Nordeste e a *C. brasiliense* Camb., encontrada entre as espécies de maior incidência no Brasil Central, típica da paisagem dos cerrados.

O *C. brasiliense* é uma árvore frondosa, esgalhada, de altura variável, podendo ultrapassar 10 metros (Figura 1A). A casca é espessa, com fendas de cor amarela-escura ou pardo-claro-amarela, bastante pesada e resistente a agente de deterioração (Ferreira, 1980 e Rizzini, 1971).

É uma espécie cujos indivíduos adultos apresentam altura média de 3 m, variando de cerca de 1 m, em áreas de campo sujo, até 10 m, no cerradão, podendo atingir 15 m nos cerrados de Minas Gerais (Centro Tecnológico de Minas Gerais, CETEC, 1983). No cerrado de Goiás, Naves (1999) encontrou plantas de pequi, consideradas adultas, de 0,8 m a 9,3 m, com média de 3,19 m de altura.

As flores são grandes e amarelas (Figura 1B), com múltiplos estames e quatro estiletos. Sua floração ocorre de agosto a novembro, coincidindo com o período das chuvas e a frutificação, de novembro a fevereiro (Almeida et al., 1998).

Em pesquisa realizada no sul de Minas Gerais, Rodrigues (2005) observou que, nesta região, a floração teve início em setembro e a frutificação ocorreu em dezembro. O ápice foi identificado em fevereiro e alguns frutos ainda foram encontrados em março.

O fruto é globoso, do tipo drupóide, com cerca de 10 cm de diâmetro e aproximadamente 120 g, verde (Figura 1C), com 1 a 4 pirênios (mesocarpo interno, endocarpo espinhoso e semente) (Figura 1D). É uma estrutura composta pelo mesocarpo externo que é coriáceo carnoso, mesocarpo interno amarelo-claro, carnoso, rico em óleo, proteínas, fibra, cinzas e vitaminas, que envolve uma camada de espinhos endocárpios, finos e rígidos e amêndoa branca ou semente (Figura 1E e 1F) (Barradas, 1973; Vilas Boas, 2004; Rodrigues, 2005).

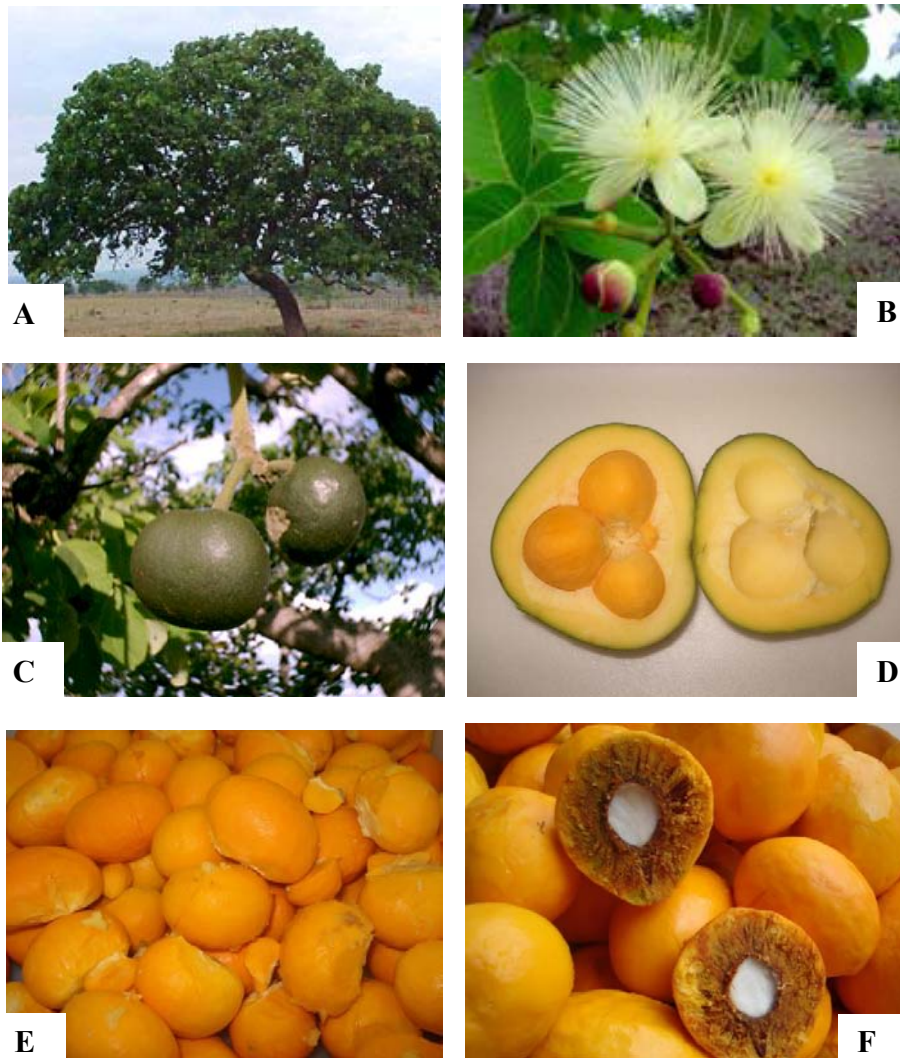


FIGURA 1 - (A) Pequizeiro, (B) flor, (C) fruto, (D) fruto aberto mostrando mesocarpo externo e pirênios, (E) pirênios (albúmens ou caroços), (F) e pirênios abertos mostrando mesocarpo interno, endocarpo espinhoso e semente.

De acordo com Peixoto (1973), a produção média por planta varia de 1.500 a 2.000 frutos, variando de 1 a 3 pirênios por fruto (Vera et al., 2007; Leitão Filho & Martins, 1981).

As médias aproximadas dos componentes internos dos caroços dos frutos são: 9,6% de amêndoa, 40,07% de polpa e 50,33% de endocarpo e espinhos (Naves, 1999).

Os frutos de pequi são, normalmente, coletados no chão, logo que amadurecem e caem das árvores, quando são considerados maduros. Após a queda natural, caso não seja realizada a coleta imediata, os frutos tornam-se macios em dois ou três dias e rapidamente entram em processo de deterioração (Oliveira et al., 2006). Segundo Rodrigues (2005), o fruto pode ser coletado na 12ª semana (84 dias), quando ainda está unido à planta com rachaduras no epicarpo, deixando à mostra o mesocarpo interno, visto que esse estágio é marcado por teores máximos de sólidos solúveis totais, β -caroteno, vitamina C, umidade, extrato etéreo, proteína, fibra e cinzas (resíduo mineral fixo) na polpa (mesocarpo interno) e amêndoa. Já de acordo com Oliveira et al. (2006), embora o pequi seja considerado maduro logo que cai da árvore, o processo de maturação continua após a queda natural e frutos coletados na árvore mostraram-se nutricionalmente inferiores aos coletados após a queda natural e aqueles mantidos três dias em condição ambiente após a queda natural.

2.2.3 Aplicações diversas

Dentre as espécies apontadas como economicamente viáveis para o cerrado, o pequi é uma das que apresentam grande potencial. O interesse por essa frutífera se deve à utilidade de sua madeira, do óleo dos frutos e das sementes, da casca e da polpa, usadas como material tintorial, das flores e sementes empregadas na farmacopéia popular e dos frutos, amplamente

utilizados na culinária regional (Almeida & Silva, 1994). Ainda é considerada árvore ornamental, devido ao seu porte e à beleza de suas flores.

Óleo do fruto do pequi, rico em ácido oléico e β -caroteno (pró-vitamina A), os quais têm funções de absorver radiação ultravioleta e estão associados a anti-radicais livres, é recomendado para o preparo de cosméticos (Peixoto, 1973).

Sua utilização como planta medicinal ocorre como afrodisíaco e no tratamento de problemas respiratórios; suas folhas são adstringentes, além de estimularem o funcionamento do fígado. É utilizado para fins medicinais em toda a área de ocorrência. A utilização terapêutica do pequi não está restrita à medicina popular; pesquisas científicas têm comprovado sua eficiência medicinal. Foi descrita a atividade antifúngica das folhas (Tatagiba, 2007), potencial antioxidante da casca (Roesler et al., 2007), atividade tripanocida do extrato da casca (Herzog-Soares et al., 2002) e atividade antimutagênica e antioxidante do extrato da polpa (Khouri, 2007).

Entretanto, a maior utilidade do fruto está no uso alimentar, substituindo outros tipos de óleos, cozido com arroz ou simplesmente com água e sal. São numerosos os alimentos elaborados com pequi, como galinha com pequi, pamonha com polpa de pequi, vitamina ou chocolate de pequi, doces, mingaus, bolos, pães, biscoitos, geléias e licores (Almeida & Silva, 1994).

2.2.4 Valor nutricional do mesocarpo interno do pequi

Diversos estudos comprovam a importância nutricional do pequi (Tabelas 1 e 2).

TABELA 1 - Composição centesimal (g.100g⁻¹) matéria integral.

Fonte	Umidade	Extrato etéreo	Proteínas	Fibra	Cinza	Fração glicídica	Calorias
1	49,2	20,5	4,2	6,8	0,4	18,9	267,9
2	59,1	25,1	2,2	4,9	0,5	8,2	267,5
3	65,64	16,26	3,2	6,74	1,19	6,97	186,1
4	54,34	8,10	6,79	-	-	-	-

¹Vilas Boas, 2004; ²Rodrigues et al., 2004; ³Rodrigues, 2005; ⁴Vera et al., 2007.

TABELA 2 - Outros componentes.

Fonte	Carotenóides mg.100g ⁻¹	β-caroteno mg.100g ⁻¹	Vitamina C mg.100g ⁻¹
Rodrigues et al., 2004 ²	-	0,89	70,9
Rodrigues, 2005 ³	-	1,34	98,4
Ramos et al., 2001 ⁴	23,1	0,93	-
Oliveira et al., 2006	6,75	0,62	-
Oliveira, 2007 ⁵	14,5	-	-

Diferenças na composição química, observada na literatura consultada, podem ser decorrentes de numerosos fatores: potencial genético, grau de maturação à colheita, estação de colheita, local de cultivo e clima, distribuição diferenciada nas frutas, condições de manuseio na pós-colheita, mudanças no processamento e estocagem (Chitarra & Chitarra, 2005; Rodriguez-Amaya, 1993).

2.2.5 Potencial econômico

Oliveira (2006) realizou estudo acerca da formação, desenvolvimento e funcionamento do arranjo extrativista/produzido do pequizeiro, no estado de Goiás. Este autor constatou que o pequi faz parte da cultura da população goiana

e do Cerrado, cujo arranjo empresarial, para possibilitar sua colheita, processamento e comercialização, organiza-se predominantemente na informalidade, mas gera renda e ocupa mão-de-obra pouco qualificada de forma significativa, contribuindo para a inclusão social, promovendo o fluxo de recursos e dinamizando a economia local e regional.

A valorização econômica da exploração do pequi pode contribuir para a preservação da espécie, além de preservar aspectos culturais das populações do Cerrado. Além disso, seu arranjo empresarial apresenta condições para promover o desenvolvimento sustentável, constituindo-se em atividade territorial estratégica, do ponto de vista econômico, social e ambiental.

Segundo Chévez Pozo (1997), o pequi representa 40,7% da renda anual do trabalhador rural em Minas, na época da produção do fruto. Com a venda do óleo, produzido de forma artesanal, pode atingir 54,7% da renda. A colheita e a comercialização dos seus frutos mobilizam 50% da população que vive no campo.

A comercialização informal do pequi é uma atividade complementar na renda das famílias da região, onde a maioria sobrevive de agricultura tipicamente de subsistência. Estas famílias vendem o pequi por preços irrisórios para atravessadores.

A forma de obtenção desses frutos é o extrativismo, que envolve catadores (famílias de baixa renda e moradores de regiões carentes), que vendem o produto na beira das estradas ou a atravessadores que recolhem a produção da região e levam para centros consumidores. Os valores pagos aos catadores são muito baixos.

Além do uso no preparo de pratos típicos, o pequi, na atualidade, serve de matéria-prima para agroindústrias regionais de conservas, temperos, licores e congelados. Encontra-se nos comércios urbanos pequi em conserva, em pasta ou na forma de licor, sorvetes e picolés (Vera et al., 2007).

Na Central de Abastecimento do Estado de Goiás SA (CEASA-GO), o volume de frutos de pequi comercializados, no ano de 2005, foi de cerca de 1.680 toneladas, com valor médio de venda de R\$ 468,00 a tonelada (CEASA-GO, 2007). No mesmo ano, as Centrais de Abastecimento de Minas Gerais, CEASAMINAS (2007) (Grande BH-MG) comercializaram 328,255 toneladas, a um valor médio de R\$ 770,00 a tonelada. No período de janeiro a outubro de 2007 já foram comercializados 152,375 toneladas (CEASAMINAS, 2007).

O fornecimento do pequi para o mercado regional tem exigido, recentemente, grandes deslocamentos da coleta na região, inclusive com produtos vindos da Bahia e de Minas Gerais para abastecer Goiás. Alguns estudos apontam perdas de 50% após a colheita, devido a deficiências na classificação, transporte e armazenamento dos frutos.

Segundo pesquisas citadas por Chévez Pozo (1997), os diferentes usos do pequi, anteriormente apresentados, evidenciam a importância econômica dessa árvore como alternativa de alimentação, processamento, planta medicinal e por possuir um potencial gerador de emprego de mão-de-obra. Essas pesquisas concluem que o pequi é uma espécie de importância econômica, em razão de seus múltiplos aproveitamentos.

Nesse sentido, o desenvolvimento de pesquisas sobre técnicas de conservação adequadas, bem como sua influência na qualidade do pequi, pode contribuir para a disponibilidade de informações sobre o produto e para o desenvolvimento econômico das comunidades do Cerrado.

2.3 Congelamento

O congelamento tem sido usado, há muitos anos, no mundo inteiro, como um dos principais métodos de conservação de frutos. Este processo em condições adequadas garante ao produto características nutricionais e sensoriais que mais se aproximam do produto fresco, quando comparado com o produto

processado, o qual, na maioria das vezes, é exposto a tratamentos químicos (Alves & Chitarra, 1999 e Delgado & Sun, 2001).

O princípio da conservação de alimentos por meio do congelamento se baseia no fenômeno da cristalização da água presente nos mesmos. Ao se retirar calor da água em seu estado líquido, haverá menor atividade de suas moléculas, passando-a para o estado sólido e vice-versa. Como resultado desta redução de temperatura e de atrações mútuas, as moléculas tendem a se agregar em cristais (Berbari, 1992).

A transição água-gelo apresenta a vantagem de fixar a estrutura do tecido e a água, sob a forma de cristais, indisponibilizando-a como solvente e ou como reativo. Assim, a difusão de compostos químicos no tecido é muito lenta, o que, associada à diminuição na temperatura, contribui para o decréscimo na velocidade da maioria das reações (Carneiro, 2001).

Embora a atividade enzimática seja reduzida nos vegetais congelados, o branqueamento é importante na inativação de enzimas prejudiciais à qualidade geral do alimento, mesmo podendo induzir a destruição de nutrientes (Desrosier & Desrosier, 1977). O fato de o oxigênio estar envolvido nessas reações sugere que sua exclusão pelo uso de embalagem a vácuo, antes do congelamento, seja realizada (Singh & Wang, 1977).

Além da possibilidade da ação de enzimas indesejáveis em frutos congelados, ainda podem ocorrer danos aos tecidos pelos cristais de gelo formados. O tipo e a extensão desses danos são dependentes da localização e do tamanho do cristal de gelo, os quais são determinados pela velocidade de congelamento e das condições de armazenamento do produto congelado (Fennema, 1977).

No congelamento lento, os cristais de gelo crescem nos espaços intercelulares, deformando e rompendo as paredes das células. No congelamento rápido, os cristais de gelo que se formam, tanto no interior da célula quanto nos

espaços intercelulares, são de menor tamanho e mais uniforme, e, conseqüentemente, os danos são bem menores (Anderson et al., 2004). Também parece haver diferenças quanto à forma dos cristais conforme a velocidade de resfriamento: quando é lenta, os cristais têm a forma alongada (como agulha), ao passo que, quando é rápida, eles têm formas mais arredondadas e menos danosas (Pereda et al., 2005, citados por Coelho, 2006).

Os impactos do congelamento na qualidade de um alimento são relacionados diretamente com o crescimento dos cristais de gelo que podem quebrar paredes celulares (Anzaldúa-Morales et al., 1999).

Os mecanismos que podem promover o dano à estrutura celular e conduzir à redução da qualidade de frutos após o descongelamento são: a possibilidade de perfuração da membrana celular pelo cristal de gelo intracelular, que contribui para a redução da pressão de turgor e a quebra da estrutura da parede celular pelo cristal formado no meio extracelular, abrindo caminho para o colapso celular (Martí & Aguilera, 1991; Resende, 1995; Resende & Cal-Vidal, 1997; Carneiro & Cal-Vidal, 1998).

Segundo Dossat (1980), os fatores que regulam a qualidade máxima e a duração da armazenagem de qualquer produto congelado são: a natureza e a composição do produto a ser congelado; os critérios usados na seleção, manipulação e pré-tratamento; o método de congelamento e as condições de armazenamento.

Na atualidade, muitos métodos de congelamento estão disponíveis, entretanto, os mais utilizados em indústrias alimentícias de pequeno e médio porte são os métodos de congelamento ao ar. O congelamento por ar estático consiste no processo de geladeira e freezer doméstico, em que os alimentos permanecem até congelamento. O tempo é dependente da temperatura da câmara, da qualidade do alimento, da temperatura inicial do alimento e do tipo, do tamanho e da forma do produto a congelar. É um método de custo

relativamente baixo, porém, muito lento. O congelamento com ar forçado é outro método que apresenta resultado satisfatório para a maioria dos produtos. Este usa ventiladores na câmara de congelamento, os quais movimentam o ar frio à alta velocidade, produzindo, assim, um congelamento relativamente rápido (Cleland, 1992).

Os alimentos, uma vez congelados, devem ser estocados a uma temperatura nunca inferior a -18°C , a qual deverá ser mantida durante todo o tempo de armazenamento (segundo Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, ANVISA). Variações na temperatura do produto provocarão o fenômeno conhecido como recristalização, favorecendo o crescimento de cristais de gelo e acelerando certas reações que reduzem a qualidade do produto (Mororo, 1998). O armazenamento congelado inadequado causa mudanças evidentes nas características sensoriais que podem influenciar o valor nutritivo e a aceitabilidade do produto pelo consumidor (Labuza, 1982).

Durante descongelamento, os alimentos são danificados por mudanças químicas, físicas e microbiológicas (Boonsumrej et al., 2007). Antes do consumo ou do processamento o alimento deve ser descongelado o mais rápido possível para evitar a recristalização do gelo, quando pequenos cristais crescem a tamanhos que danificam a célula (Pompelli, 2003).

2.3.1 Efeito do congelamento sobre a qualidade de frutos

Apesar de o congelamento ser um processo que permite maior retenção das qualidades nutricionais e sensoriais de vegetais, alguma perda pode ocorrer ao longo do processo.

A extensão da perda da qualidade depende de muitos fatores, incluindo taxa de congelamento e descongelamento, temperatura de armazenamento, flutuações de temperatura durante o armazenamento, tempo de estocagem,

transporte, exposição no varejo e consumo (Sebranek, 1982 e Srinivasan et al., 1997).

Segundo Fennema (1973), as maiores alterações químicas importantes na deterioração de vegetais congelados são: reações associadas com o desenvolvimento de alterações de aroma e sabor, degradação de pigmentos, escurecimento enzimático e oxidação do ácido ascórbico.

Adicionalmente, os efeitos do congelamento são maiores nos vegetais de umidade elevada e parede celular fina (Fuchigami et al., 1995).

A descompartmentação causada por cristais de gelo leva à perda da turgidez e da textura da fruta após o descongelamento (Reid, 1993). Vários estudos mostram que extensos danos de textura (amaciamento) estão relacionados com o grau de destruição dos tecidos (Fennema, 1977). A concentração dos solutos orgânicos no interior das células provoca mudanças no pH e força iônica, promovendo a perda de retenção d'água por alterações nas membranas e, conseqüentemente, a célula perde turgor (Sigrist, 1988).

O rompimento das células pelos cristais de gelo provoca alterações irreversíveis na estrutura celular. Durante o descongelamento, tem-se uma matéria desorganizada incapaz de reabsorver a água perdida e ocorre, como conseqüência, perda de fluido por exsudação, que pode apresentar uma perda significativa de nutrientes (Neves Filho, 1991).

Os minerais são estáveis quimicamente e são perdidos apenas fisicamente durante o descongelamento pela exsudação de líquidos (Fennema, 1977).

A estabilidade dos carotenóides difere bastante nos alimentos, mesmo quando submetidos a processamento e condições de estocagem idênticas. A principal causa de destruição dos carotenóides é a oxidação (enzimática ou não-enzimática) (Rodriguez-Amaya, 1999).

Segundo Fennema (1977), perdas nutricionais ocorrem com o congelamento, principalmente em relação às vitaminas, sendo a vitamina C mais sensível. Bobbio & Bobbio (1995) relatam que, embora, de modo geral, a estabilidade da vitamina C aumente com o abaixamento da temperatura, estudos têm identificado sua perda durante o congelamento ou armazenamento a baixas temperaturas.

2.4 Cozimento

Embora a qualidade de um alimento seja considerada, freqüentemente, apenas pelas influências de sua produção e do processamento industrial, a preparação doméstica também tem grande importância na qualidade e determina parâmetros como atributos sensoriais e no teor de vitaminas e minerais, podendo mudá-los de maneira positiva ou negativa (Bernhardt & Schlich, 2006).

2.4.1 Efeito do cozimento sobre a qualidade de alimentos

Segundo Burg & Fraile (1995), o cozimento, como última transformação dos gêneros alimentícios antes do consumo, envolve uma alteração significativa de nutrientes e, conseqüentemente, modificação da qualidade nutritiva. Entretanto, a perda depende da natureza dos gêneros alimentícios e das circunstâncias empregadas durante o processo.

Já de acordo com Liu et al. (2004), não se pode manter o conceito de que alimentos processados termicamente têm valor nutritivo mais baixo que produtos frescos. Os autores sugerem que processar pode, de fato, ser benéfico, em alguns produtos, para alguns nutrientes, como os carotenóides.

Muitos dos dados disponíveis em tabelas de composição de alimentos os representam crus, porém, muitos alimentos são consumidos após serem processados, armazenados e ou preparados de várias maneiras, o que pode afetar seus teores de nutrientes (Ang et al., 1975).

Encontram-se resultados de trabalhos que mostram que as perdas em nutrientes diferem para os diferentes nutrientes e quanto ao método de cozimento. Alguns dos estudos que tratam das perdas de nutrientes incluem o trabalho de investigadores, tais como Hall & Lin (1981), Bertelsen et al. (1988), Rumm-Kreuter & Demmel (1990), Somogyi (1990), Wanasundera & Ravindran (1992) e Al-Khalifa & Dawood (1993).

De acordo com Lachance & Erdman, (1975), quando os vegetais são cozidos na água, em uma escala doméstica, as perdas de nutrientes variam dependendo da quantidade da água, do tempo de cozimento e do tipo de equipamento usado. Muitos estudos, usando quantidades pequenas e grandes do alimento, indicaram que a perda de nutriente no vegetal durante a cocção é causada, na maioria dos casos, mais pela extração da água que pela destruição térmica.

Embora a conservação dos nutrientes durante a preparação de alimentos seja interesse do consumidor, pouca pesquisa é conduzida para estudar a retenção dos nutrientes nos alimentos cozidos (Ang et al., 1975). A disponibilidade de informações sobre a composição de alimentos crus e cozidos é indispensável para a elaboração e análise de dietas.

Durante o cozimento dos alimentos, os carotenóides podem sofrer modificações, devido ao alto grau de insaturação destes pigmentos, o que os torna susceptíveis às reações de degradação. Torna-se importante, portanto, avaliar as alterações causadas pelo tratamento térmico com relação aos carotenóides ativos dos alimentos (Bianchini & Penteadó, 1998).

Os carotenóides são suscetíveis à isomerização e à oxidação durante processamento e armazenamento; as conseqüências práticas são perda da cor e da atividade biológica, formação de compostos temporários que dão o sabor desejável ou indesejável a certos alimentos. A ocorrência da oxidação depende da presença do oxigênio, de metais, de enzimas, de lipídios insaturados, de pró-

oxidantes ou de antioxidantes, exposição à luz, tipo e estado físico do carotenóide presente, severidade do tratamento (isto é, destruição de ultra-estruturas que protegem os carotenóides, aumento da área de superfície, duração e temperatura), material de embalagem e condições de armazenamento. O aquecimento promove a isomerização (Rodriguez-Amaya, 1997).

Somente pequena ou nenhuma perda dos carotenóides foram relatadas no cozimento de brócolis frescos ou congelados (Chapman et al., 1960), de cenouras congeladas (Ang et al., 1975) ou de ervilhas (Eheart et al., 1965), por vários métodos. Hewston et al. (1948) relataram que o caroteno era extremamente estável e, durante a preparação de 20 alimentos comuns, as retenções se aproximam de 100%.

Estudos também têm reportado certo aumento no teor de carotenos após o cozimento. Uma explicação mais extensamente usada para isto está associada à maior eficiência da extração do caroteno das amostras cozidas, comparadas a uma maior dificuldade em obter a extração completa na amostra crua (Thomas et al., 1949; Renqvist et al., 1978; Chandler & Schwartz, 1988). A dificuldade na extração do β -caroteno da amostra crua pode ser pelo fato da mesma estar presente em complexos estáveis de lipoproteínas (Renqvist et al., 1978). Após a cocção, presumivelmente, uma mudança na morfologia do tecido ocorre, permitindo melhor penetração dos solventes orgânicos nas células e maior liberação dos carotenos (Chandler & Schwartz, 1988).

Os aumentos aparentes podem também ser devido à lixiviação apreciável de sólidos solúveis, como nas cenouras, concentrando os carotenóides por unidade de peso do alimento (Rodriguez-Amaya, 2001).

Por outro lado, Speek et al. (1988) avaliaram o efeito do processamento do alimento nos carotenóides totais e β -caroteno de vegetais, encontrando perdas evidentes. As perdas médias da atividade da vitamina A após cozimento, fritura,

fermentação, secagem ao sol e secagem do sol seguida de cozimento, foram de 14%, 24%, 29%, 44% e 60%, respectivamente.

O ácido ascórbico, uma das substâncias mais sensíveis, é freqüentemente usado para avaliar as influências do processamento em alimentos (Bognar, 1989). É uma das vitaminas que mais podem ser alteradas no processamento das frutas, contribuindo para isso o fato de ser hidrossolúvel e instável sob ação do calor, da luz, do oxigênio, de álcalis, da oxidase do ácido ascórbico, bem como traços de cobre e ferro. Sua conservação é favorecida em meio ácido (Graner et al., 1977).

As perdas de ácido ascórbico durante o cozimento dependem do grau de aquecimento, da lixiviação no cozimento, da área exposta à água, pH e outros fatores (Eitenmiller & Landen, 1999). Sua degradação ocorre, primeiramente, pela degradação química que envolve a oxidação do ácido ascórbico ao ácido dehidroascórbico (DHAA), seguida pela hidrólise ao ácido 2,3-dicetogulônico e a uma polimerização adicional para dar forma a outros produtos sem valor nutritivo (Gregory, 1996).

A fervura de vegetais pode levar a perdas de 60% do ácido ascórbico por meio da extração na água de cozimento (Priestley, 1979).

Segundo Tannemaum et al. (1993), a principal operação que origina perdas de substâncias minerais é a lixiviação, que arrasta parte dos minerais solúveis.

Os minerais não são destruídos pela luz, calor ou oxigênio, mas apenas removidos do alimento pela lixiviação ou separação física (Miller, 1996).

O processamento pode modificar os índices de inibidores de solubilidade dos minerais por meio de compostos tais como oxalatos, fitatos, taninos e compostos fenólicos. Em resumo, a cocção afeta os índices minerais e sua solubilidade e também os índices de outros componentes que podem afetar a solubilidade mineral (Viadel et al., 2006).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADÁMOLI, J.; MACÊDO, J.; AZEVEDO, L. D.; MADEIRA NETO, J. Caracterização da região dos cerrados. In: _____. **Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. São Paulo: Embrapa-CPAC/Nobel, 1985. 422 p.
- AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. A. **Cerrado: ecologia e caracterização**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 294 p.
- AL-KHALIFA, A. S.; DAWOOD, A. A. Effects of cooking methods on thiamin and riboflavin contents of chicken meat. **Food Chemistry**, Washington, v. 48, n. 3, p. 69–74, 1993.
- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: EMBRAPA/CPAC, 1998. 464 p.
- ALMEIDA, S. P.; SILVA, J. A. **Piqui e buriti: importância alimentar para a população dos Cerrados**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1994. 38 p.
- ALVES, R. E.; CHITARRA, A. B. **Qualidade de acerola submetida a diferentes condições de congelamento, armazenamento e aplicação pós-colheita de cálcio**. 1999. 117p. Tese (Doutorado em Fisiologia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG
- ANG, C.Y.; CHANG, C. M.; FRAZY, A. Z.; LIVINGSTON, C. E. Effects of heating methods on vitamin retention in six fresh or frozen prepared food products. **Journal of Food Science**, v. 40, p. 997–1003, 1975.
- ANDERSON, B. A.; SUN, S.; ERDOGDU, F.; SINGH, R. P. Thawing and freezing of selected meat products in household refrigerators. **International Journal of Refrigeration**, v. 27, n.1, p. 63-72, 2004.
- ANZALDUA-MORALES, A.; G.H. BRUSEWITZ, G. H.; ANDERSON, J. A. Pecan texture as affected by freezing rates, storage temperature and thawing rates. **Journal of Food Science**, v. 64, n. 2, p. 332-335, 1999.

ÁVIDOS, M. F. D.; FERREIRA, L. T. **Frutos dos cerrados**: preservação gera muitos frutos. 2005. Disponível em: <<http://www.bioteecnologia.com.br/bio15/frutos.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2005.

BARRADAS, M. M. Morfologia do fruto e da semente de *Caryocar brasiliense* (piqui), em várias fases do desenvolvimento. **Revista de Biologia**, São Paulo, v. 9, n. 1/4, p. 69-95, 1973.

BERBARI, S. A. G. **Avaliação da qualidade de algumas variedades de morango para o processo de congelamento**. 1992. 90p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Piracicaba, SP.

BERNHARDT, S.; SCHLICH, E. Impact of different cooking methods on food quality: Retention of lipophilic vitamins in fresh and frozen vegetables. **Journal of Food Engineering**, v. 77, n. 2, p. 327-333, 2006.

BERTELSEN, G.; FINGLAS, P. M.; LOUGHRIDGE, J.; FAULKS, R. M.; MORGAN, M. R. A. Investigation into the effects of conventional cooking on levels of thiamin (determined by HPLC) and pantothenic acid (determined by ELISA) in chicken. **Food Sciences and Nutrition**, v. 42, n. 2, p. 83-96, 1988.

BIANCHINI, R.; PENTEADO, M.V.C. Carotenóides de pimentões amarelos (*Capsicum annuum* L.). Caracterização e verificação de mudanças com o cozimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 3, p.283-88, 1998.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. Vitaminas. In: **Introdução à química de alimentos**. São Paulo: Varela, 1995. Cap. 5, p.163-169.

BOGNÁR, A. Untersuchungen über den Einfluss der Temperatur- und Verpackung auf den Genuss- und Nährwert von frischem Gemüse und Obst bei der Lagerung im Kühlschrank, **Ernährungs Umschau.**, v. 36, n.2, p. 254-263, 1989.

BOONSUMREJ, S.; CHAIWANICH SIRI, S.; TANTRATIAN, S.; SUZUKI, T.; TAKAI, R. Effects of freezing and thawing on the quality changes of tiger shrimp (*Penaeus monodon*) frozen by air-blast and cryogenic freezing. **Journal of Food Engineering**, v. 80, n. 1, p. 292-299, 2007.

BRASIL. Ministério da Indústria e do Comércio. Secretaria de Tecnologia Industrial. Piqui. In: _____. **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais**. Brasília, 1985. p.161-194. (Documentos, 16).

BURG, P.; FRAILE, P. Vitamin C destruction during the cooking of a potato dish. **Lebensm.-Wiss. u. Technology**, v. 28, n.1, p. 506–514, 1995.

CARNEIRO, C. S. **Estruturação de cristais de gelo e sua influência no dono celular**. 2001. 166p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CARNEIRO, C. S.; CAL-VIDAL, J. Structuring capacity of ice crystals under the influence of sugars with diverse chemical nature. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WATER MANAGEMENT IN THE DESIGN AND DISTRIBUTION OF QUALITY FOODS, 7., 1998, Helsinki. **Proceedings...** Helsinki, Finland: University of Helsinki, 1998. p. 1-4.

CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DE GOIÁS S.A. **Análise conjuntural 2005**. Disponível em: <www.ceasa.goias.gov.br>. Acesso em: 03 mar. 2007.

CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DE MINAS GERAIS. Unidade Grande BH. **Oferta de produtos/variedades**. Disponível em: <www.ceasa.mg.gov.br/detec/oferta_preco/ofertas-prod.var> . Acesso em: 5 nov. 2007.

CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Ciência e Tecnologia. **Produção de combustíveis líquidos a partir de óleos vegetais: estudo das oleaginosas nativas de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1983. p.154-246. (Boletim, 1).

CHANDLER, L. A.; SCHWARTZ, S. J. Isomerization and losses of trans- β -carotene in sweet potatoes as affected by processing treatments. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 36, n. 1, p. 129–133, 1988.

CHAPMAN, V. J.; PRITZ, J. O. ; GILPIN, G. L.; SWEENEY, J. P. ; EISEN, J. N. Electronic cooking of fresh and frozen broccoli. **Journal of Home Economics**, v. 52, p. 161, 1960.

CHÉVEZ POZO, O. V. **O pequi (*Caryocar brasiliense*): uma alternativa para o desenvolvimento sustentável do cerrado no Norte de Minas Gerais**. 1997.100 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed.rev. e amp. Lavras: UFLA, 2005. 783 p.

CLELAND, A. C. **Food refrigeration process: analysis, design and simulation**. London/New York: Elsevier Applied Science, 1992. 284 p.

COELHO, R. R. P. **Protocolo de criopreservação de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum*L.raça *latifolium* Hutch.) cultivares BRS 200 Marrom e BRS Verde**. 2006. 88 p. Tese (Doutorado em Agronomia. Sementes) - Universidade Federal da Paraíba.

DELGADO, A. E.; SUN, D. Heat and mass transfer models for predicting freezing process – a review. **Journal of Food Engineering**, v. 47, n. 1, p. 157-174, 2001.

DESROSIER, N. W.; DESROSIER, J. N. **The technology of food preservation**. 4.ed. Westport: AVI, 1977. 558 p.

DOSSAT, R. J. **Princípios de refrigeração: teoria, prática, exemplos, problemas, soluções**. São Paulo: Hemus, 1980. 884 p.

EHEART, M. S.; GOTT, C. Chlorophyll, ascorbic acid and pH changes in green vegetables cooked by stir-fry, microwave, and conventional methods and a comparison of chlorophyll methods. **Food Technology**, v. 867, p. 185–188, 1965.

EITENMILLER, R. R.; LANDEN, W. O. **Vitamin analysis for the health and food sciences**. Boca Raton/London/New York/Washington: CRC, 1999. p. 223–270.

FERREIRA, M. B. Frutos comestíveis nativos do cerrado em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 61, p. 9-18, jan. 1980.

FENNEMA, O. R. **Low-temperature preservation of foods and living matter**. New York: M. Dekker, 1973. 589p. (Food Science. A series of Monographs, 3).

FENNEMA, O. Loss of vitamins in fresh and frozen foods. **Food technology**, v. 12, p. 32-38, 1977.

FUCHIGAMI, M.; HYAKUMOTO, N.; MIYAZAKI, K. Texture and pectic composition differences in raw, cooked and frozen-thawed Chinese cabbages due to leaf position. **Journal of Food Science**, v. 60, n. 2, p. 153–156, 1995.

GRANER, M.; FONSECA, H.; MONTENEGRO, T. L. N. Retenção de ácido ascórbico na elaboração de geléia de goiaba (*Psidium guayava* L.) a partir de polpa enlatada. **O Solo**, Piracicaba, n. 1, p. 61-63, 1977.

GREGORY, J. F. Vitamins. In: FENNEMA, O. R. (Ed.). **Food chemistry**. 3rded. New York: Dekker, 1996. p. 531-616.

HALL, K. N.; LIN, C. S. Effect of cooking rates in electric microwave oven on cooking losses and retention of thiamin in broilers. **Journal of Food Science**, v. 46, n. 3, p. 1292–1293, 1981.

HERZOG-SOARES, J. D'ARC; ALVES, R. K.; ISAC, E.; BEZERRA, J. C. B.; GOMES, M. H.; SANTOS, S. C.; FERRI, P. H. Atividade tripanocida in vivo de *Stryphnodendron adstringens* (Barbatimão verdadeiro) e *Caryocar brasiliensis* (pequi). **Revisa Brasileira de Farmacognosia**, v. 12, n.1, p. 01-02, 2002. Supplement.

HEWSTON, E. M.; DAWSON, E. H.; ALEXANDER, L. M.; ORENT-KEILES, E. **Vitamin and mineral content of certain foods as affected by home preparation**. Washington USDA, 1948. (USDA Miscellaneous Publication, 628).

KHOURI, J. et al. Anticlastogenic potential and antioxidant effects of an aqueous extract of pulp from the pequi tree (*Caryocar brasiliense* Camb). **Genética e Biologia Molecular**, São Paulo, v. 30, n. 2, p.442-448, 2007.

LABUZA, T. P. Shelf-life of frozen fruits and vegetables. In: LABUZA, T.P. (Ed.). **Shelf-life of foods**. Westport, Connecticut: Food & Nutrition, 1982. p. 289–340.

LACHANCE, P. A.; ERDMAN, J. W. Effects of home food preparation practices on nutrients content of foods. In: HARRIS, R. S.; KARMAS, E. (Ed.). **Nutritional evaluation of food processing**. 2.ed. Westpor: AVI, 1975. p. 529-567.

LEITÃO FILHO, H. F.; MARTINS, F. R. Espécies do cerrado com potencial em fruticultura. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE AMERICANA DE CIÊNCIAS HORTÍCULAS, 24, **Campinas**: SACH-RT / SOB / SBFPO / SBF, 198. **Resumos...** p. 1-16.

LIU, C. S.; GLAHN; R. P.; LIU, D. R. H. Assessment of carotenoid bioavailability of whole foods using a Caco-2 cell culture model coupled with an in vitro digestion. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 4, p. 4330-4337, 2004.

MARTI, J.; AGUILERA, J. M. Efecto de la velocidad de congelación en las características mecánicas e microestructurales del arándano y de la mora silvestre. **Revista de Agroquímica e Tecnología de Alimentos**, v. 31, n. 4, p. 493-503, 1991.

MEYERS, N.; MITTEMEIER, R. A.; MITTEMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENTS, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, London, v. 403, p. 853-858, 2000.

MILLER, D. Minerals. In: FENNEMA, O. R. (Ed.). **Food chemistry**. 3rded. New York: M. Dekker, 1996.

MORORÓ, R. C. **Como montar uma pequena fábrica de polpa de frutas**. Viçosa, MG: UFV, 1998. 67 p.

NAVES, R. V. **Espécies frutíferas nativas dos cerrados de Goiás: caracterização e influências do clima e dos solos**. 1999. 206 p. Tese (Doutorado em Agronomia. Produção Vegetal) - Universidade Federal de Goiás. Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Goiânia, GO.

NEVES FILHO, L.C. **Resfriamento, congelamento e estocagem de alimentos**. São Paulo: IBF/ABRAVA/SINDRATAR, 176p. 1991.

OLIVEIRA, E. **Exploração de espécies nativas como uma estratégia de sustentabilidade socioambiental: o caso do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) em Goiás**. 2006. 294 p. Tese (Doutorado em Desenvolvimento sustentável) - Universidade de Brasília, DF.

OLIVEIRA, M. N. S.; GUSMÃO, E.; LOPES, P. S. N.; SIMÕES, M. O. N.; RIBEIRO, L. M.; DIAS, B. A. S. Estádio de maturação dos frutos e fatores relacionados aos aspectos nutritivos e de textura da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) Revista Brasileira de Fruticultura, v. 28, n.3, p. 271-275, 2006.

OLIVEIRA, P. M. C. **Vida de prateleira da conserva de pequi**. 2007. 116p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PEIXOTO, A. R. O Piqui e a lavoura no cerrado. In: _____. **Plantas oleaginosas arbóreas**. São Paulo: Nobel, 1973. p. 197-226.

POMPELLI, F. M. **Conservação de germoplasma *in vitro***. Florianópolis: UFSC, 2003.

PRIESTLEY, R. J. Vitamins. In: PRIESTLEY, R. J. (Ed.). Effects of heating on foodstuffs. London, UK: Applied Science, 1979. p. 121-156.

RAMOS, M. I.; UMAKI, M. C. S.; HIANE, P.A.; FILHO, M. M. R. Efeito do cozimento convencional sobre os carotenóides próvitamínicos “A” da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb). **Revista de Nutrição**, v.19, n.1, p. 23-32, 2001.

RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIDGEWATER, S. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, v. 80, n. 3, p. 223-230, 1997.

REID, D. S. Basic physical phenomena in the freezing and thawing of plant and animal tissues. In: MALLETT, C. P. (Ed.). **Frozen, food technology**. Glasgow: Blackie Academic & Professional, 1993. p. 1-19.

RENQVIST, U. H.; DE VREEZE, A. C.; EVENHUIS, B. The effect of traditional cooking methods on carotene content in tropical leafy vegetables. **Indian Journal of Nutrition and Dietetics**, v. 15, p. 154-158, 1978.

RESENDE, J. V. **Redução de danos de congelamento em frutos utilizando substâncias crioprotetoras de concentrações e origens diversas**. 1995. 146p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RESENDE, J. V.; CAL-VIDAL, J. Reducing freezing damage in fruits. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON ENGINEERING AND FOOD, 7., 1997, Brighton. **Proceedings...** Brighton, England: 1997. p. 1-4. (Engineering & Food, Supplement, ICEF, 7).

RIBEIRO, L. Lei impede colheita de pequi verde. **Jornal Estado de Minas**, Belo Horizonte, 12 out. 2003.

REGONATO, V. D.; ALMEIDA, M. D. A. **Singularidade do cerrado:** interrelação das populações tradicionais com as fitofisionomias. Observatório Geográfico de Goiás, 2003. Disponível em: <www.observatoriogeogoiias.com.br/observatoriogeogoiias/artigos_pdf/>. Acesso em: 15 jun. 2007.

RIZZINI, C. T. Árvores e arbustos do cerrado. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 38, p. 63-77, 1971.

RODRIGUES, L. J. **O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.):** ciclo vital e agregação de valor pelo processamento mínimo. 2005. 152 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RODRIGUES, L. J. ; VILAS BOAS, E. V. B.; PAULA, N. R. F.; GOMES, J. V. F.; PINTO, D. M. Caracterização físico-química da amêndoa e polpa do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) produzidos nas regiões Norte e Sul de Minas Gerais. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 18., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, SC: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Stability of carotenoids during the storage of foods. In: CHARALAMBOUS, F. (Ed.). **Shelf life studies of foods and beverages:** chemical, biological, physical and nutritional aspects. Amsterdam: Elsevier Science, 1993. p. 591-624.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Carotenoids and food preparation:** the retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed, and stored foods. Arlington: OMNI Project, 1997. 88 p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods.** Washington: ILSI, 1999. 64 p.

- RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: OMNI Research, 2001.
- ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; HOLANDA, R. B.; SOUSA, C. A. S.; PASTORE, G. M. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n.1, p.53-60, 2007.
- RUMM-KREUTER, D.; DEMMEL, I. Comparison of vitamin losses of vegetables due to various cooking methods. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology**, v. 36, p. S7–S15, 1990.
- SANTANA, J. G.; NAVES, R. V. Caracterização de ambientes de cerrado com alta densidade de pequizeiros (*caryocar brasiliense* camb.) na região sudeste do estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 33, n. 5, p. 1-10, 2003.
- SEBRANEK, G. Use of cryogenics for muscle foods. **Food Technology**, v. 36, n. 4, p. 120–127, 1982.
- SINGH, P. R.; WANG, C. Y. Quality of frozen foods - a review. **Journal of Food Process Engineering**, v. 1, n. 3, p. 97-127, 1977.
- SIGRIST, J. M. M. Distúrbios fisiológicos e pelo frio. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTO. **Tecnologia pós-colheita de frutas tropicais**. Campinas, 1988. Cap. 4, p. 43-50.
- SRINIVASAN, S.; XIONG, Y. L.; BLANCHARD, S. P. Effects of freezing and thawing methods and storage time on thermal properties of freshwater prawns (*Macrobrachium rosenbergii*). **Journal of Science and Food Agriculture**, v. 75, n. 6, p. 37–44, 1997.
- SOMOGYI, J. C. Influence of food preparation on nutritional quality, **Journal of Nutritional Science and Vitaminology**, v. 36, n.1, p. S1–S6, 1990.
- SPEEK, A. J.; SPEEK-SAICHUA, S.; SCHREURS, W. H. P. Total carotenoid and β -carotene contents of thai vegetables and the effect of processing. **Food Chemistry**, v. 27, n. 2, p. 245-257, 1988.
- TANNENBAUM, S. R.; YOUNG, V. R.; ARCHER, M. C. Vitaminas y minerales. In: FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2.ed. Zaragoza: Acribia, 1993. Cap. 7, p. 537-613.

TATAGIBA, F. **Plantas do cerrado**. Disponível em:
<<http://www.biologo.com.br/plantas/index.html>> Acesso em: 16 out. 2007.

THOMAS, M.H.; BRENNER, S.; EATON, A.; CRAIG, V. Effect of electronic cooking on nutritive value of foods. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 25, n. 2, p. 39–45, 1949.

VERA, R.; SOUZA, E. R. B.; FERNANDES, E. P.; NAVES, R. V.; JÚNIOR, M. S. S.; CALIARI, M.; XIMENES, P. A. Caracterização física e química de frutos do pequizeiro (*caryocar brasiliense* camb.) oriundos de duas regiões no estado de Goiás, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 2, p. 93–99, 2007.

VIADÉL, B.; BARBERÁ, R.; FARRÉ, R. Uptake and retention of calcium, iron, and zinc from raw legumes and the effect of cooking on lentils in Caco-2 cells. **Nutrition Research**, v. 26, p. 591–596, 2006.

VILAS BOAS, E. V. de B. Frutas minimamente processadas: Pequi. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2004, Viçosa. **Resumos...** Viçosa: UFV, 2004. p. 122–125.

WANASUNDERA, J. P. D.; RAVINDRAN, G. Effects of cooking on the nutrient and antinutrient contents of yam tubers (*Dioscorea alata* and *Dioscorea esculenta*). **Food Chemistry**, v. 45, p. 247–250, 1992.

WERNECK, G. Minas deve escolher o pequizeiro. **Jornal Estado de Minas**, Belo Horizonte, 16 out. 2001.

CAPÍTULO 2

**QUALIDADE DOS FRUTOS DO PEQUIZEIRO (*Caryocar brasiliense*
Camb.) SUMETIDOS A DIFERENTES TEMPOS DE COZIMENTO.**

1 RESUMO

GONÇALVES, Gilma Auxiliadora Santos. Qualidade dos frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* camb.) submetidos a diferentes tempos de cozimento. In: _____ . **Qualidade dos frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* camb.) submetidos aos processos de congelamento e cozimento**. 2007. Cap. 2, p. 32-62. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil.*

O pequi é consumido tradicionalmente cozido, podendo sofrer influência desse processo. Assim, o objetivo da realização deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes tempos de cozimento sobre a qualidade do pequi. Os frutos oriundos do Norte de Minas Gerais foram selecionados, lavados, sanificados, descascados e submetidos a diferentes tempos de cozimento (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 minutos). As análises foram realizadas no mesocarpo interno e na água de cozimento. Com o aumento do tempo de cozimento, observou-se, no fruto, diminuição da firmeza, sólidos solúveis e cor. O pH, a acidez titulável e a composição centesimal, à exceção do teor de cinzas que diminuiu com o tempo de cozimento, não foram influenciados. Potássio, sódio, zinco e ferro decresceram no fruto, com o aumento do tempo de cozimento e foram detectados na água. O cobre aumentou no mesocarpo interno e reduziu na água. Fósforo, cálcio, magnésio, manganês e enxofre não foram influenciados pelo tempo de cozimento. Vitamina C, carotenóides totais e β -caroteno diminuíram proporcionalmente ao tempo de cozimento e destes, apenas a vitamina C foi encontrada na água de cozimento. Conclui-se que, mesmo com 40 minutos de cozimento, o pequi continua sendo importante fonte de nutrientes.

* Comitê Orientador: Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFLA (orientador), Prof. Dr. Jaime Vilela de Resende (co-orientador) - UFLA.

2 ABSTRACT

GONÇALVES, Gilma Auxiliadora Santos. Quality of the fruit of peki tree (*caryocar brasiliense* camb.) submitted to the different times of cooking. **In. _____ Quality of the fruit of peki tree (*Caryocar brasiliense* Camb.) submitted to the freezing and cooking processes.** 2007. Cap. 2, p.32-62. Dissertation (Master in Food Science) - Federal University of Lavras, Lavras, MG, Brazil.*

Peki fruit is consumed traditionally cooked; it is being able to suffer influences from this process. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of different times of cooking on the quality of peki fruit. The fruits from North of Minas Gerais (Brazil) were selected, washed, sanitized, peeled and submitted to different times of cooking (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 and 40 minutes). The analyses were carried out in the internal mesocarp and in the cooking water. With the increase of cooking time, decrease of firmness, soluble solids and color were observed in the fruit. pH, titrable acidity and the proximate composition, with the exception of the ash content which decreased with cooking time, were not influenced. Potassium, sodium, zinc and iron decreased in the fruit, with the increase of the baking time and were not detected in the water. The copper increased in internal mesocarp and reduced in the water. Potassium, sodium, zinc and iron decreased in the fruit with increased time of cooking and they were detected in the water. Copper increased in the internal mesocarp and decreased in water. Phosphorus, calcium, magnesium, manganese and sulfur were not been influenced by cooking time. Vitamin C, total carotenoids and beta-carotene decreased to the time of cooking and of these, only vitamin C was found in the cooking water. It follows that even with 40 minutes of cooking the peki fruit continues being an important source of nutrients.

* Guidance Committee: Pof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFLA (adviser), Prof. Dr. Jaime Vilela de Resende (co-adviser) – UFLA.

3 INTRODUÇÃO

O Cerrado apresenta uma rica biodiversidade vegetal, salientando-se frutos com elevado potencial para a alimentação humana. Dentre as frutíferas nativas desse bioma, o pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) merece atenção especial, tanto por sua elevada ocorrência como pelas características sensoriais e nutricionais de seus frutos, que contribuem para o suprimento de parte das exigências nutricionais da população.

O fruto, com cerca de 10 cm de diâmetro e aproximadamente 120 g, com 1 a 4 pirênios (mesocarpo interno, endocarpo espinhoso e semente) é composto pelo mesocarpo externo, que é coriáceo carnosos, mesocarpo interno amarelo-claro, carnosos, rico em nutrientes, e envolve uma camada de espinhos endocárpicos, finos e rígidos e amêndoa branca ou semente (Barradas, 1973).

Vários trabalhos enfatizam o valor nutricional desta frutífera, por ser altamente calórica, rica em lipídeos, proteínas, fibras, cinzas, glicídios e com destaque para seu alto teor de carotenóides, vitaminas A (beta-caroteno) e vitamina C (Vilas Boas, 2004; Rodrigues, 2005; Oliveira, 2007, Oliveira et al., 2006; Vera et al., 2007; Ramos, 2001, Almeida et al., 1998).

Com aroma inconfundível e coloração amarelada, o caroço com a polpa (mesocarpo interno) é utilizado tradicionalmente cozido com arroz, com galinha, com água e sal, batido com leite ou no preparo de pamonha, vitamina, chocolate, bolos e doces, dentre outros (Almeida et al., 1998; Lorenzi, 2000).

Além de seu uso no preparo de pratos típicos, o pequi, na atualidade, serve de matéria-prima para agroindústrias regionais de conservas, temperos, licores e congelados. Embora esta iniciativa seja uma possibilidade de melhoria da renda das comunidades do Cerrado, demanda o domínio de tecnologias apropriadas para a conservação do pequi.

A preparação doméstica tem grande influência na qualidade dos alimentos, podendo mudar atributos sensoriais e valor nutritivo de maneira positiva ou negativa (Bernhardt & Schlich, 2006).

Muitos dos dados de tabelas de composição nutricional representam os alimentos crus, quando muitos alimentos são consumidos após serem processados, armazenados e ou preparados de várias maneiras, o que pode afetar, ao menos em parte, sua composição química (Ang et al., 1975).

De acordo com Lachance & Erdman (1975), quando os vegetais são cozidos na água, em uma escala doméstica, as perdas de nutrientes variam dependendo da quantidade da água, do tempo de cozimento e do tipo de equipamento usado. Assim, é fundamental a determinação do efeito de diferentes condições de preparo de um alimento, quando se afirma que o mesmo possui alto valor nutritivo.

O pequi, embora de grande potencial nutritivo, é pouco estudado e, como é consumido tradicionalmente cozido ou após algum tipo de processamento térmico que leva a perdas, o presente trabalho foi realizado com a finalidade de analisar o efeito de diferentes tempos de cozimento sobre a qualidade física, química e físico-química, indicadoras da qualidade do pequi.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Obtenção dos frutos e preparo das amostras

Os frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) foram adquiridos em Bocaiúva, Norte de Minas Gerais, em janeiro de 2007, época da safra e transportados para o Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças, no Departamento de Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Os frutos foram lavados em água corrente, com detergente neutro, enxaguados para eliminação de sujidades superficiais provenientes do campo e selecionados quanto à ausência de defeitos, pragas e podridões. Em seguida, foram sanificados (hipoclorito de sódio 200 mg.100g⁻¹, por 20 minutos), descascados manualmente com facas para a obtenção dos pirênios, os quais foram selecionados por ausência de defeitos, tamanho (aproximadamente 2,5 cm de diâmetro) e cor amarelo intenso.

Os pirênios foram submetidos ao processo de cozimento em água (300g. L⁻¹), em panelas de aço inoxidável tampadas, por diferentes tempos (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35 e 40 minutos).

Após o resfriamento natural dos frutos, foram realizadas as análises de cor e de firmeza, extração da vitamina C (fruto e água) e início da análise de umidade. As amostras remanescentes foram congeladas em nitrogênio líquido e estocadas, a -80°C, para a realização posterior das demais análises.

Foi coletado um volume médio de 100 mL da água de cada tempo de cozimento e estocado em freezer para a realização das análises de β-caroteno, carotenóides totais e minerais.

2.2 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), constituído por nove tempos de cozimento com três repetições. Na análise de minerais foi usado o mesmo delineamento, porém, com apenas duas repetições.

2.3 Análises

2.3.1 Coloração

A coloração foi determinada em lados opostos dos pirênios, utilizando-se o colorímetro Minolta CR-400, com a determinação no modo CIE L*a*b*. A coordenada L* representa quão clara ou escura é a amostra, com valores variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente branca); a coordenada a* pode assumir valores negativos que correspondem ao verde e a valores positivos ao vermelho; a coordenada b* assume valores negativos, que correspondem ao azul ou positivos, correspondentes ao amarelo. As coordenadas a* e b* foram usadas para calcular o h° (ângulo da tonalidade) e o C* (cromaticidade), a partir das seguintes fórmulas: $h^\circ = \tan^{-1} (b^*/a^*)$ e $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$, respectivamente (Minolta, 1998).

2.3.2 Carotenóides totais

Os carotenóides totais foram extraídos com hexano, sendo a cor lida em espectrofotômetro a 450nm, segundo o Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em miligramas de carotenóides totais por 100g.

2.3.3 β -caroteno

Extraiu-se o β -caroteno com acetona:hexano (4:6) e determinado segundo Nagata & Yamashita (1992). O teor de β -caroteno foi expresso em miligramas por 100g, após o seu equacionamento:

β -caroteno = $0,216A_{663} - 1,22A_{645} - 0,304A_{505} + 0,452A_{453}$,

sendo: A_{663} , A_{645} , A_{505} e A_{453} , leituras de absorvância nos respectivos comprimentos de onda.

2.3.4 Vitamina C

O teor de ácido ascórbico (após a oxidação a ácido dehidroascórbico) foi determinado pelo método colorimétrico, utilizando-se 2,4 dinitrofenilhidrazina, segundo Strohecker & Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100g de polpa.

2.3.5 Firmeza

Determinou-se a firmeza com um texturômetro Stable Micro System modelo TAXT2i, utilizando-se a sonda tipo agulha P/2N (2mm de diâmetro), que mediu a força de penetração desta nos frutos, numa velocidade de 5mm/s e uma distância de penetração de 3mm, valores estes previamente fixados. Foi usada uma plataforma HDP/90 como base. A firmeza foi expressa em Newton (N).

2.3.6 Sólidos solúveis (SS)

Usou-se refratômetro digital ATAGO PR-100 com compensação de temperatura automática e os resultados expressos em °Brix, conforme a Association of Official Agricultural Chemists, AOAC (1990).

2.3.7 pH

Utilizou-se um pHmetro Schott Handylab, segundo técnica da AOAC (1990).

2.3.8 Acidez titulável (AT)

A acidez titulável foi realizada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, usando como indicador a fenolftaleína, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em volume (mL) gasto de NaOH.

2.3.9 Umidade

Determinou-se a umidade segundo a técnica gravimétrica, com o emprego do calor em estufa ventilada à temperatura de 105°C, até a obtenção de peso constante, segundo a AOAC (1990).

2.3.10 Extrato etéreo

Obteve-se o extrato etéreo por extração com solvente orgânico (éter etílico) em aparelho extrator do tipo Soxhlet, segundo método da AOAC (1990).

2.3.11 Proteína bruta

A proteína bruta foi determinada por meio do teor de nitrogênio por destilação em aparelho de Microkjedahl, usando o fator 6,25; O cálculo do teor de proteína bruta foi realizado conforme procedimento da AOAC (1990).

2.3.12 Fibra bruta

A fibra bruta foi determinada por hidrólise ácida, pelo método gravimétrico, segundo o método descrito por Van de Kamer & Van Ginkel (1952).

2.3.13 Fração cinzas (resíduo mineral fixo)

Pelo método gravimétrico, avaliando a perda de peso do material submetido ao aquecimento em mufla a 550°C (AOAC, 1990).

2.3.14 Fração glicídica (FG)

Calculada por diferença segundo a equação: %F.G. = 100 - (%umidade + %extrato etéreo + %proteína bruta + %fibra bruta + %fração cinzas), considerando a matéria integral.

2.3.15 Cálculo do valor calórico

Foram utilizados os fatores de conversão de Atwater: 4 kcal/g para proteínas, 4 kcal/g para carboidratos e 9 kcal/g para lipídios, conforme Wilson et al. (1982).

2.3.16 Minerais

As análises dos minerais foram realizadas no Laboratório de Análise Foliar, no Departamento de Química da UFLA. Os extratos foram obtidos por digestão nitroperclórica e determinados segundo Malavolta et al. (1989). O fósforo foi determinado por colorimetria, segundo método da AOAC (1990); o enxofre por turbodimetria; o potássio e o sódio por fotometria de chama; cálcio, magnésio, manganês, zinco, cobre e ferro, por espectrofotometria de absorção atômica.

2.3.17 Análise estatística

As análises estatísticas das variáveis físicas e químicas foram realizadas com o auxílio do programa Sisvar (Ferreira, 2000). Após a análise de variância dos resultados obtidos, observou-se o nível de significância do teste F. As médias de cada tempo de cozimento foram submetidas à regressão polinomial, em que os modelos foram selecionados de acordo com a significância do teste F de cada modelo e com o coeficiente de determinação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Coloração

As variáveis L^* , a^* , b^* (Figura 1A, B, C) h° e C^* (Figura 2A e B) foram influenciados pelo tempo de cozimento, indicando diminuição da coloração amarelo avermelhada do fruto.

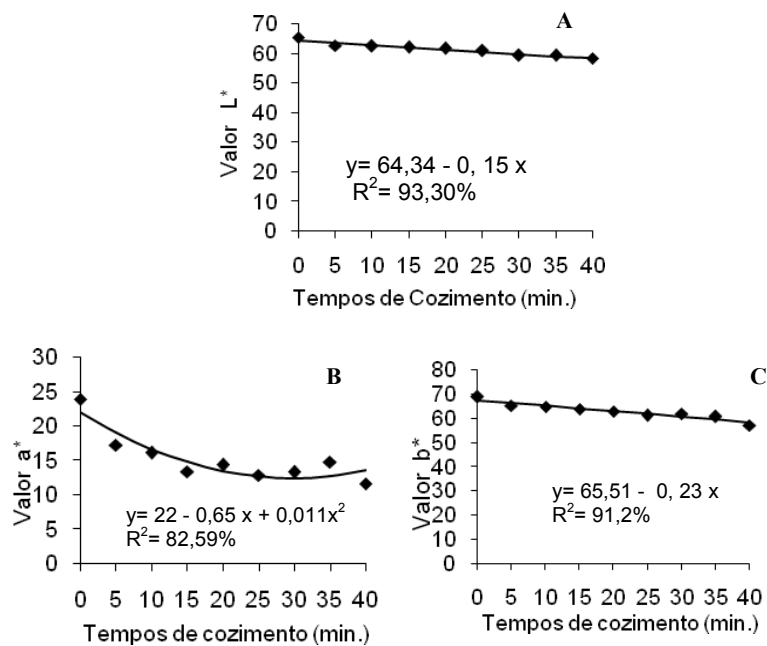


FIGURA 1 - Valores médios ajustados e equações de regressão das coordenadas: (A) L^* ; (B) a^* ; (C) b^* do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento.

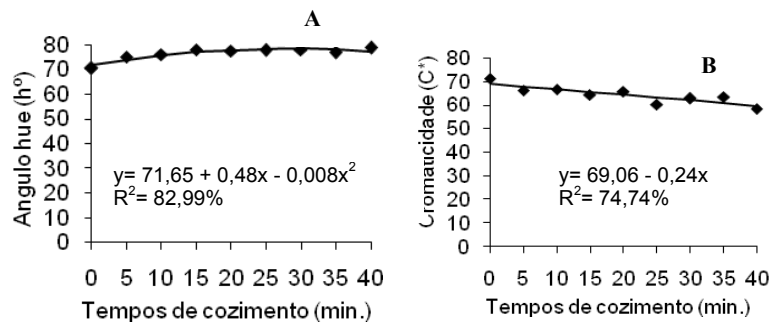


FIGURA 2 - Valores médios ajustados e equações de regressão dos valores **(A)** de h° e **(B)** C* do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento.

A redução linear da coordenada L* indica tendência ao escurecimento do produto ao longo do cozimento, enquanto a redução dos valores de a* e b* sugere perda da intensidade da cor amarelo-avermelhado do produto, uma vez que essas coordenadas representam a coloração vermelha e amarela, respectivamente.

O h° caracteriza a qualidade da cor (amarelo, vermelho, etc.) permitindo diferenciá-la. O valor de h° encontrado para o pequi cru foi de 71,65, correspondendo à cor amarelo-avermelhado. O pequeno aumento desta variável observado na Figura 2A mostra redução da cor avermelhada e tendência ao amarelo. A cromaticidade descreve a intensidade de uma tonalidade de cor. Quanto mais alto o valor de C* mais intensa a cor. A redução linear da cromaticidade do pequi ao longo do cozimento sugere diminuição da intensidade da cor do fruto, provavelmente provocada pela degradação dos pigmentos carotenóides característicos do fruto.

Resultados semelhantes foram encontrados por Dubois et al. (2007) que detectaram diminuição na intensidade do brilho e da cor na polpa do tubérculo

oca (*Oxalis tuberosa* Mol.) submetido ao cozimento. Segundo Rodriguez-Amaya (1997), os carotenóides, pigmentos de coloração amarela presentes no pequi, são suscetíveis à isomerização e à oxidação durante processamento e armazenamento, tendo como conseqüências práticas a perda da cor e da atividade biológica.

3.2 Carotenóides totais e β -caroteno

O mesocarpo interno do pequi cru apresentou teor de carotenóides totais de $13,06 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, semelhante ao encontrado por Oliveira (2007), que foi de $14,5 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$. O teor de β -caroteno foi de $3,08 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$.

O tempo de cozimento determinou redução linear de carotenóides totais e β -caroteno, tanto maior quanto mais longo o tempo de cozimento (Figura 3A e B). Aos vinte minutos, houve redução de 17,38% de carotenóides totais e 19,48% de β -caroteno. Estes resultados se correlacionam com a diminuição dos valores das coordenadas a^* , b^* e h° (Figuras 1B e C e 2A).

A vitamina A, calculada com base nos teores de β -caroteno e expressa em equivalente retinol, foi de 512,45 ER. 100g^{-1} no fruto cru e 314,83 após 40 minutos de cozimento.

Ao se analisar a água de cozimento foram detectados valores de carotenóides inferiores a $0,1 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, equivalente a, aproximadamente, 1% do valor encontrado no pequi cru. Não foi detectada presença de β -caroteno na água de cozimento, o que pode ser justificado pelo fato de esse componente ser insolúvel em água.

Ramos et al. (2001) também observaram perda de carotenóides após 30 minutos de cozimento de pequi. As perdas foram, em média, de 30,25% de carotenóides totais; 2,81% de β -caroteno e 12,11% de vitamina A. As diferenças detectadas nas perdas, provavelmente, foram devido a diferentes procedimentos

durante o cozimento (método de cocção, quantidade de água, tempo), técnicas de extração e determinação.

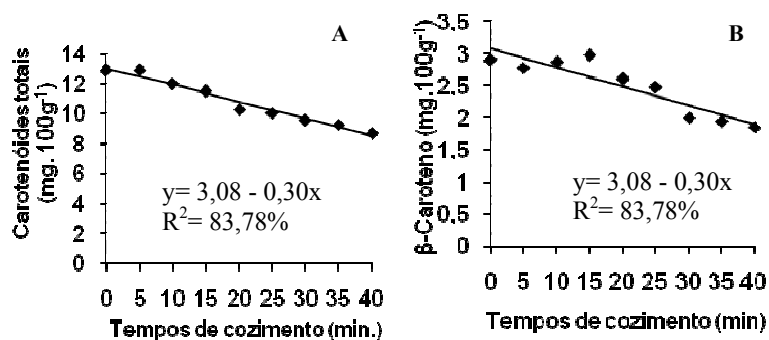


FIGURA 3 Valores médios ajustados e equações de regressão das varáveis: (A) teor de carotenóides totais e (B) β-caroteno do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento.

Pesquisas com outros alimentos também têm apontado perdas de carotenóides provocadas pelo cozimento. Pinheiro-Santana et al. (1998) relataram perdas de 39,87% nos carotenóides totais e 22% no β-caroteno de cenouras cozidas por fervura. Enquanto Bianchini & Penteadó (1998) observaram perdas de 33,23% no β-caroteno de pimentões amarelos (*Capsicum annuum*, L.), após 10 minutos a 100°C.

Durante o cozimento dos alimentos, os carotenóides podem sofrer modificações, devido ao alto grau de insaturação desses pigmentos, o que os torna susceptíveis às reações de degradação. Como são destruídos por ácidos, luz e calor, após o cozimento, é de se esperar que ocorram perdas (Bianchini & Penteadó, 1998).

O β -caroteno é sujeito a mudanças degradativas durante o processamento e o cozimento de alimentos (Gregory, 1985). No geral, a oxidação é causa da destruição do β -caroteno e o processamento térmico dos alimentos conduz à sua isomerização (Simpson, 1985).

3.3 Vitamina C

O teor de Vitamina C presente no pequi cru foi de $91,89 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, semelhante ao detectado por Rodrigues (2005) ($98,4 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) e por Vilas Boas (2004) ($105 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$).

A vitamina C foi influenciada ($p < 0,05$), tendo seus valores diminuídos com o aumento do tempo de cozimento, conforme se observa no gráfico da Figura 4A. Na água de cozimento foi detectada vitamina C apenas a partir dos 15 minutos de cozimento ($2,95 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$), a qual aumentou linearmente com o aumento do tempo, chegando a $22,06 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, após 40 minutos (Figura 4B).

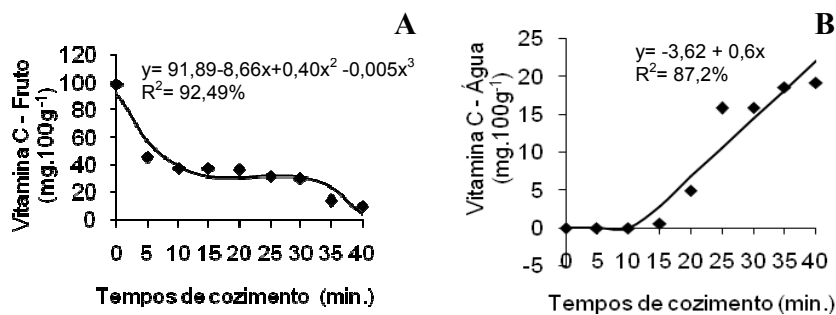


FIGURA 4 - Valores médios ajustados e equações de regressão da vitamina C: (A) do fruto e (B) da água de cozimento do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento.

A grande perda de vitamina C durante os 40 minutos de cozimento do pequi reforça a grande sensibilidade desse nutriente ao processamento. Observa-se que, com o avanço do tempo de cozimento (Figura 4B), parte do ácido ascórbico foi degradada e parte foi retida na água de cozimento, o que pode não representar perdas no caso do pequi, pois este é geralmente cozido com arroz, frango ou outro alimento, permitindo o aproveitamento da vitamina C lixiviada.

Devido à alta solubilidade do ácido ascórbico na água, pode-se supor que a perda por lixiviação seja, em parte, responsável pela perda dessa vitamina (Kumar & Albersberg, 2006), o que foi comprovado no presente trabalho. Segundo Priestley (1979), a fervura de vegetais pode levar a perdas de 60% do ácido ascórbico por meio da extração na água de cozimento. O mesmo autor relatou perda de 15%-25% do ácido ascórbico por meio da fervura de vegetais. Diferentes estudos têm apontado diminuição do ácido ascórbico pela fervura de até 75% (Gould & Golledge, 1989; Petersen, 1993; Schnepf & Driskell, 1994).

A vitamina C é um nutriente particularmente sensível às condições de processamento. A temperatura, assim como o pH, o teor de água (Saguy et al., 1978 e Mishkin et al., 1984), a presença de substâncias de oxidação (Grison et al., 1983), o oxigênio (Jonsson et al., 1981), a presença de metais (Lee et al., 1975) e os catalisadores biológicos (Erdman & Klein, 1982 e Kincal & Giray, 1987) influenciam na sua taxa da destruição.

3.4 Firmeza

A firmeza do pequi foi afetada pelo tempo de cozimento. Observou-se redução linear na firmeza dos pirênios, tanto maior a redução quanto mais longo o tempo de cozimento, decrescendo de 5,44N no fruto cru para 3,06N, ao final dos 40 minutos (Figura 5).

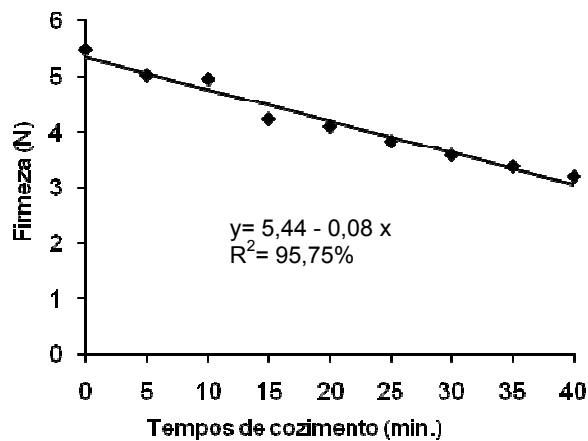


FIGURA 5 - Valores médios ajustados e equações de regressão correspondentes à firmeza do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento.

A diminuição da firmeza observada após o cozimento pode ser atribuída às modificações nos polissacarídeos da parede celular que são solubilizados (Van Buren, 1979), provocando a degradação da mesma e a perda de adesão das células descrita para outros frutos e vegetais durante os processamentos térmicos (Ferreira et al., 2001; Stolle-Smits et al., 1997).

3.5 Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis no mesocarpo interno do pequi mostrou-se afetado pelo cozimento dos pirênios ($p < 0,05$). O valor de sólidos solúveis reduziu linearmente, de 12,84% no pequi cru, para 7,11%, após 40 minutos de cozimento (Figura 6). Essa queda pode ser explicada pela difusão simples destes, após terem sido solubilizados na água de cozimento (Jood et al., 1988).

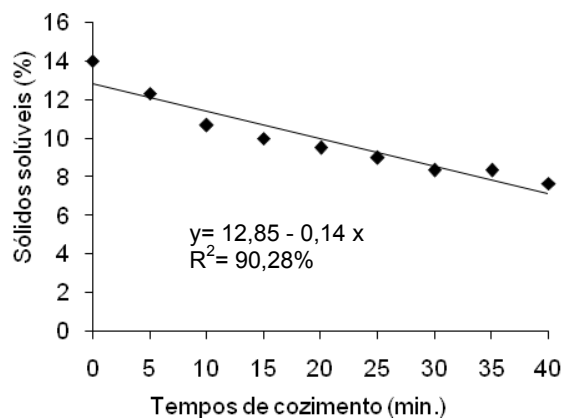


FIGURA 6 - Valores médios ajustados e equações de regressão do teor de sólidos solúveis do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento.

Redução nos teores de sólidos solúveis com o cozimento também foi observada por Lima et al. (2003), em ervilhas (*Pisum sativum* L.) (6,58% a 36,59%) e por Godoy & Rodriguez-Amaya (1987), em fatias de manga (*Mangifera indica* cv. Tommy Atkins) branqueadas por 2 minutos (14,7%).

3.6 pH e acidez titulável

O pH e a acidez titulável (mL NaOH) do pequi submetido a 40 minutos de cozimento não foram influenciados, apresentando valores médios de 7,06 e 0,84, respectivamente.

Assim como nesse estudo, Dubois (2007) observou que o cozimento por fervura não provocou efeito significativo sobre o pH e a acidez titulável do tubérculo oca (*Oxalis tuberosa* Mol.).

3.7 Composição centesimal

A composição centesimal e o valor calórico do mesocarpo interno do pequi não foram influenciados ($p>0,05$) pelo tempo de cozimento (Tabela 1), à exceção do teor de cinzas que diminuiu com o aumento do tempo de cozimento.

TABELA 1 - Teores médios de compostos químicos e calorias do pequi, durante 40 minutos de cozimento ($\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ matéria seca).

Umidade	Lípídeo	Proteína	Fibra	Glicídio	Calorias
55,63	63,36	4,35	6,66	24,87	685,12

Valores semelhantes foram encontrados por Rodrigues (2005): 59,1% de umidade, 25,1% de extrato etéreo, 2,2% de proteínas, 4,9% de fibras; 8,2% de fração glicídica e 267,5% de calorias na matéria integral.

A composição centesimal é influenciada diferentemente pelo cozimento de diferentes vegetais conforme estudos de Kumar & Albersberg (2006), em mandioca (*Manihot esculenta*) e inhame (*Colocasia esculenta*); Ferreira et al. (2006) e Astiasaran et al. (1997) em grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) e de Lima et al. (2003) em feijão caupi verde (*Vigna sinensis*).

O teor de cinzas no pequi cru foi $0,96 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ na matéria seca, semelhante ao valor encontrado por Rodrigues (2005), de 0,5% de cinzas na matéria integral. O valor inicial diminuiu linearmente na medida em que se aumentou o tempo de cozimento (Figura 7) e, após 40 minutos, foi detectado $0,49 \text{ g}\cdot 100\text{g}^{-1}$, representando uma perda total de 51,04% em relação ao fruto cru. A redução no teor de cinzas após o cozimento também foi detectada em grão de bico (*Cicer arietinum* L.), por Ferreira et al. (2006) (12,30%) e por Attia et al. (1994) (34%-40%).

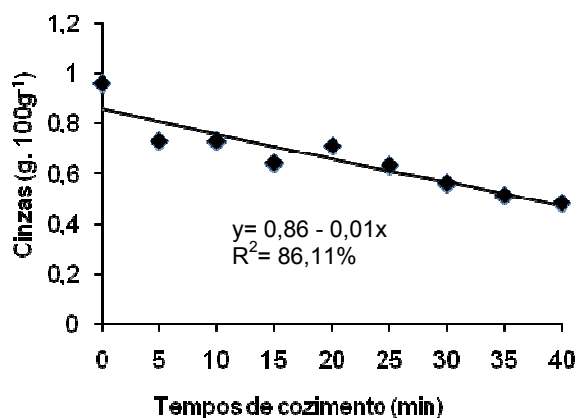


FIGURA 7 - Valores médios ajustados e equações de regressão dos teores de cinzas do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento.

Kumar & Albersberg (2006) atribuem as diferenças de perdas encontradas à diferença nas amostras, no tempo de cozimento e na quantidade de água usada na fervura. A diminuição nos valores da cinza em alimentos fervidos parece ser devido à lixiviação de compostos inorgânicos na água de cocção.

3.8 Minerais

Os teores médios de fósforo, cálcio, magnésio, enxofre e manganês não foram significativamente influenciados pelo cozimento (Tabela 2). Não foi detectada a presença desses minerais na água de cozimento, ao longo dos 40 minutos de tratamento.

TABELA 2 - Teores médios de minerais do pequi durante 40 minutos de cozimento ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ matéria integral).

Fósforo	Cálcio	Magnésio	Enxofre	Manganês
30	90	40	60	0,40

Pequena ou nenhuma perda desses minerais pelo cozimento também foram observadas por outros autores, como Ferreira et al. (2006) e Chavan et al. (1988) em grão de bico (*Cicer arietinum* L.) e por Santos et al. (2003) em folhas de brócolis, couve-flor e couve (*Brassica oleracea* L.). A não dissolução de minerais na água de cozimento pode ser devido à presença de compostos ligantes dos minerais a constituintes do alimento, que impedem sua perda para a água de cocção (Pedrosa & Cozzolino, 2001).

Já os minerais potássio, sódio, ferro, zinco e cobre foram influenciados pelo tempo de cozimento. Observou-se redução linear dos primeiros e elevação linear do último, tanto maior quanto mais longo o tempo de cozimento (Figura 8 A e C e 9A, C e E).

Resultados coerentes foram observados na água de cozimento que apresentou aumento linear dos minerais potássio, sódio e zinco, proporcional ao aumento do tempo de cozimento. O ferro apresentou comportamento quadrático, tendendo a elevação. O teor de cobre na água de cozimento foi linearmente reduzido ao longo do tempo de exposição (Figuras 8B, D e 9B, D e F).

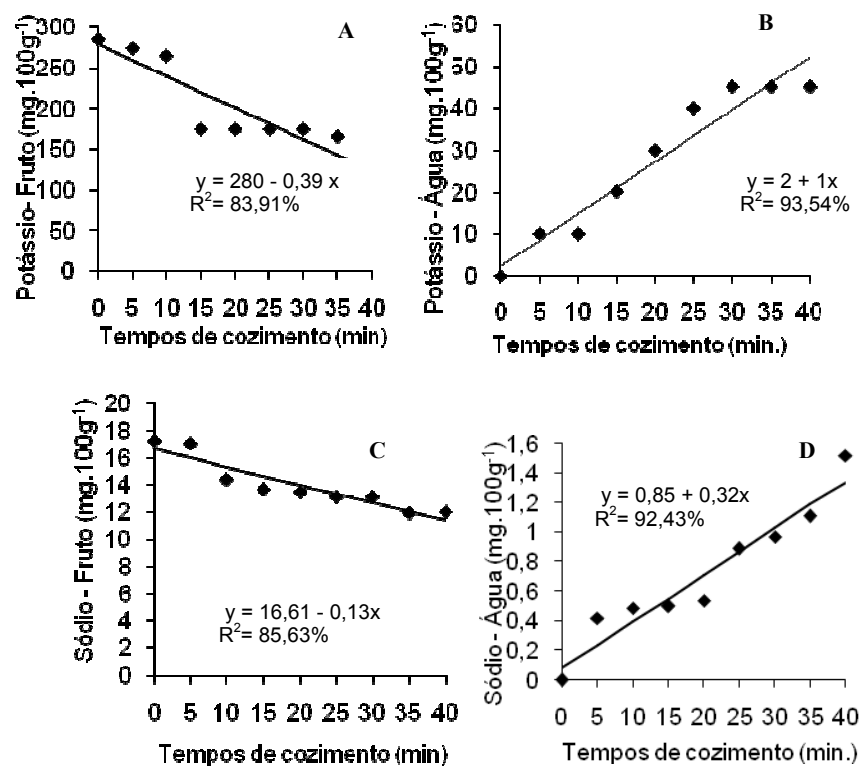


FIGURA 8 - Valores médios ajustados e equações de regressão dos teores de: (A e B) potássio e sódio (C e D) do fruto e da água de cozimento do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento.

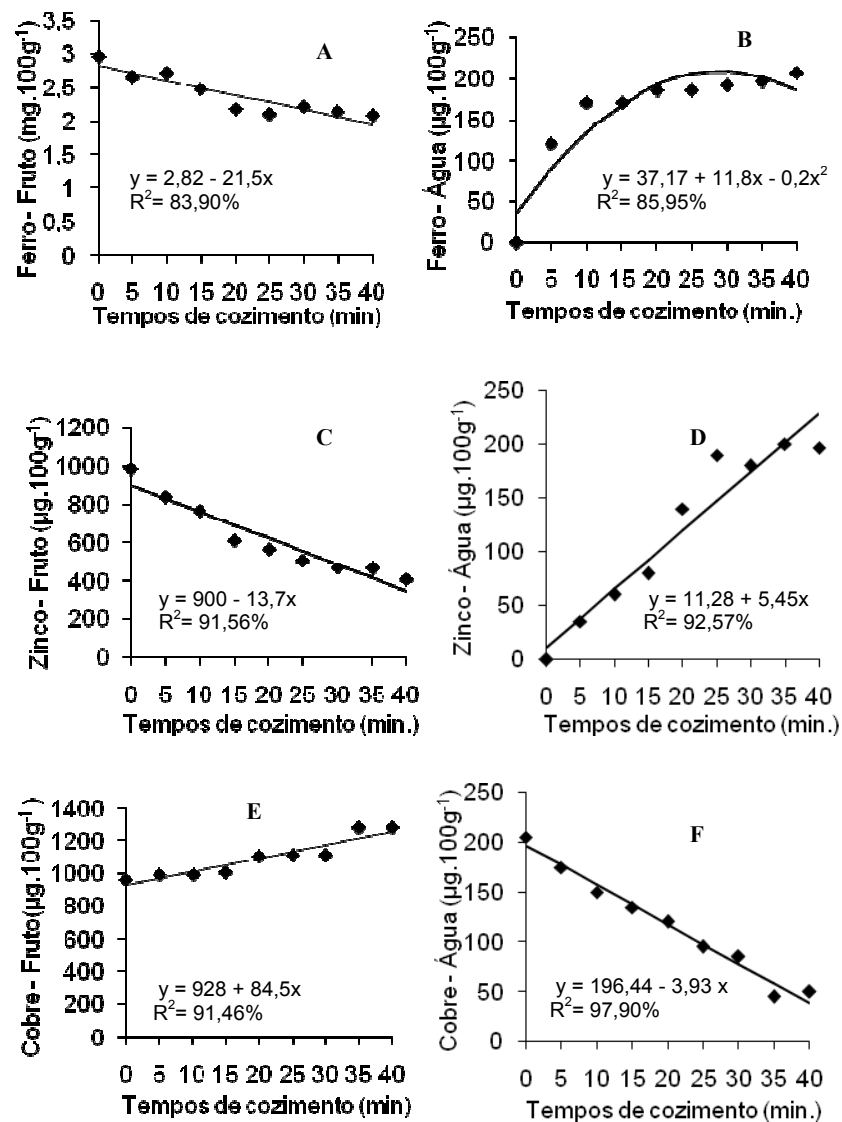


FIGURA 9 - Valores médios ajustados e equações de regressão dos teores de: (A e B) ferro, (C e D) zinco e (E e F) cobre do fruto e da água de cozimento do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento.

Expressivas reduções nos minerais, provocadas pelo cozimento de diferentes alimentos, também têm sido reportadas: Kawashima & Soares (2005), em espinafre (*Tetragonia expansa*) (53% de potássio, 57% de sódio, 35% de zinco e 5% de ferro); Ferreira et al. (2006), em grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) (29,44% de potássio e 8% de ferro); Santos et al. (2003), em couve e em brócolis (56,5% e 27,13% de potássio, respectivamente) e Sebastião et al. (2001), em lentilhas (*Lens esculenta* Moench.) (28,9% e 40,7% de ferro para cozimento doméstico e processamento industrial, respectivamente).

Segundo Tannembaum et al. (1993), a principal operação que origina perdas de substâncias minerais é a lixiviação, que arrasta parte dos minerais solúveis. No caso do pequi, os minerais lixiviados podem ser aproveitados, pois o mesmo é tradicionalmente consumido cozido com arroz, frango e outros alimentos.

O teor de cobre do pequi cru aumentou linearmente ao longo do cozimento (Figura 9E) e reduziu na água ao longo dos 40 minutos de exposição (Figura 9F). Isso, provavelmente, explica o aumento desse mineral no fruto ao longo do cozimento.

6 CONCLUSÕES

O tempo de 40 minutos utilizado neste experimento provocou expressiva redução de compostos termolábeis, como vitamina C, carotenóides totais e β -caroteno e lixiviação parcial dos minerais (potássio, sódio, ferro e zinco) e vitamina C para a água de cozimento. O mesmo tempo não provocou alteração significativa nos compostos centesimais, à exceção do teor de cinzas que reduz proporcionalmente ao tempo e dos minerais (cálcio, fósforo, magnésio, manganês e enxofre).

O pequi submetido a 40 minutos de cozimento continua sendo importante fonte de nutrientes e a modificação da firmeza é desejável, por torná-lo apto para consumo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.
- ANG, C.Y.; CHANG, C. M. FRAZY, A.Z.; LIVINGSTON, C.E., Effects of heating methods on vitamin retention in six fresh or frozen prepared food products, **Journal of Food Science**, n. 40,n.1, p. 997–1003, 1975.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 15thed. Washington, 1990. 2 v.
- ASTIASARAN, I.; CANDELA, M.; BELLO, J. Cooking and warm-holding: effect on genetal composition and amino acids of kidney beans (*Phaseolus vulgaris*), chickpeas (*Cicer arietinum*), and lentils (*Lens culinaris*). **Journal Food Chemisty**, Washington, v. 45, n. 12, p. 4.763-4.767, 1997.
- ATTIA, R. S.; EL-TABEY SHEHATA, A. M.; AMAN, M. E; HEMZA, M. A. Effect of cooking and decortication on the physical properties, the chemical composition and the nutritive value of chickpea (*Cicer arietinum* L). **Food Chemistry**, v. 50, p. 125–131, 1998.
- BARRADAS, M. M. Informações sobre floração, frutificação e dispersão do piqui *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae). **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 24, n. 11 p. 1063- 1072, nov. 1973.
- BERNHARDT, S.; SCHLICH, E. Impact of different cooking methods on food quality: Retention of lipophilic vitamins in fresh and frozen vegetables. **Journal of Food Engineering**, v. 77, n. 2 , p. 327-333, nov. 2006.
- BIANCHINI, R.; PENTEADO, M. V. C. Carotenóides de pimentões amarelos (*Capsicum annuum* L.). Caracterização e verificação de mudanças com o cozimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 3, p. 283-288, 1998.
- CHAVAN, J. K.; KADAN, S. S.; SALUNKHE, D. K. Biochemistry and technology chickpea (*Cicer arietinum*) seeds. **Food Sciencies and Nutrition**, v. 25, p. 107-58, 1988.

DUBOIS, M.; SAVAGE, G. P.; MARTIN, R. J. The effect of cooking on the composition and colour of New Zealand grown oca. **Food Chemistry**, v. 104, p. 768-773, 2007.

ERDMAN, J. W.; KLEIN, B. P. Harvesting, processing and cooking influences on vitamin C in foods. **Advances in Chemistry Series**, v. 200, p. 499-532, 1982.

FERREIRA, A. C. P.; BRAZACA, S. G. C.; ARTHUR, A. Alterações químicas e nutricionais do grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) cru irradiado e submetido à cocção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n.1, p. 80-88, 2006.

FERREIRA, D.; BARROS, A.; COIMBRA, M.A.; DELGADILLO, I. Use of FT-IR spectroscopy to follow the effect of processing in cell wall polysaccharide extracts of a sun-dried pear. **Carbohydrate Polymers**, v. 45, p.175-182, 2001.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 235.

GODOY, H. T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Changes in individual carotenoids on processing and storage of mango (*Mangifera indica*) slices and purée. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 22, p. 451-460, 1987.

GOULD, M. F.; GOLLEDGE, D. Ascorbic acid levels in conventionally cooked versus microwave oven cooked frozen. **Food Sciences and Nutrition**, v. 42, p. 145-152, 1989.

GREGORY, J. F. Chemical changes of vitamins during food processing. In: RICHARDSON, T.; FINLEY, J. W. (Ed). **Chemical changes in food during processing**. Westport, CT: AVI, 1985. p. 393.

GRISON, C. **La pomme de terre: caractéristiques et qualités alimentaires**. Paris: APRIA, 1983.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3.ed. São Paulo, 1985. v. 1, n. 1, p.125 e 181.

JONSSON, L. Studies on vitamin retention in steamed potato during warm-holding in air and in a nitrogen atmosphere. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v. 14, p. 43-46, 1981.

JOOD, S.; CHAUHAN, B. M.; KAPOOR, A. C. Contents and digestibility of carbohydrates in chickpea and blackgram as affected by domestic processing and cooking. **Food Chemistry**, v. 30, p. 113–127, 1988.

KAWASHIMA, L. M.; VALENTE SOARES, L. M. Effect of blanching time on selective mineral elements extraction from the spinach substitute (*Tetragonia expansa*) commonly used in Brazil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 419-424, Sept. 2005.

KINCAL, N. S.; GIRAY, C. Kinetics of ascorbic acid degradation in potato blanching. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 22, n. 4, p. 249–254, 1987.

KUMAR, S.; ALBERSBERG, B. Nutrient retention in foods after earth-oven cooking compared to other forms of domestic cooking (Vitamins). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, n. 3, p. 311-320, 2006.

LACHANCE, P.A.; ERDMAN, J.W. Effects of home food preparation practices on nutrients content of foods. In **Nutritional evaluation of food processing**, Harris R.S. and Karmas E. (eds). 2. ed, AVI, Westpor., p.529-567, 1975.

LEE, S. H. Destruction of ascorbic acid as a function of water activity. **Journal of Food Science**, v. 40, n. 7, p. 370–373, 1975.

LIMA, E. D. P. A.; JERÔNIMO, E. S.; LIMA, C. A. A.; GONDIM, P. J. S.; ALDIGRE, M. L.; CAVALGANTE, L. F. Physical and chemical characteristics of green grains of cowpea cultivars and lines for processing and preservation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p.445-450 2003.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 2000. v.1.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação de estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Potafos, 1989. 201 p.

MINOLTA. **Precise color communication**: color control from perception to instrumentation. Sakai, 1998. (Encarte).

MISHKIN, M.; SAGUY, I.; KAREL, M. A dynamic test for kinetic models of chemical changes during processing : ascorbic acid degradation in dehydration of potatoes. **Journal of Food Science**, v. 49, p. 1267–1274, 1984.

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi**, Tokyo, v. 39, n. 10, p. 925-928, Oct. 1992.

OLIVEIRA, M. N. S.; GUSMÃO, E.; LOPES, P. S. N.; SIMÕES, M. O. N.; RIBEIRO, L. M.; DIAS, B. A. S. Estádio de maturação dos frutos e fatores relacionados aos aspectos nutritivos e de textura da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 271-275, 2006.

OLIVEIRA, P. M. C. **Vida de prateleira da conserva de pequi**. 2007. 116 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PEDROSA, L. F. C.; COZZOLINO, S. M. F. Composição centesimal e de minerais de mariscos crus e cozidos da cidade de Natal/RN. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.2, p.154-157, 2001.

PETERSEN, M. A. Influence of sous vide processing, steaming and boiling on vitamin retention and sensory quality in broccoli flowerets. **Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung**, v. 197, p. 375–380, 1993.

PINHEIRO-SANTANA, H. M.; STRINGHETA, P. C.; BRANDÃO, S. C. C.; PÁEZ, H. H.; QUEIRÓZ, V. M. V. Evaluation of total carotenoids, α - and β -carotene in carrots (*daucus carota* l.) during home processing. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 1, 1998.

PRIESTLEY, R. J. Vitamins. In: PRIESTLEY, R. J. (Ed.). Effects of heating on foodstuffs. London, UK: Applied Science, 1979. p. 121–156.

RAMOS, M. I.; UMAKI, M. C. S.; HIANE, P. A.; FILHO, R. M. M. Efeito do cozimento convencional sobre os carotenóides próvitamínicos A da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb). **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 1, p. 23-32, 2001.

RODRIGUES, L. J. **O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.): ciclo vital e agregação de valor pelo processamento mínimo**. 2005. 152 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Carotenoids and food preparation: the retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed, and stored food.** USAID. OMNI Project, 1997.

SANTOS, M. A. T.; ABREU, C. M. P.; CARVALHO, V. D. Efeito de diferentes tempos de cozimento nos teores de minerais em folhas de brócolis, couve-flor e couve (*brassica oleracea* l.) **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 3, p. 597-604, maio/jun. 2003.

SEBASTIÁ, V.; BARBERÁ, R.; FARRÉ, R.; LAGARDA, M. Effects of legume processing on calcium, iron and zinc contents and dialysabilities. **Journal of Science Food Agricultural**, v. 81, n. 5, p. 1180–1185, 2001.

SAGUY, I.; KOPELMAN, I. J.; MIZRAHI, S. Simulation of ascorbic acid stability during heat processing and concentration of grapefruit juice. **Journal of Food Process Engineering**, v. 2, p. 213–225, 1978.

SCHNEPF, M.; DRISKELL, J. Sensory attributes and nutrient retention in selected vegetables prepared by conventional and microwave methods. **Journal of Food Quality**, v. 17, p. 87–99, 1994.

SIMPSON, K. L. Chemical changes in natural food pigments. In: RICHARDSON, T.; FINLEY, J. W. (Ed.). **Chemical changes in food during processing.** AVI Westport, CT, p. 411, 1985.

STOLLE-SMITS, T.; BEEKHUIZEN, J. G.; RE COURT, K.; VORAGEN, A. G.; VAN DIJK, C. Changes in pectic and hemicellulosic polymers of green beans (*Phaseolus Vulgaris* L.) during industrial processing. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, v. 45, n. 4, p. 4790-4799, 1997.

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

TANNENBAUM, S. R.; YOUNG, V. R.; ARCHER, M. C. Vitaminas y minerales. In: FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos.** 2.ed. Zaragoza: Acribia, 1993. p. 537-613.

VAN BUREN, J. P. The chemistry of texture in fruits. **Journal of Texture Studies**, v. 10, n. 1, p. 1-23, 1979.

VAN DE KAMER, S. B.; VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v.19, n. 4, p. 239-251, 1952.

VERA, R.; SOUZA, E. R. B.; FERNANDES, E. P.; NAVES, R. V.; JÚNIOR, M. S. S.; CALIARI, M.; XIMENES, P. A. Caracterização física e química de frutos do pequiheiro (*caryocar brasiliense* camb.) oriundos de duas regiões no estado de Goiás, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 2, p. 93-99, 2007.

VILAS BOAS, E. V. B. Frutas minimamente processadas: Pequi. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2004, Viçosa. **Resumos...** Viçosa: UFV, 2004. p. 122-125.

WILSON, E. D.; SANTOS, A. C.; VIEIRA, E. C. Energia. In: DUTRA-DE-OLIVEIRA, J. E.; SANTOS, A. C.; WILSON, E. D. **Nutrição básica**. São Paulo: Sarvier, 1982. p. 80.

CAPÍTULO 3
QUALIDADE DOS FRUTOS DO PEQUIZEIRO (*Caryocar brasiliense*
Camb.) SUMETIDOS A DIFERENTES MÉTODOS DE
CONGELAMENTO E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO

1 RESUMO

GONÇALVES, Gilma Auxiliadora Santos. Qualidade dos frutos do pequi (*Caryocar brasiliense* camb.) submetidos a diferentes métodos de congelamento e tempos de armazenamento. In: _____. **Qualidade dos frutos do pequi (*Caryocar brasiliense* camb.) submetidos aos processos de congelamento. e cozimento.** 2007. p.63-97. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil.*

Dentre as frutíferas nativas do Cerrado destaca-se o pequi, cujos frutos possuem alto valor econômico e nutricional. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade do pequi submetido a diferentes métodos de congelamento e tempos de armazenamento. Os frutos, provenientes do Norte de Minas Gerais, foram selecionados, lavados, sanificados e descascados. Os pirênios foram, então, branqueados, resfriados, embalados em sacos de polietileno, selados à vácuo em parcelas de 300g e submetidos ao congelamento com ar estático e ar forçado e, finalmente, foram armazenados em congelador (-18°C±2°C), por 6 meses. As seguintes análises (mesocarpo interno) foram realizadas a cada dois meses (0, 2, 4 e 6 meses): perda de líquido, firmeza, pH, sólidos solúveis, acidez titulável, cor (CIE L* a* b*), índice de peróxidos, composição centesimal, vitamina C, carotenóides totais, β-caroteno e microscopia eletrônica de varredura. Observou-se que, para valor L*, perda de líquido, microestrutura, teor de vitamina C, carotenóides totais e β-caroteno, o método de congelamento por ar forçado é mais eficiente. As demais variáveis sofreram influência apenas do fator tempo de armazenamento. Conclui-se que a preservação das características do pequi congelado é influenciada mais pelo tempo de armazenamento do que pelo método de congelamento. Quanto maior o tempo de armazenamento, maiores são as perdas.

* Comitê Orientador: Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas - UFPA, Prof. Dr. Jaime Vilela de Resende - UFPA.

2 ABSTRACT

GONÇALVES, Gilma Auxiliadora Santos. Quality of the fruit of peki tree (*Caryocar brasiliense* Camb.) submitted to different freezing methods and times of storage. In. _____ **Quality of the fruit of peki tree (*Caryocar brasiliense* Camb.) submitted to the freezing and cooking process.** 2007. p.63-97. Dissertation (Master in Food Science) - Federal University of Lavras, Lavras, MG, Brazil.*

Out of the fruit-bearing trees native of the Cerrado (Brazilian savana) the peki tree stands out, whose fruits have a high economic and nutritional value. The purpose of this work was to evaluate the quality of peki submitted to the different methods of freezing and storage times. The fruits, coming from the North of Minas Gerais (Brazil), were selected, washed, sanitized, peeled, the pyrenes were then blanched, cooled, packed in polyethylene bags, sealed in vacuum in 300 g-packages and submitted to the freezing with static air and air blast and they were finally stored in freezer ($- 18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) for 6 months. The following analyses (internal mesocarp) were carried out every two months (0, 2, 4 and 6 months): loss of liquid, firmness, pH, soluble solids, titrable acidity, color (CIE $L^* a^* b^*$), peroxide index, proximate composition, vitamin C, total carotenoids, beta-carotene and scanning electron microscopy. It was observed that for value L^* , loss of liquid, microstructure, content of vitamin C, total carotenoids and beta-carotene the air blast freezing method is more efficient. The other variables underwent influence from only the factor storage time. It follows that the preservation of frozen peki fruit is influenced by storage time rather than by freezing method. The longer storage time, the greater the losses.

* Guidance Committee: Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFLA (adviser), Prof. Dr. Jaime Vilela de Resende (co-adviser) – UFLA.

3 INTRODUÇÃO

O Cerrado, um dos mais importantes biomas brasileiros, detém grande diversidade de fauna e flora. Esta formação é a mais rica em espécies nativas frutíferas com interesse para aproveitamento alimentar (Aguiar & Camargo, 2004). O fruto do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) é um dos frutos de ampla utilização pela população local, sendo considerado por muitos como o rei do Cerrado, devido ao seu valor alimentício, medicinal, melífero, ornamental, oleaginoso e tanífero.

O pequi tem alto valor nutricional, é muito calórico, devido à grande concentração de lipídeos, proteínas e glicídios; é rico em fibras, cinzas e possui teores expressivos de carotenóides, vitaminas A (beta-caroteno) e vitamina C (Oliveira et al., 2007; Rodrigues, 2005; Vilas Boas, 2004; Rodrigues et al., 2004; Ramos, 2001).

Segundo Moura & Rolim (2003), a forma de obtenção desses frutos é o extrativismo, que envolve catadores de baixa renda e moradores de regiões carentes. Os valores pagos são muito baixos, pouco auxiliando para a melhoria de vida daquela população, uma vez que a produção é sazonal e, na entressafra, essas pessoas têm que buscar outras atividades para garantir a sobrevivência. A comercialização do fruto *in natura* é destinada, principalmente, ao consumo na culinária típica.

Além dessa forma de consumo, o fruto serve de matéria-prima para agroindústrias regionais de conservas, temperos, licores e congelados. Tais iniciativas, embora representem perspectivas de agregação de valor ao produto e contribuição para a melhoria de renda das comunidades do cerrado, demandam o domínio de tecnologias de conservação apropriadas ao pequi.

Ainda assim, grande parte dos frutos do pequizeiro é perdida na época da safra, em virtude da alta produção de frutos por árvore, por ser um fruto sazonal e de grande perecibilidade, exigindo a aplicação rápida de tecnologia adequada para sua conservação. Entretanto, a falta de conhecimentos tecnológicos tem inviabilizado seu aproveitamento.

O congelamento é uma alternativa viável para a conservação do pequi a longo prazo. Esse processo, em condições adequadas, garante ao produto características nutricionais e sensoriais que mais se aproximam do produto fresco, quando comparado com o produto processado, o qual, na maioria das vezes, é exposto a tratamentos químicos (Alves, 1999 e Delgado & Sun, 2001).

Alguns fatores, contudo, podem afetar a qualidade final de vegetais congelados, tais como a composição química do produto, o processamento, incluindo o tratamento e o método de branqueamento, de congelamento, a distribuição, o armazenamento e a estocagem pós-processamento (Labuza, 1982). Dentre esses fatores, o método de congelamento (lento ou rápido) e o tempo de estocagem são cruciais na manutenção da qualidade inicial do produto.

Considerando a escassez de informações científicas sobre o efeito do processamento na qualidade do pequi e com a finalidade de contribuir para o desenvolvimento de tecnologias de conservação deste fruto do Cerrado, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a qualidade do pequi submetido a diferentes métodos de congelamento e tempos de armazenamento.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Obtenção dos frutos e preparo das amostras

O experimento foi montado e conduzido durante os meses de janeiro a julho 2007. Os frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) foram adquiridos, no ápice da safra, na região Norte de Minas Gerais, município de Bocaiúva e transportados para o Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças, no Departamento de Ciência dos Alimentos, da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Os frutos foram lavados em água corrente, escovados com detergente neutro e enxaguados para a eliminação de sujidades superficiais provenientes do campo, selecionados quanto à ausência de defeitos, pragas e podridões. Em seguida, foram sanificados (hipoclorito de sódio 200 mg.L⁻¹ por 20 minutos) e descascados manualmente com facas para a obtenção dos pirênios, os quais foram selecionados visualmente por ausência de defeitos, tamanho de aproximadamente 2,5 cm de diâmetro e cor amarelo intenso. Esta seleção permitiu a padronização das amostras para congelamento.

Os pirênios foram branqueados em água fervente por 3 minutos, resfriados com água à temperatura ambiente (aproximadamente 22°C), separados em parcelas de 300g, embalados em sacos de polietileno de baixa densidade e selados a vácuo.

Foram separadas três parcelas de 300g de pequis branqueados que representaram o controle (tempo zero)

As amostras remanescentes foram separadas em dois lotes e congeladas por dois métodos: congelador modelo doméstico (ar estático) e em túnel de congelamento com ar forçado por 6 horas (-18°C). Após o congelamento, as

amostras foram estocadas em congelador doméstico, à temperatura de -18°C ($\pm 2^{\circ}\text{C}$), por 6 meses.

Aos tempos dois, quatro e seis meses, as amostras, oriundas do congelamento com ar estático e ar forçado, foram descongeladas na própria embalagem, em banho de imersão a 30°C , por 6 minutos e submetidas às análises pertinentes.

4.2 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em fatorial 2×4 , sendo dois métodos de congelamento (ar estático e ar forçado) e quatro períodos de armazenamento (0, 2, 4, 6 meses) com três repetições.

4.3 Análises

4.3.1 Perda de fluido celular por exsudação

Determinou-se a perda de fluido celular por exsudação pesando-se os produtos em balança semi-analítica da marca Mettler modelo PC2000. Os resultados foram expressos em porcentagem, considerando-se a diferença entre o peso inicial dos pirênios e aquele obtido após quinze minutos dos mesmos sobre papel de filtro.

4.3.3 Firmeza

A firmeza foi determinada com um texturômetro Stable Micro System modelo TAXT2i, utilizando a sonda tipo agulha P/2N (2mm de diâmetro), que mediu a força de penetração nos frutos, numa velocidade de $5\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$ e distância de penetração de 3mm, valores estes previamente fixados. Foi usada uma plataforma HDP/90 como base. A firmeza foi expressa em Newton (N).

4.3.4 Microscopia eletrônica

Análises realizadas no Laboratório de Microscopia Eletrônica e Análise Ultraestrutural (LME), no Departamento de Fitopatologia da UFPA. Imediatamente após o descongelamento, parcelas das amostras foram imersas em fixador primário Karnovsky modificado (glutaraldeído 2,5%, paraformaldeído 2,5% em tampão cacodilato de sódio 0,05M, pH 7,2) e armazenadas sob refrigeração até o momento de preparo; quando foram cortadas após congelamento em nitrogênio líquido, imersas em tetróxido de ósmio, desidratadas em série de acetona (concentrações de 25%, 50%, 75%, 90% e 100%), secas ao ponto crítico no secador CPD 030, posterior banho de ouro no evaporador SCD 050 e visualizadas em um microscópio eletrônico de varredura (Leo-Evo 40XVP).

4.3.5 Sólidos solúveis (SS)

Os sólidos solúveis foram determinados por refratometria, utilizando-se o refratômetro digital ATAGO PR-100 com compensação automática de temperatura e os resultados expressos em °Brix, conforme a Association of Official Agricultural Chemists, AOAC (1990).

4.3.6 Acidez titulável (AT)

Por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, usando como indicador a fenolftaleína, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em mL de NaOH.

4.3.7 pH

Para a determinação do pH, utilizou-se um pHmetro Schott Handylab, segundo técnica da AOAC (1990).

4.3.8 Coloração

Determinada em lados opostos dos pirênios, utilizando-se o colorímetro Minolta CR-400, com a determinação no modo CIE L*a*b*. A coordenada L* representa quão clara ou escura é a amostra, com valores variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente branca); a coordenada a* pode assumir valores negativos que correspondem ao verde e a valores positivos ao vermelho; a coordenada b* assume valores negativos que correspondem ao azul ou positivos, correspondentes ao amarelo. As coordenadas a* e b* foram usadas para calcular o h° (ângulo da tonalidade) e o C* (cromaticidade), a partir das seguintes fórmulas: $h^{\circ} = \tan^{-1} (b^*/a^*)$ e $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$, respectivamente (Minolta, 1998).

4.3.9 Carotenóides totais

Extraídos com hexano, sendo a cor lida em espectrofotômetro a 450nm, segundo o Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em miligramas de carotenóides totais por 100g.

4.3.10 β -caroteno

O teor de β -caroteno foi extraído com acetona:hexano (4:6) e determinado segundo Nagata & Yamashita (1992). O teor de β -caroteno foi expresso em miligramas por 100g, após o seu equacionamento:

$$\beta\text{-caroteno} = 0,216A_{663} - 1,22A_{645} - 0,304A_{505} + 0,452A_{453}$$

sendo: A_{663} , A_{645} , A_{505} e A_{453} , leituras de absorvância nos respectivos comprimentos de onda.

4.3.11 Vitamina C

O teor de ácido ascórbico (após a oxidação a ácido dehidroascórbico) foi determinado pelo método colorimétrico, utilizando-se 2,4 dinitrofenilhidrazina,

segundo Strohecker & Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100g de polpa.

4.3.12 Umidade

Determinou-se a umidade segundo a técnica gravimétrica, com o emprego do calor em estufa ventilada à temperatura de 105°C, até a obtenção de peso constante, segundo a AOAC (1990).

4.3.13 Extrato etéreo

O extrato etéreo foi determinado por extração com solvente orgânico (éter etílico) em aparelho extrator do tipo Soxhlet, segundo método da AOAC (1990).

4.3.14 Proteína bruta

Determinou-se a proteína bruta por meio do teor de nitrogênio por destilação em aparelho de Kjeldahl, usando o fator 6,25. Procedeu-se ao cálculo do teor de proteína bruta, conforme procedimento da AOAC (1990).

4.3.15 Fibra bruta

A fibra bruta foi determinada por hidrólise ácida, pelo método gravimétrico, segundo o método descrito por Van de Kamer & Van Ginkel (1952).

4.3.16 Fração cinzas (resíduo mineral fixo)

Determinou-se a fração cinzas pelo método gravimétrico, avaliando a perda de peso do material submetido ao aquecimento em mufla, a 550°C (AOAC, 1990).

4.3.17 Fração glicídica (extrato não nitrogenado)

Calculou-se a fração lipídica por diferença segundo a equação: %F.G. = 100 - (%umidade + %extrato etéreo + %proteína bruta + %fibra bruta + %fração cinzas), considerando a matéria integral.

4.3.16 Cálculo do valor calórico

Foram utilizados, para cálculo do valor calórico, os fatores de conversão de Atwater: 4 kcal/g para proteínas, 4 kcal/g para carboidratos e 9 kcal/g para lipídios, conforme Wilson et al. (1982).

4.3.17 Índice de peróxidos

A extração dos peróxidos foi realizada utilizando-se solução de ácido acético com clorofórmio (3:2) e titulada com solução de tiosulfato de sódio 0,1N, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (1977).

4.3.18 Análise estatística

As análises estatísticas das variáveis físicas, químicas e fisico-químicas foram realizadas com o auxílio do programa Sisvar (Ferreira, 2000). Após a análise de variância dos resultados obtidos, observou-se o nível de significância do teste F.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Branqueamento

Pelos dados da Tabela 1 se podem observar as modificações provocadas pelo branqueamento do pequi a ser submetido ao congelamento.

TABELA 1 - Composição do pequi fresco (cru) e branqueado por 3 minutos.

ANALISE	Fresco	DP	Branqueado	DP
Cor - valor L*	73,52	0,53	70,67	4,55
a*	17,95	1,67	12,22	1,67
b*	66,25	4,38	63,30	2,80
Ângulo Hue (h*)	79,08	2,52	74,72	1,28
Cromaticidade (C*)	68,68	5,27	65,72	1,18
Firmeza (N)	4,81	0,36	4,31	0,60
pH	6,78	0,07	6,70	0,19
Acidez titulável (mL. NaOH 0,1N)	1,3	0,12	1,43	0,06
Sólidos solúveis (%)	13,5	1,71	11,7	0,61
Umidade (g.100g ⁻¹)	45,15	1,64	52,43	1,34
Extrato etéreo - MS (g.100g ⁻¹)	63,31	0,46	62,54	0,67
Proteína - MS (g.100g ⁻¹)	4,47	0,21	4,37	0,16
Fibra - MS (g.100g ⁻¹)	7,09	0,14	7,29	0,35
Cinza - MS (g.100g ⁻¹)	0,99	0,02	0,96	0,01
Fração glicídica - MS (g.100g ⁻¹)	24,16	0,30	24,54	0,35
Calorias - MS (cal)	683,83	2,33	680,00	5,43
Vitamina C (mg.100g ⁻¹)	103,02	2,25	99,66	2,12
β-caroteno (mg.100g ⁻¹)	2,39	0,15	2,26	0,03
Carotenóides totais (mg.100g ⁻¹)	12,34	0,21	11,98	0,51

Resultados representam médias de 3 repetições, com respectivos desvios padrões (DP)

Hoje em dia, o branqueamento constitui uma operação inquestionável nas indústrias de vegetais congelados, pois ela promove a inativação de enzimas responsáveis pela degradação de características nutritivas e sensoriais do alimento (Arroqui et al., 2003). Porém, ela induz as mudanças deletérias no produto pela perda de nutrientes com a degradação, a difusão e a lixiviação causada pelo processamento térmico (Negi & Roy, 2000). Conseqüentemente, esta operação deve ser planejada para atingir seus objetivos com o mínimo de efeitos adversos.

5.1 Perda de fluido celular por exsudação

Houve interação significativa entre os fatores método de congelamento e tempo de armazenamento para a variável perda de líquido por exsudação. Houve diferença significativa entre os dois métodos de congelamento.

O congelamento do pequi por ar forçado mostrou-se mais eficiente contra a perda de líquido por exsudação, pois não determinou perda significativa ao longo do armazenamento, embora o congelamento por ar estático tenha determinado perda pouco expressiva com comportamento quadrático tendendo à redução, do quarto para o sexto mês de armazenamento (Figura 1).

A perda de fluido celular está relacionada à extensão das perfurações na parede celular, causadas pelo crescimento de cristais de gelo durante o processo de congelamento, o que se torna evidente após descongelamento (Blanshard & Franks, 1987; Resende & Cal-Vidal, 2002). Tal fato não foi observado para o pequi, que mostrou certa resistência aos danos físicos provocados pelo crescimento dos cristais de gelo que, geralmente, induzem à perda de qualidade de vegetais congelados.

Expressiva perda de fluido celular por exsudação provocada pelo congelamento tem sido reportada, como no estudo de O'Leary et al. (2000), os

quais encontraram expressiva perda de líquido em brócolis, após descongelamento.

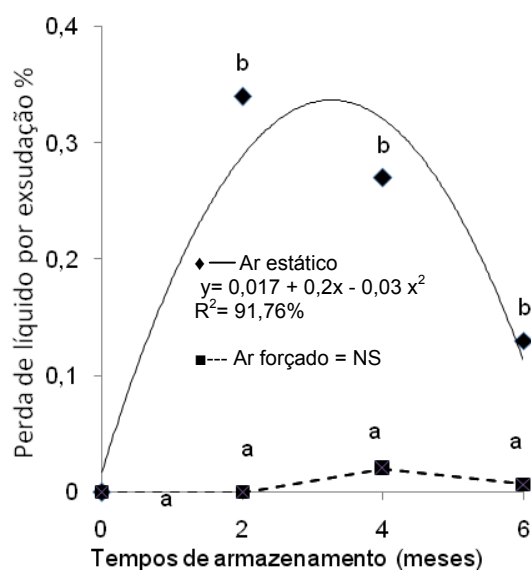


FIGURA 1 - Valores médios ajustados e equação de regressão da porcentagem de perda de líquido por exsudação do pequi submetido a dois métodos de congelamento: ar estático e ar forçado, ao longo de 6 meses de armazenamento ($-18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).

Marti & Aguilera (1991) também observaram efeito do método de congelamento (ar estático, contato em placas e imersão em nitrogênio líquido) sobre as características mecânicas e microestruturais de arandanos e amoras silvestres e detectaram maior perda de líquido dos frutos submetidos ao congelamento por ar estático quando comparado com os outros métodos.

5.3 Firmeza

A firmeza do pequi não foi interativamente influenciada pelos fatores método de congelamento e tempo de armazenamento. Apenas houve efeito isolado do fator tempo. A firmeza inicial de 4,29N apresentou comportamento quadrático, tendendo à estabilidade ao longo do armazenamento (Figura 2).

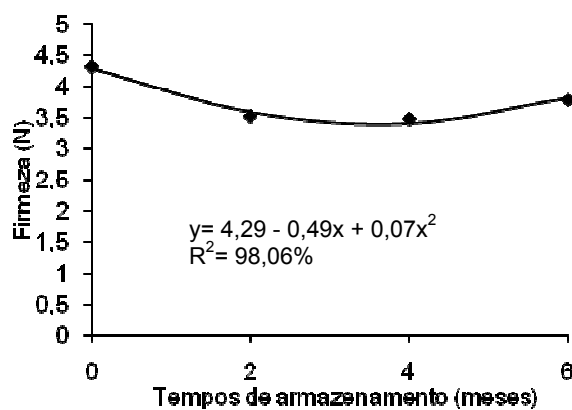


FIGURA 2 - Valores médios ajustados e equação de regressão da firmeza do pequi, ao longo de 6 meses de armazenamento ($-18^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$).

Redução expressiva da firmeza de vegetais pelo congelamento tem sido reportada, como por Oxley (2003), em cenouras e por Redmond et al. (2003), em batatas.

Dois mecanismos podem promover o dano à estrutura celular e conduzir diretamente à diminuição da firmeza do tecido vegetal: a possibilidade de perfuração da membrana celular pelo cristal de gelo intracelular e a quebra da estrutura da parede celular pelo cristal formado no meio extracelular, abrindo

caminho para o colapso celular (Martí & Aguilera, 1991; Resende, 1995; Resende & Cal-Vidal, 1997; Carneiro & Cal-Vidal, 1998).

5.4 Microscopia eletrônica

As eletromicrografias apresentadas na Figura 3 foram obtidas por microscopia eletrônica de varredura do pequi (mesocarpo interno), a partir do fruto fresco, branqueado, submetido ao congelamento por ar estático e ar forçado e estocado por 6 meses.

Observa-se que o congelamento provocou alteração da organização celular ao longo do tempo, pois, no fruto *in natura* e branqueado (Figura 3A e B), a estrutura celular mostrou-se mais íntegra e bem definida.

O método de congelamento por ar forçado promoveu menos dano à microestrutura, preservando a integridade das células, com a preservação das estruturas esféricas (possivelmente vesículas de gordura) até o quarto mês de armazenamento. Já o congelamento por ar estático apresentou maiores desprendimentos e separação celular, observando-se pequena presença das estruturas esféricas desde o segundo mês de armazenamento e diminuição da espessura da parede celular desde o quarto mês (Figura 4B e D). A maior eficiência do congelamento por ar forçado é justificada pela maior velocidade de congelamento, o que leva à formação de menores cristais de gelo, os quais favorecem a manutenção das características microestruturais do material congelado (3A e C e 4A e C).

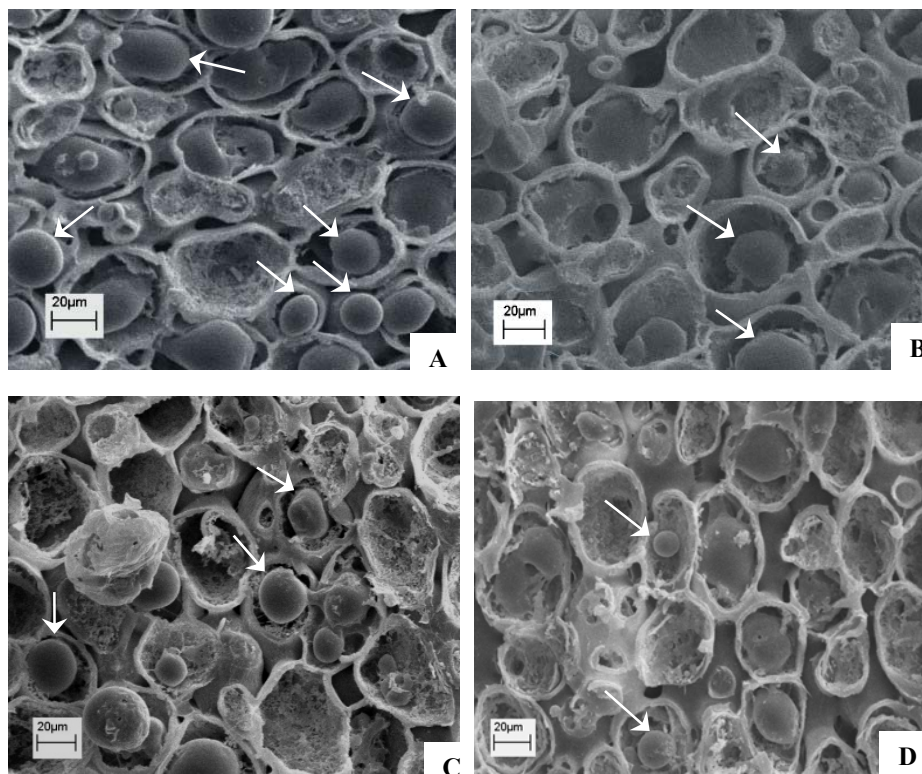


FIGURA 3 - Eletromicrografias de varredura do pequi: (A) fresco, (B) branqueado, (C) congelado por ar forçado e armazenado ($-18^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$) por 2 meses, (D) Congelado por ar estático e armazenado ($-18^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$) por 2 meses. Setas indicam estruturas esféricas (possíveis vesículas de gordura). Setas indicam estruturas esféricas (possivelmente vesículas de gordura).

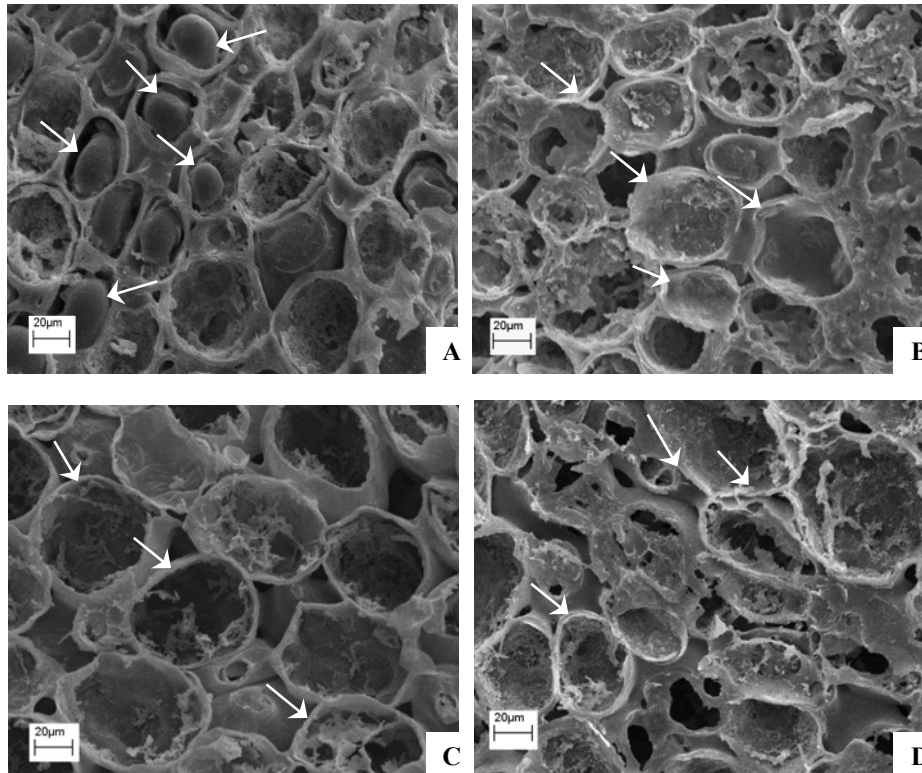


FIGURA 4 - Eletromicrografias de varredura do pequi: (A) congelado por ar forçado e armazenado ($-18^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$) por 4 meses (setas indicam estruturas esféricas, possíveis vesículas de gordura) e (C) 6 meses. (B) Congelado por ar estático e armazenado ($-18^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$) 4 meses (D) e por 6 meses. Setas nas figuras B, C e D indicam parede celular.

Entretanto, nos dois métodos de congelamento, observa-se que, no sexto mês, houve modificação mais acentuada da organização celular, ausência de vesículas de gordura e estreitamento da parede celular, provavelmente devido à perda de umidade dos frutos, bem como à perda de fluido celular por exsudação. Esses dados levam à conclusão de que o fator tempo foi mais determinante nas

alterações que o método de congelamento, indicando que os danos provocados são proporcionais ao aumento do tempo de armazenamento.

Entretanto, mesmo com alterações provocadas pelo congelamento, pode-se observar que, após 6 meses de armazenamento, as células permaneceram íntegras e definidas, o que está correlacionado com a retenção da firmeza e a reduzida perda de líquido celular.

Segundo Reeve & Brown (1966), frutos com paredes celulares mais espessas, como parece ser o caso do pequi, separam-se freqüentemente, porém, estão menos sujeitos à ruptura. Assim, as diferenças na maturidade e na estrutura entre tecidos dos vegetais são altamente significativas à sensibilidade ao congelamento. Adicionalmente, os efeitos do congelamento são maiores nos vegetais de umidade elevada e parede celular fina (Fuchigami et al., 1995).

5.5 Sólidos solúveis, acidez titulável e pH

As variáveis sólidos solúveis, acidez titulável e pH sofreram efeito isolado apenas do fator tempo de armazenamento.

O teor inicial de sólidos solúveis foi de 11,7% e manteve-se estável até o segundo mês, apresentando ligeira queda do segundo para o quarto mês e queda mais significativa até o sexto mês de armazenamento (Figura 5).

Redução de sólidos solúveis durante armazenamento congelado também foi observada em outros estudos, como por Melo et al. (2000), em pitangas; Lopes et al. (2005), em polpa de pitanga; por Araújo (2000), em polpa de acerola e por Brunini et al. (2003), em goiaba 'Paluma'.

A diminuição dos sólidos solúveis ao longo do armazenamento pode estar relacionada com a perda de fluido celular observada neste estudo.

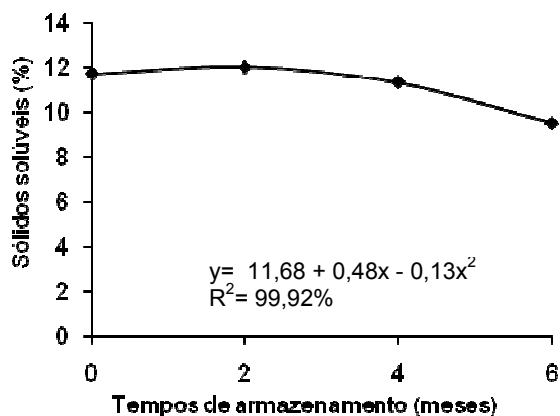


FIGURA 5 - Valores médios ajustados e equação de regressão do teor de sólidos solúveis do pequi, ao longo de 6 meses de armazenamento ($-18^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$).

A acidez titulável inicial do pequi foi de 1,41 (mL NaOH) e apresentou comportamento quadrático ao longo do armazenamento (Figura 6A). Esta redução mostrou-se coerente com o aumento do pH (Figura 6B).

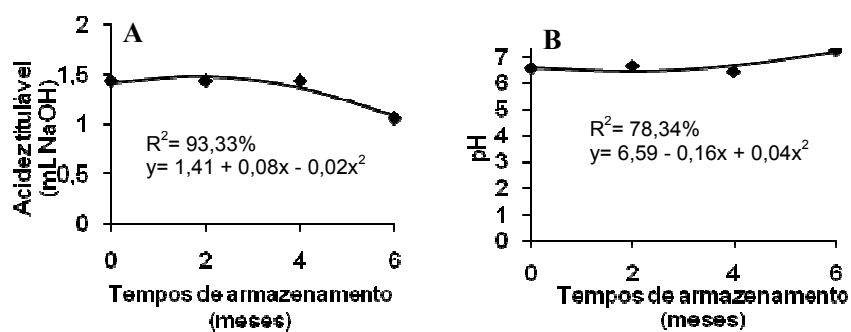


FIGURA 6 - Valores médios ajustados e equações de regressão das variáveis (A) acidez titulável e (B) pH do pequi, ao longo de 6 meses de armazenamento ($-18^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$).

Resultados semelhantes foram encontrados por Melo et al. (2000), em pitangas congeladas (método lento) ao longo de três meses, que observaram redução do pH (14,28%) e aumento da AT (4,17%) e por Araújo (2000), em polpa de acerola congelada (freezer convencional, -100°C e a -196°C) por seis meses, quando detectou redução do pH.

5.6 Coloração

O valor L^* foi influenciado, isoladamente, pelos fatores método de congelamento e tempo de armazenamento, enquanto os valores a^* , b^* , h° e C^* sofreram influência apenas do fator tempo de armazenamento e apresentaram comportamento quadrático com tendência de queda ao longo do armazenamento (Figura 7 A, B, C, D, E).

O valor L^* das amostras congeladas por ar forçado foi maior (67,32) quando comparado com as amostras congeladas por ar estático (65,26), mostrando maior eficiência do ar forçado na prevenção do escurecimento.

A redução dos valores L^* , a^* , b^* , h° e C^* , ao longo do tempo de armazenamento, indica diminuição da coloração amarelo-avermelhado do pequi. A diminuição linear do valor L^* mostra tendência de escurecimento dos frutos ao longo do armazenamento, independentemente do método de congelamento; já a diminuição dos valores de a^* e b^* indicam alteração da cor amarelo-avermelhado do produto, pois estas coordenadas representam a cor vermelha e amarela, respectivamente.

O h° caracteriza uma cor (amarelo, vermelho, etc.) permitindo diferenciá-la. O ângulo 0° é fixado no eixo horizontal com +a (vermelho), girando no sentido anti-horário, $h=90^\circ$ (amarelo), $h= 180^\circ$ (verde) e $h= 270^\circ$ (azul). O valor de h° encontrado para o pequi no tempo zero foi de 74,46, correspondendo à cor amarelo-avermelhado, a qual foi levemente alterada com tendência mais ao amarelo, ao longo do armazenamento.

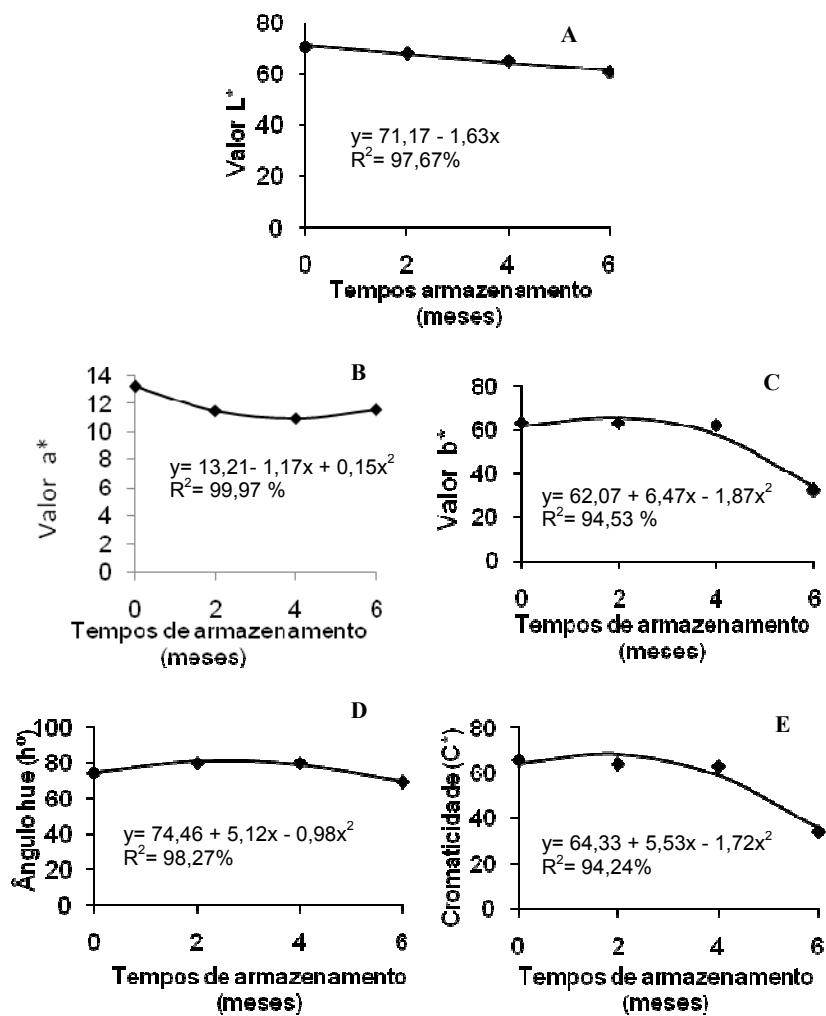


FIGURA 7 - Valores médios ajustados e equação de regressão das coordenadas: (A) L*, (B) a*; (C) b*; (D) h° e (E) C* do pequi, ao longo de 6 meses de armazenamento (-18°C±2°C).

A cromaticidade descreve a intensidade de uma tonalidade de cor. Quanto mais alto o valor de C*, mais intensa a cor. O aumento do tempo de armazenamento provocou diminuição do valor C*, indicando decréscimo na intensidade da cor amarelo-avermelhada do pequi, possivelmente causada pela degradação dos pigmentos carotenóides característicos do fruto.

A diminuição da cor provocada pelo armazenamento congelado também foi observada em outros estudos, como por Melo et al. (2000), em polpa de pitanga e em pitangas inteiras e por Faraoni (2006), em polpa de manga.

O processo envolvido nessa alteração de cor pode ser a degradação de carotenóides, que confere cor amarelo-avermelhada ao fruto. A maior razão da degradação desses pigmentos é a oxidação, que pode ser influenciada por fatores tais como exposição à luz e ao oxigênio, tipo de matriz alimentícia, presença de enzimas, disponibilidade de água e presença de antioxidantes e ou pró-oxidantes (Burton, 1989; Goldman et al., 1983).

Segundo Bartolome et al. (1996), os processos de congelamento e descongelamento levam à desintegração celular e, conseqüentemente, à degradação de pigmentos.

5.7 Carotenóides totais, β -caroteno e vitamina C

As variáveis carotenóides totais, β -caroteno e vitamina C sofreram influência dos fatores método de congelamento e tempo de armazenamento, isoladamente.

O congelamento por ar forçado ditou melhor preservação dos carotenóides ($11,36 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) e β -caroteno ($2,06 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$), quando comparado com os valores do congelamento por ar estático, que foram $10,81$ e $1,92 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, para carotenóides totais e β -caroteno, respectivamente.

Os carotenóides totais e o β -caroteno decresceram linearmente ao longo do período de armazenamento (Figuras 8A e B).

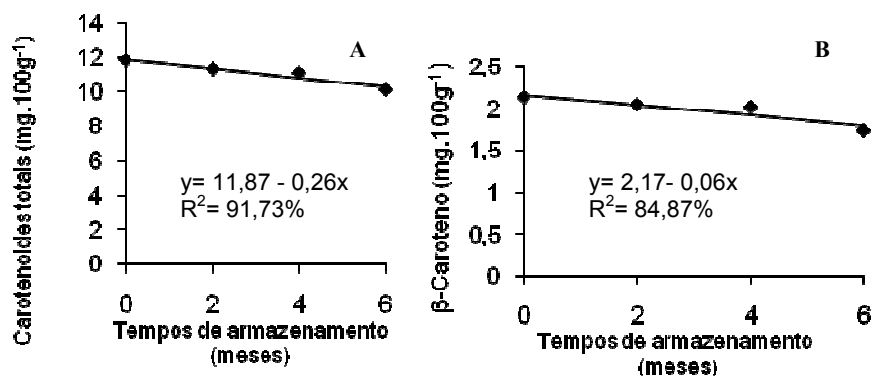


FIGURA 8 - Valores médios ajustados e equações de regressão das variáveis **(A)** carotenóides totais e **(B)** β-caroteno do pequi, ao longo do armazenamento (-18°C ±2°C).

Reduções nos teores de carotenóides totais e β-caroteno, provocadas pelo armazenamento congelado, também foram observadas por: Lopes et al. (2005) (13,76%) nos carotenóides totais de polpa de pitanga congelada, armazenada por 3 meses; por Cavalcante (1991) (63%) de β-caroteno no mesmo produto e condições; por Agostini-Costa et al. (2003) (26%) e por Araújo et al. (2007), (21,45% a 39,54%) no β-caroteno em polpa de acerola armazenada por 11 meses e 12 meses, respectivamente.

A degradação dos pigmentos carotenóides é explicada pelo fato de os mesmos serem suscetíveis à isomerização e à oxidação durante processamento e armazenamento, tendo como conseqüências práticas a perda da cor e da atividade biológica e a formação dos compostos temporários, que dão o sabor desejável ou indesejável a certos alimentos (Rodriguez-Amaya, 1997).

O método de congelamento ar forçado mostrou-se estatisticamente superior na preservação da vitamina C (73,3 mg.100g⁻¹), quando comparado com o congelamento por ar estático (69,74 mg.100g⁻¹).

Um congelamento relativamente mais rápido proporcionado pelo ar forçado pode ter provocado menos dano aos tecidos pela formação de menores cristais de gelo, quando comparado com o congelamento lento (ar estático).

O efeito do método de congelamento sobre a vitamina C também foi observado por Araújo (2000) na polpa de acerola submetida a três métodos de congelamento [congelamento convencional (-22,6°C), circulação de nitrogênio e por imersão em nitrogênio líquido] e armazenada por 6 meses; perdas de 7,03% foram encontradas no congelamento convencional, enquanto os frutos congelados pelos demais métodos apresentaram-se estatisticamente estáveis durante o mesmo período.

Observou-se redução linear da vitamina C do pequi ao longo do armazenamento, variando de 96,61 a 46,42 mg.100g⁻¹ (Figura 9).

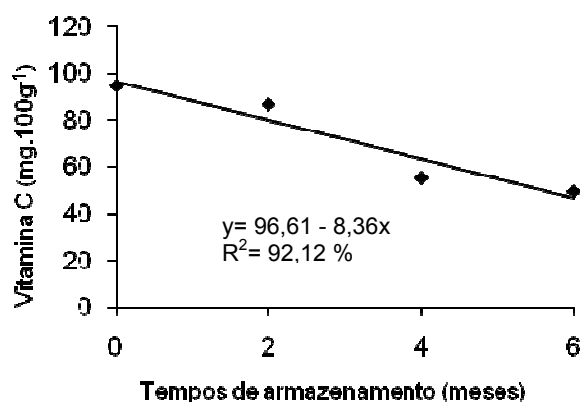


FIGURA 9 - Valores médios ajustados e equações de regressão dos teores de vitamina C do pequi, ao longo de 6 meses de armazenamento (-18°C±2°C).

Outros pesquisadores também encontraram significativas perdas de vitamina C ao longo do tempo de armazenamento sob semelhantes condições: Brunini et al. (2003) (74,3%), em metades de goiaba 'Paluma', após 4 meses; Brunini et al. (2002) (72,86%), em fatias de manga 'Tommy-Atkins', após 4 meses; Silva et al. (2004) (60%), em pseudofruto de caju-do-cerrado inteiro, por 3 meses; Lisiewska & Kmiecik (2000) (38%), em tomates cortados em cubos, por 6 meses e Yamashita (2003) (19%), em acerola inteira, após 4 meses.

As grandes porcentagens de perdas de vitamina C encontradas tanto neste experimento como nos outros estudos deve-se ao fato de o ácido ascórbico ser uma das vitaminas mais sensíveis ao processamento, contribuindo para isso o fato de ser hidrossolúvel e instável à ação do calor, da luz, do oxigênio, de álcalis, do ácido ascórbico oxidase, bem como traços de cobre e ferro. Sua conservação é favorecida em meio ácido e sua degradação aumentada provavelmente pela atividade da ascorbato oxidase, que é fortemente dependente do pH do vegetal (Graner et al., 1977 e Giannakourou & Taoukis, 2003)

5.8 Composição centesimal

A variável umidade foi afetada significativamente pela interação dos fatores método de congelamento e tempo de armazenamento, enquanto as variáveis extrato etéreo, proteína, fibras, cinzas e fração glicídica foram influenciadas isoladamente apenas pelo fator tempo de armazenamento.

A umidade apresentou diferença estatística entre os dois métodos de congelamento apenas no segundo e no quarto mês de armazenagem, igualando-se no sexto mês, permitindo concluir que apenas que o tempo anulou o efeito do método de congelamento (Figura 10A).

Os demais compostos centesimais do pequi apresentaram comportamento diferenciado, com pequenas alterações ao longo do armazenamento (Figura 10B, C, D, E e F).

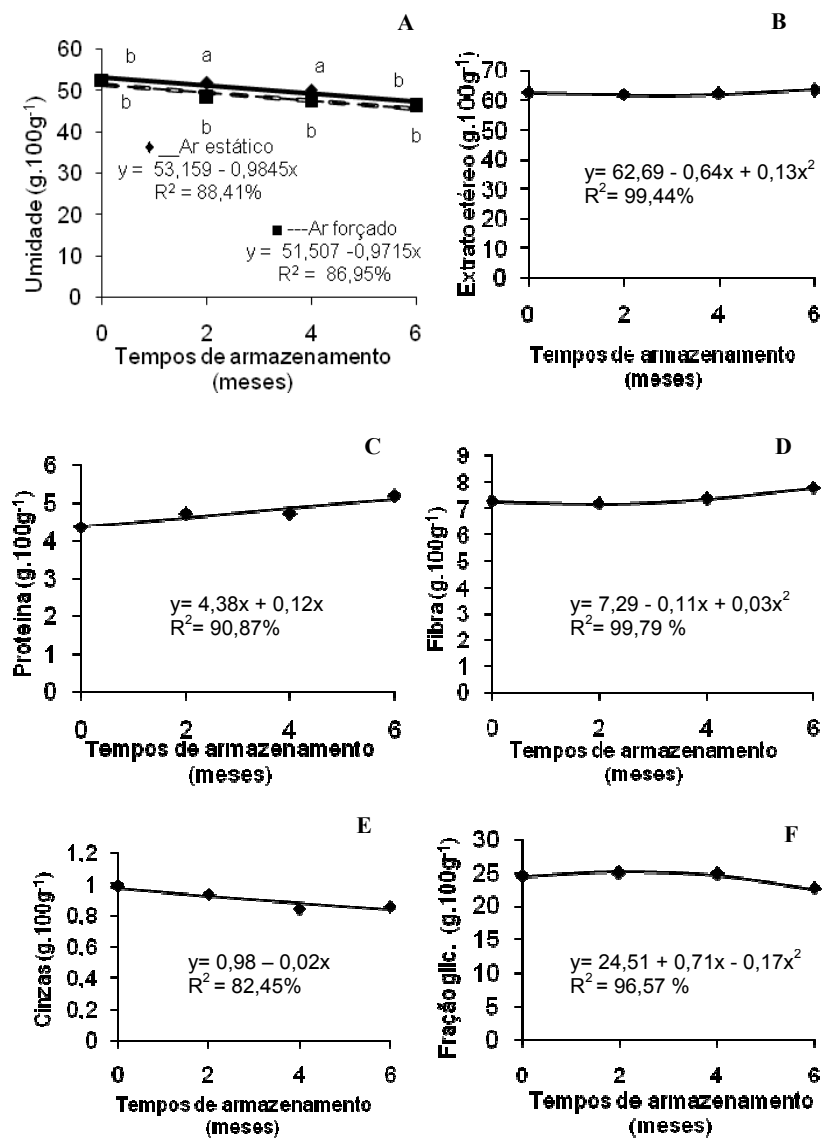


FIGURA 10 - Valores médios ajustados e equações de regressão da (A) umidade do pequi submetido a dois métodos de congelamento: ar forçado e ar estático, (B) extrato etéreo, (C) proteína, (D) fibra, (E) cinzas e (F) fração glicídica do pequi, ao longo de 6 meses de armazenamento (-18°C±2°C).

Em outros estudos também foi observado comportamento diferenciado dos compostos centesimais de diferentes alimentos submetidos ao congelamento: Ciabotti et al. (2000), em polpa de maracujá; Oliveira et al. (2006), em pequi; Pólo et al. (1992), em alcachofras, feijões-verdes e ervilhas, e Oliveira et al. (2007), em couve-de-bruxelas.

O valor calórico do pequi não foi significativamente influenciado por nenhum dos fatores. O teor médio foi de 679,73 cal.100g⁻¹.

5.9 Índice de peróxidos

Não foi identificada peroxidação lipídica no pequi submetido ao congelamento por ar estático e ar forçado ao longo dos seis meses de armazenamento. Embora o pequi seja rico em lipídeos, sua estabilidade ao ranço pode estar associada à temperatura de armazenamento (-18°C), ao vácuo na embalagem e ao elevado teor de carotenóides, os quais são considerados seqüestradores de oxigênio, propriedade que os torna protetores dos lipídeos contra oxidação, embora à custa de sua própria destruição (Rodriguez-Amaya, 1985, citada por Sant'ana, 1995).

6 CONCLUSÕES

O pequi sofre modificações de suas características físico-químicas e de seu valor nutricional quando submetido ao processo de congelamento. Essas modificações são provocadas mais pelo tempo de armazenamento do que pelo método de congelamento aplicado, sendo que quanto maior o tempo de armazenagem, maior a alteração.

O método de congelamento por ar forçado é mais eficiente na preservação do valor L^* , microestrutura celular, dos teores de carotenóides totais, β -caroteno e vitamina C e não provoca perda de líquido após descongelamento.

Conclui-se que, de modo geral, o pequi é um fruto indicado para ser conservado em longo prazo por meio do congelamento, pois preserva boa parte de seu valor nutricional e atributos importantes para o consumidor de alimentos congelados, como cor, firmeza e microestrutura.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINI-COSTA, T. S.; ABREU, L. N.; ROSSETTI, A. G. Effect of freezing and storing time of pulp of acerola on the carotenoid contents. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p.56-58, 2003.

AGUIAR, L. M. S.; CAMARGO, A. J. A. **Cerrado: ecologia e caracterização**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 294 p.

ALVES, R. E. **Qualidade de acerola submetida a diferentes condições de congelamento, armazenamento e aplicação pós-colheita de cálcio**. 1999. 117p. Tese (Doutorado em Fisiologia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ARAÚJO, M. S. O. **Avaliação das características físico-químicas e sensoriais de polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D. C.) submetida a diferentes técnicas de congelamento**. 2000. 185 p. Dissertação (Mestrado em Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB.

ARAÚJO, P.G.L.; FIGUEIREDO, R.W.; ALVES, R. E.; MAIA, G. A.; PAIVA, J. R. Beta-carotene, ascorbic acid and total antocyanins in fruit pulp of the acerola tree conserved by the cold for 12 months. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 1, p.104-107, 2007.

ARROQUI, C.; LÓPEZ, A.; ESNOZ, A.; VIRSEDA, D. P. Mathematical model of heat transfer and enzyme inactivation in an integrated blancher cooler. **Journal of Food Engineering**, v. 58, p. 215–225, 2003.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 15thed. Washington, 1990. 2 v.

BLANSHARD, J. M.; FRANKS, F. Ice crystallization and its control in frozen-food systems. In: BLANSHARD, J. M.; LILFORD, P. (Ed.). **Food structure and behavior**. London: Academic, 1987. Cap. 4, p. 51-65.

- BARTOLOME, A. P.; P. RUPEREZ; C. FUSTER. Freezing rate and frozen storage effects on color and sensory characteristics of pineapple fruit slices. **Journal of Food Science**, v. 61, n.1, p. 154-160, 1996.
- BRUNINI, M. A.; DURIGAN, J. F.; OLIVEIRA, A. Avaliação das alterações em polpa de manga 'Tommy-Atkins' congeladas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p.651-653, 2002.
- BRUNINI, M. A.; OLIVEIRA, A. L.; VARANDA, D. B. Quality evaluation of “Paluma” guava pulp stored at -20°C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p.394-396, 2003.
- BURTON, G. W. Antioxidant action of carotenoids. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v.119, p.109-111, 1989.
- CARNEIRO, C.S.; CAL-VIDAL, J. Ice crystal structuring as affected by amphiphilic substances. **The Journal of Scanning Microscopies**, Mahwah, v. 20, n. 3, p. 244-246, 1998.
- CAVALCANTE, M. L. **Composição de carotenóides e valor de vitamina A em pitanga (*Eugenia uniflora*) e acerola (*Malpighia glabra L.*)**. 1991. 87p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1991.
- CIABOTTI, E. D.; BRAGA, M. E. D.; MATA, M. E. R. M. C. Alterações das características físico-químicas da polpa de maracujá amarelo submetido a diferentes técnicas de congelamento inicial. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 51-60, 2000.
- DELGADO, A. E.; SUN, D. Heat and mass transfer models for predicting freezing process – a review. **Journal of Food Engineering**, v. 47, p. 157-174, 2001.
- FARAONI, A. S. **Efeito do tratamento térmico, do congelamento e da embalagem sobre o armazenamento da polpa de manga (*Mangifera indica L.*) cv. “Ubá”**. 2006. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, , Viçosa, MG.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 235.

FUCHIGAMI, M.; HYAKUMOTO, N.; MIYAZAKI, K. Texture and pectic composition differences in raw, cooked and frozen-thawed Chinese cabbages due to leaf position. **Journal of Food Science**, v. 60, p. 153-156, 1995.

GIANNAKOUROU, M. C.; TAOUKIS, P. S. Kinetic modelling of vitamin C loss in frozen green vegetables under variable storage conditions. **Food Chemistry**, v. 83, n. 1, p. 33- 41, 2003.

GOLDMAN, M.; HOREV, B.; SAGUY, I. Decolorization of β -carotene in model systems simulating dehydrated foods: mechanism and kinetic principles. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 48, p. 751-754, 1983.

GRANER, M.; FONSECA, H.; MONTENEGRO, T. L. N. Retenção de ácido ascórbico na elaboração de geléia de goiaba (*Psidium guajava* L.) a partir de polpa enlatada. **O Solo**, Piracicaba, n. 1, p. 61-63, 1977.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3.ed. São Paulo, 1985. v.1, p.125 e 181.

LABUZA, T. P. Shelf-life of frozen fruits and vegetables. In: LABUZA, T. P. (Ed.). **Shelf-life of foods**. Westport, Connecticut: Food & Nutrition, 1982. p. 289-340.

LISIEWSKA, Z.; KMIĘCIK, W. Effect of storage period and temperature on the chemical composition and organoleptic quality of frozen tomato cubes. **Food Chemistry**, v. 70, n. 2, p. 167-173, 2000.

LOPES, A. S.; MATTIETTO, R. A.; MENEZES, H. C. Stability of frozen pitanga pulp. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p.553-559, 2005.

MARTI, J.; AGUILERA, J. M. Efecto de la velocidad de congelación en las características mecánicas y microestructurales del arándano y de la mora silvestre. **Revista Agroquímica Tecnología Alimentar**, Valencia, v. 31, n. 4, p. 493-504, abr. 1991.

MELO, E. A.; LIMA, V. L. A.; GALVÃO, R.; NASCIMENTO, P. P. Temperature and the storage of surinam cherries. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p.629-634, 2000.

MINOLTA. **Precise color communication**: color control from perception to instrumentation. Sakai, 1998. (Encarte).

MOURA, C. J.; ROLIM, H. M. V. **Utilização industrial de frutas do cerrado**. 2003. Disponível em:
<<http://www.sbpcnet.org.br/eventos/54ra/textos/SBPC/SBPCCelsoMoura.htm>>. Acesso em: 09 out. 2006.

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi**, Tokyo, v. 39, n. 10, p. 925-928, Oct. 1992.

NEGI, P. S.; ROY, S. K. Effect of blanching and drying methods on beta-carotene, ascorbic acid and chlorophyll retention of leafy vegetables, **Lebensmittel Wissenschaft und-Technologie**, v. 33, p. 295–298, 2000.

O'LEARY, E.; GORMLEY, T. R.; BUTLER, F.; SHILTON, N. The effect of freeze-chilling on the quality of ready-meal components. **Lebensmittel-Wissenschaft und –Technologie**, v. 33, p. 217–224, 2000.

OLIVERA, D. F.; VIÑA, S. Z.; MARANI, C. M.; FERREYRA, R. MUGRIDGE, M. A.; CHAVES, A. R.; MASCHERONI, R. H. Effect of blanching on the quality of Brussels sprouts (*Brassica oleracea* L. *gemmifera* DC) after frozen storage. **Journal of Food Engineering** v. 84, n. 1, p. 48-155, 2007.

OLIVEIRA, M. N. S.; GUSMÃO, E.; LOPES, P. S. N.; SIMÕES, M. O. N.; RIBEIRO, L. M.; DIAS, B. A.S. Estádio de maturação dos frutos e fatores relacionados aos aspectos nutritivos e de textura da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 271-275, 2006.

OLIVEIRA, E. **Exploração de espécies nativas como uma estratégia de sustentabilidade socioambiental**: o caso do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) em Goiás. 2006. 294 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília.

OXLEY, E. **The effect of freeze-chilling on the quality and shelf life of selected ready meal components under varying storage temperature conditions**. 2003. M.Sc. Thesis - University College Dublin, Ireland.

POLO, M. V.; LAGARDA, M. J.; FARRÉ, R. The effect of freezing on mineral element content of vegetables. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 5, n. 1, p. 77-83, 1992.

RAMOS, M. I.; UMAKI, M. C. S.; HIANE, P.A.; FILHO, M. M. R. Efeito do cozimento convencional sobre os carotenóides próvitamínicos "A" da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb). **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 1, p. 23-32, 2001.

REEVE, R. M.; BROWN, R.; MILFORD, S. Some structural and histochemical changes related to frozen fruits and vegetables. **Cryobiology**, v. 3, p. 214-223, 1966.

REDMOND, G. A.; GORMLEY, T. R.; BUTLER, F. The effect of short- and long-term freeze-chilling on the quality of mashed potato. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 4, p. 85-97, 2003.

RESENDE, J. V.; CAL-VIDAL, J. Frutos de melão submetidos a pré-tratamentos com hidrocolóides: efeitos do processo de congelamento sobre a microestrutura celular. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 3, p.295-304, 2002.

RESENDE, J.V. **Redução de danos de congelamento em frutos utilizando substâncias crioprotetoras de concentrações e origens diversas**. 1995. 146p. (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

RESENDE, J.V.; CAL-VIDAL, J. Reducing freezing damage in fruits. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON ENGINEERING AND FOOD, 1997, Brighton. **Proceedings...** Brighton, England: Engineering & Food, 1997. p. 1-4.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Carotenoids and food preparation: the retention of provitamin A carotenoids in prepared, processed, and stored foods**. Arlington: OMNI Project, 1997. 88 p.

RODRIGUES, L. J. **O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.): ciclo vital e agregação de valor pelo processamento mínimo**. 2005. 152p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

RODRIGUES, L. J.; VILAS BOAS, E. V. B.; PAULA, N. R. F. ; GOMES, J. V. F.; PINTO, D. M. Caracterização físico-química da amêndoa e polpa do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) produzidos nas regiões Norte e Sul de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis, SC: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004.

SANTA'ANA, H. M. P. **Efeito do metodo de preparo sobre a estabilidade de carotenoides em cenoura (*Daucus carota* L.)**. 1995 115 p. Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SILVA, M. R.; SILVA, M. S.; OLIVEIRA, J. S. Estabilidade de ácido ascórbico em pseudofrutos de caju-do-cerrado refrigerados e congelados. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, n. 1, p. 9-14, 2004.

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

VILAS BOAS, E. V. de B. Frutas minimamente processadas: Pequi. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2004, Viçosa. **Resumos...** Viçosa, MG: UFV, 2004. p.122-125.

VAN DE KAMER, S. B.; VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v.19, n.4, p.239-251, July/Aug. 1952.

WILSON, E. D.; SANTOS, A. C.; VIEIRA, E. C. Energia. In: DUTRA-DE-OLIVEIRA, J.E.; SANTOS, A.C.; WILSON, E.D. **Nutrição básica**. São Paulo: Sarvier, 1982. p. 80.

YAMASHITA, F. et al. West indian cherry products: study of vitamin C stability. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 1, p.92-94, 2003.

CAPÍTULO 4
QUALIDADE DOS FRUTOS DO PEQUIZEIRO (*Caryocar brasiliense*
Camb.) SUMETIDOS AO COZIMENTO APÓS CONGELAMENTO POR
DIFERENTES MÉTODOS

1 RESUMO

GONÇALVES, Gilma Auxiliadora Santos. Qualidade dos frutos do pequizeiro (*caryocar brasiliense* camb.) submetidos ao cozimento após congelamento por diferentes métodos. In: _____. **Qualidade dos frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* camb.) submetidos aos processos de congelamento e cozimento.** 2007. p. 98-128. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil.*

O pequi é um fruto do Cerrado de alto valor nutricional e potencial econômico. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade do pequi cozido, após ser submetido a diferentes métodos congelamento e tempos de armazenamento. Os frutos, oriundos da região Norte de Minas Gerais, foram selecionados, lavados, sanificados, descascados, branqueados, resfriados, embalados em sacos de polietileno, selados a vácuo em parcelas de 300g e submetidos ao congelamento por ar estático e ar forçado e armazenados em congelador (-18°C ±2°C), por 6 meses. A cada dois meses (0, 2, 4 e 6 meses), os frutos foram analisados após cozimento em água, por 20 minutos (300g . L⁻¹), em panelas de aço inox. As seguintes análises foram realizadas: firmeza, pH, sólidos solúveis, acidez titulável, cor (CIE L* a* b*), composição centesimal, vitamina C, carotenóides totais, β-caroteno e microscopia eletrônica de varredura. Houve diferença significativa entre os dois métodos de congelamento apenas para as variáveis vitamina C e β-caroteno. As demais variáveis sofreram influência apenas do fator tempo de armazenamento. Conclui-se que o pequi cozido após congelamento é influenciado mais pelo tempo de armazenamento do que pelo método de congelamento, sendo o congelamento eficiente para preservação desta frutífera.

* Comitê Orientador: Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas - UFLA, Prof. Dr. Jaime Vilela de Resende - UFLA.

2 ABSTRACT

GONÇALVES, Gilma Auxiliadora Santos. Quality of fruit of the peki tree (*caryocar brasiliense* camb.) submitted to the cooking after freezing for different methods. In. _____ **Quality of the fruit of peki tree (*Caryocar brasiliense* Camb.) submitted to the freezing and cooking process.** 2007. p.98-128. Dissertation (Master in Food Science) - Federal University of Lavras, Lavras, MG, Brazil.*

Peki fruit is a fruit of the Cerrado (Brazilian Savana) of high nutritional value and economic potential. The objective of this work was to evaluate the quality of cooked peki fruit after being submitted to different freezing methods and storage times. The fruits, coming from the North of Minas Gerais (Brazil), were selected, washed, sanitized, peeled, blanched, cooled, packed in polyethylene bags, sealed in vacuum in 300 g packages and submitted to static air and air blast freezing and stored in a freezer ($-18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) for 6 months. Every two months (0, 2, 4 and 6 months) the fruits were analyzed after cooking in water for 20 minutes ($300\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$) in stainless steel pans. The following analyses were carried out: firmness, pH, soluble solids, titrable acidity, color (CIE $L^* a^* b^*$), proximate composition, vitamin C, total carotenoids, beta-carotene and scanning electron microscopy. There were significant differences between the two freezing methods only for the variables microstructure, vitamin C and beta carotene. The other variables underwent influences only from the factor storage time. It follows that cooked peki fruit after freezing is influenced more by storage time than by freezing method, freezing being effective for the preservation of this fruit.

*Guidance Committee: Pof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFLA (adviser), Prof. Dr. Jaime Vilela de Resende (co-adviser) - UFLA

3 INTRODUÇÃO

A região dos Cerrados apresenta grande diversificação faunística e florística em suas diferentes fisionomias vegetais, detendo um terço das espécies brasileiras (Ávidos & Ferreira, 2005).

A grande riqueza de recursos biológicos do Cerrado é representada por frutíferas nativas, como o pequi, *Caryocar brasiliense* Camb., que se destaca pelo seu elevado potencial econômico e valor nutricional.

O pequi é um fruto globoso, com cerca de 10 cm de diâmetro e aproximadamente 120 g, com 1 a 4 pirênios (mesocarpo interno, endocarpo espinhoso e semente). É uma estrutura composta pelo mesocarpo externo, que é coriáceo carnoso, mesocarpo interno amarelo-claro, que envolve uma camada de espinhos endocárpios, finos e rígidos e amêndoa branca ou semente (Barradas, 1973).

O mesocarpo interno, parte comestível, é amplamente utilizado pela população, devido aos seus atrativos sensoriais de cor, sabor e aroma peculiares e intensos, ainda pouco explorados comercialmente. Além desses atrativos, diversos estudos têm comprovado o alto valor nutricional do pequi. É altamente calórico, rico em lipídeos, proteínas, fibras, glicídios, além de teores expressivos de carotenóides e vitaminas A (β -caroteno) e C, sendo superior a diversas frutas amplamente difundidas no mercado (Vilas Boas, 2004; Rodrigues, 2005 e Oliveira, 2007).

Vilas Boas (2004) analisou frutos do Sul de Minas Gerais e encontrou 49,2% de umidade, 20,5% de óleo, 4,2% de proteínas, 18,9% de glicídios, 6,8% de fibras, 0,4% de cinzas na matéria integral e $105 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de vitamina C.

Em períodos de safra, o pequi está diariamente presente na culinária das regiões do Cerrado, sendo consumido cozido com arroz, com galinha, na

extração de manteiga e em diversos outros pratos. Além do constante uso do fruto na elaboração de pratos típicos, o mesmo tem sido utilizado como matéria-prima para agroindústrias de frutos regionais. Portanto, existe um amplo leque de agregação de valores ao pequi, fonte de renda e emprego para diversas comunidades; entretanto, o sucesso desse tipo de empreendimento exige domínio de tecnologias apropriadas.

A utilização dessa riqueza abundante do cerrado está restrita aos meses de safra, quando ocorre intensa comercialização dos frutos; mesmo assim, estima-se que 50% da produção sejam perdidos após a colheita, devido a deficiências na classificação, no transporte e no armazenamento.

Dessa forma, o congelamento apresenta-se como a alternativa adequada para ampliar sua disponibilidade, pois, entre os vários métodos de conservação de alimentos em longo prazo, é o que proporciona menores danos aos frutos, tanto do ponto de vista nutricional como sensorial (Neves Filho, 1986). Entretanto, sabe-se que o tipo de processamento, caseiro ou industrial, pode alterar o conteúdo e o valor nutritivo dos alimentos, tornando-se importante o conhecimento dessas alterações (Lajolo & Vanucchi, 1987).

O cozimento, como a última transformação dos gêneros alimentícios antes do consumo, envolve a alteração significativa de nutrientes e características sensoriais dos mesmos. Além disso, a perda depende da natureza dos gêneros alimentícios e das circunstâncias empregadas durante o processo (Burg & Fraile, 1995).

Neste contexto, o pequi, ao ser submetido ao congelamento e à armazenagem, certamente poderá ter suas características alteradas, sobretudo após o cozimento. Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos do cozimento do pequi submetido a diferentes métodos de congelamento e tempos de armazenagem.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Obtenção dos frutos e preparo das amostras

Foram utilizados pequis provenientes do município de Bocaiúva, na região Norte de Minas Gerais, os quais foram adquiridos em janeiro (2007) e transportados para o Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças, no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Após seleção por ausência de defeitos, pragas e podridões, os pequis tiveram as superfícies lavadas com detergente neutro para a remoção de sujidades e enxaguados em água corrente. Na seqüência, foram sanificados (hipoclorito de sódio 200 mg.L⁻¹, por 20 minutos) e descascados manualmente, com facas. Os pirênios foram, então, selecionados visualmente por ausência de defeitos, tamanho (aproximadamente 2,5cm de diâmetro) e cor amarelo intenso.

As amostras foram branqueadas por 3 minutos em água fervente, resfriadas em recipientes com água à temperatura ambiente (aproximadamente 22°C), embaladas (parcelas de 300g) em sacos de polietileno de baixa densidade e selados a vácuo. Posteriormente, foram separadas em dois lotes e congeladas por ar estático (freezer doméstico) e ar forçado por 6 horas (-18°C). Após o congelamento, as amostras foram estocadas em congelador modelo doméstico, à temperatura de -18°C (±2°C), por seis meses.

Três porções do fruto *in natura* foram submetidas a 20 minutos de cozimento em água (300 g.L⁻¹), em panelas de aço inoxidável tampadas e representaram o controle (tempo zero).

Nos tempos dois, quatro e seis meses, as amostras, oriundas do congelamento por ar estático e ar forçado, foram descongeladas em banho de imersão, a 30°C, por 6 minutos e submetidas ao processo de cozimento em água

(300 g.L⁻¹) em panelas de aço inoxidável tampadas, por 20 minutos. Utilizou-se fogão industrial com fogo médio para o cozimento dos pirênios.

O tempo de 20 minutos foi previamente determinado após realização de cozimento de pirênios (*in natura*) por diferentes tempos (condições acima citadas) e verificação de amaciamento do mesocarpo interno por facilidade de corte, o que foi realizado por 5 pessoas acostumadas à manipulação do pequi.

4.2 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em fatorial 2 x 4, dois métodos de congelamento (ar forçado e estático) e quatro tempos de armazenamento (0, 2, 4, 6 meses), com três repetições.

4.3 Análises

4.3.1 Firmeza

A firmeza foi determinada com um texturômetro Stable Micro System modelo TAXT2i, utilizando-se a sonda tipo agulha P/2N (2mm de diâmetro), que mediu a força de penetração desta nos frutos, numa velocidade de 5mm/s e distância de penetração de 3mm, valores estes previamente fixados. Foi usada uma plataforma HDP/90 como base. A firmeza foi expressa em Newton (N).

4.3.2 Microscopia eletrônica

As análises foram realizadas no Laboratório de Microscopia Eletrônica e Análise Ultra-Estrutural (LME), no Departamento de Fitopatologia da UFPA. Imediatamente após o descongelamento, parcelas das amostras foram imersas em fixador primário Karnovsky modificado (glutaraldeído 2,5%, paraformaldeído 2,5 % em tampão cacodilato de sódio 0,05M, pH 7,2) e armazenadas sob refrigeração até o momento de preparo. Foram cortadas após congelamento em nitrogênio líquido, imersas em tetróxido de ósmio,

desidratadas em série de acetona (concentrações de 25%, 50%, 75%, 90% e 100%), secas ao ponto crítico no secador CPD 030, posterior banho de ouro no evaporador SCD 050 e visualizadas em um microscópio eletrônico de varredura (Leo-Evo 40XVP).

4.3.3 Coloração

A coloração foi determinada em lados opostos dos pirênios, utilizando-se o colorímetro Minolta CR-400, com a determinação no modo CIE L*a*b*. A coordenada L* representa quão clara ou escura é a amostra, com valores variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente branca). A coordenada a* pode assumir valores negativos que correspondem ao verde e a valores positivos ao vermelho; a coordenada b*, assume valores negativos que correspondem ao azul ou positivos correspondentes ao amarelo. As coordenadas a* e b* foram usadas para calcular o h° (ângulo da tonalidade) e o C* (cromaticidade), a partir das seguintes fórmulas: $h^{\circ} = \tan^{-1} (b^*/a^*)$ e $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$, respectivamente (Minolta, 1998).

4.3.4 β -caroteno

O β -caroteno foi extraído com acetona:hexano (4:6) e determinado segundo Nagata & Yamashita (1992), tendo o teor sido expresso em miligramas por 100g, após o seu equacionamento:

$$\beta\text{-caroteno} = 0,216A_{663} - 1,22A_{645} - 0,304A_{505} + 0,452A_{453},$$

sendo:

A_{663} , A_{645} , A_{505} e A_{453} , leituras de absorvância nos respectivos comprimentos de onda.

4.3.5 Carotenóides totais

Os carotenóides totais foram extraídos com hexano, sendo a cor lida em espectrofotômetro a 450nm, segundo o Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em miligramas de carotenóides totais por 100g.

4.3.6 Vitamina C

O teor de ácido ascórbico (após a oxidação a ácido dehidroascórbico) foi determinado pelo método colorimétrico, utilizando-se 2,4 dinitrofenilhidrazina, segundo Strohecker & Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100g de polpa.

4.3.7 Sólidos solúveis (SS)

Determinaram-se os sólidos solúveis por refratometria, utilizando-se o refratômetro digital ATAGO PR-100, com compensação automática de temperatura e os resultados expressos em °Brix, conforme a Association of Official Agricultural Chemists, AOAC (1990).

4.3.8 Acidez titulável (AT)

A acidez titulável foi determinada por titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1N, usando como indicador a fenolftaleína, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em mL de NaOH.

4.3.9 pH

Utilizou-se um pHmetro Schott Handylab, segundo técnica da AOAC (1990).

4.3.10 Umidade

Determinou-se a umidade utilizando-se a técnica gravimétrica, com o emprego do calor em estufa ventilada, à temperatura de 105°C, até a obtenção de peso constante, segundo a AOAC (1990).

4.3.11 Extrato etéreo

Definiu-se o extrato etéreo por extração com solvente orgânico (éter etílico) em aparelho extrator do tipo Soxhlet, segundo método da AOAC (1990).

4.3.12 Proteína bruta

Por meio do teor de nitrogênio por destilação em aparelho de Microkjedahl, usando o fator 6,25, procedeu-se ao cálculo do teor de proteína bruta, conforme procedimento da AOAC (1990).

4.3.13 Fibra bruta

Calculou-se o teor de fibra bruta por hidrólise ácida, pelo método gravimétrico, segundo descrito por Van de Kamer & Van Ginkel (1952).

4.3.14 Fração cinzas (resíduo mineral fixo)

Para a fração cinzas, utilizou-se o método gravimétrico, avaliando-se a perda de peso do material submetido ao aquecimento em mufla a 550°C (AOAC, 1990).

4.3.15 Fração glicídica (extrato não nitrogenado)

Calculou-se a fração glicídica por diferença segundo a equação:

$$\%F.G. = 100 - (\%umidade + \%extrato\ etéreo + \%proteína\ bruta + \%fibra\ bruta + \%fração\ cinzas)$$
, considerando a matéria integral.

4.3.16 Cálculo do valor calórico

Para o cálculo do valor calórico, foram utilizados os fatores de conversão de Atwater: 4 kcal/g para proteínas, 4 kcal/g para carboidratos e 9 kcal/g para lipídios, conforme Wilson (1982).

4.3.17 Análise estatística

As análises estatísticas das variáveis físicas, químicas e físico-químicas foram realizadas com o auxílio do programa Sisvar (Ferreira, 2000). Após a análise de variância dos resultados obtidos, observou-se o nível de significância do teste F.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Firmeza

A firmeza do pequi cozido foi influenciada apenas pelo fator tempo de armazenamento. Ela apresentou queda até o segundo mês e tendência de estabilidade até o sexto mês de armazenamento. Os valores variaram de 4,08N a 3,6N (Figura 1).

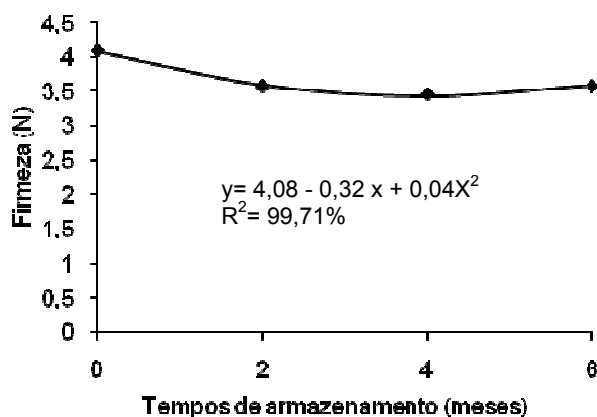


FIGURA 1 - Valores médios ajustados e equação de regressão dos valores de firmeza do pequi *in natura* cozido e após congelamento e armazenamento ($-18^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$), por 6 meses.

Como a perda da firmeza está relacionada com a perda da integridade celular provocada pelos cristais de gelo durante o armazenamento congelado, pode-se sugerir que os danos microestruturais provocados pelo congelamento determinaram pouca perda da firmeza. Adicionalmente, os efeitos do

congelamento são maiores nos vegetais de umidade elevada e de parede celular fina (Fuchigami et al., 1995), o que não parece ser o caso do pequi.

5.2 Microscopia eletrônica

As eletromicrografias obtidas por microscopia eletrônica de varredura do pequi (mesocarpo interno) *in natura*, *in natura* cozido e após congelamento por ar forçado e ar estático e armazenamento por 6 meses, encontram-se na Figura 2.

A Figura 2A, o pequi *in natura*, permite uma melhor visualização dos efeitos provocados pelos tratamentos aplicados. O cozimento provocou certa desorganização da estrutura celular, bem como aumento da espessura da parede e redução do número de estruturas esféricas (possivelmente vesículas de gordura) (Figura 2 B). Essas modificações são devido ao efeito do calor úmido proporcionado pelos 20 minutos de cozimento.

Com o congelamento por ar forçado (Figuras 2 C e 3 A e C) e ar estático (Figuras 2D e 3 B e D) e aumento do tempo de armazenamento, observou-se uma intensificação dos danos provocados nos frutos cozidos quando comparados com o *in natura* cozido.

Embora com pouca intensidade, pode-se observar que o método de congelamento por ar forçado preservou melhor a microestrutura celular ao longo do tempo, pois as células se mantiveram mais esféricas e íntegras. Já o contrário foi observado no congelamento por ar estático desde o segundo mês de armazenamento quando há maior desorganização celular; células com formato irregular e danificadas.

Essas diferenças podem ser justificadas pelo efeito da maior velocidade de congelamento proporcionada pelo congelamento por ar forçado, que permitiu a formação de cristais de gelo mais arredondados e de menor tamanho, os quais permitem melhor preservação da microestrutura celular, conforme comprovado

em outros estudos sobre danos por congelamento (Martí & Aguilera, 1991; Resende, 1995; Avarez & Canet, 1997; Delgado & Rubiolo, 2005).

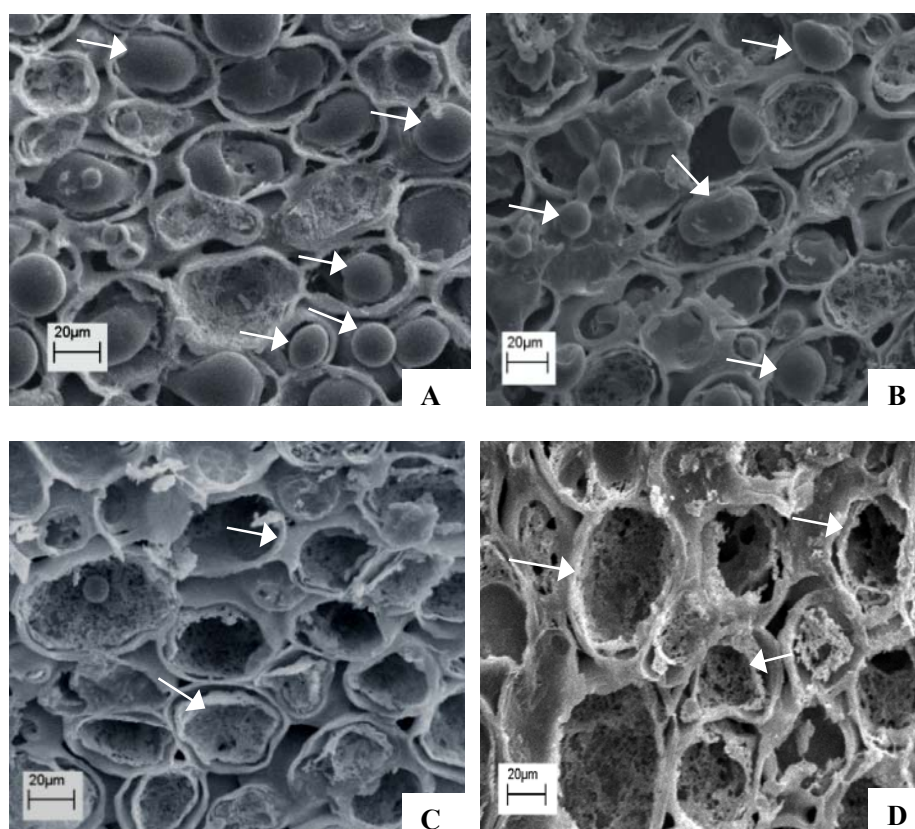


FIGURA 2 - Fotomicrografias do pequi: (A) *in natura*, (B) *in natura* cozido por 20 minutos, (C) cozido por 20 minutos após congelamento por ar forçado e armazenagem ($-18^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$) por 2 meses. (D) Cozido por 20 minutos após congelamento por ar estático e armazenagem ($-18^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$) por 2 meses. Setas nas figuras A e B indicam estruturas esféricas (possivelmente vesículas de gordura) e nas figuras C e D indicam membrana plasmática e parede celular.

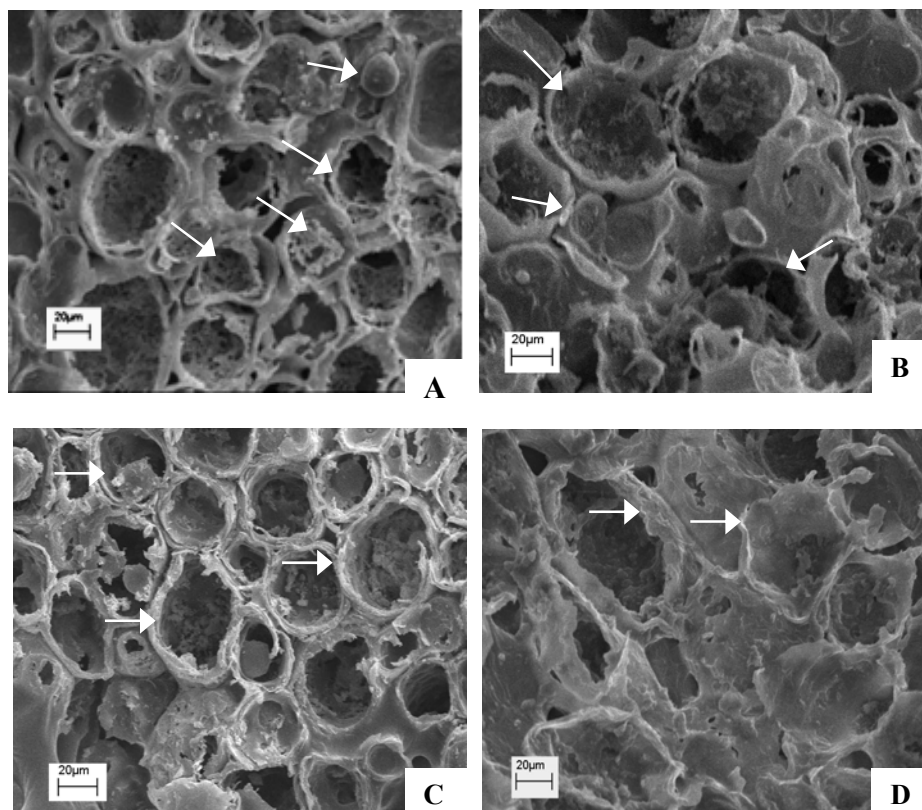


FIGURA 3 - Eletromicrografias de varredura: (A) pequi cozido por 20 minutos após congelamento por ar forçado e armazenagem ($-18^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$) por 4 meses e (C) 6 meses. (B) Cozido por 20 minutos após congelamento por ar estático e armazenagem ($-18^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$) por 4 meses e (D) 6 meses. Setas na figura A indicam possíveis vesículas de gordura e membrana plasmática e setas nas figuras B, C e D indicam a parede celular.

Entretanto, observa-se que, embora o método de ar forçado proporcione melhor preservação da estrutura celular, o tempo de armazenamento foi determinante nas modificações microestruturais dos frutos congelados, independente do método de congelamento. Isso também foi comprovado pelas

análises realizadas, quando se observou maior efeito do fator tempo do que do fator método de congelamento.

5.3 Coloração

Houve efeito isolado apenas do fator tempo de armazenamento para as variáveis valor L^* , a^* , b^* , h° e C^* do pequi cozido. A redução dessas variáveis mostra que o fruto teve a coloração amarelo-avermelhada diminuída ao longo do tempo de armazenamento (Figura 4A, B, C, D e E).

O decréscimo do valor L^* dos frutos cozidos indica tendência de escurecimento, enquanto a redução conjunta dos valores de a^* (vermelho), b^* (amarelo) e h° (ângulo de 0° a 360° que caracteriza uma cor) mostra modificação da cor amarelo-avermelhada do pequi proporcional ao aumento de tempo, tornando-se mais amarela.

O valor de C^* (cromaticidade) descreve a intensidade de uma tonalidade de cor. A redução de C^* observada (Figura 4E) indica redução da intensidade da cor amarelo-avermelhada ao longo do armazenamento.

A diminuição da coloração do pequi cozido ao longo do armazenamento pode ser atribuída à degradação de pigmentos carotenóides, os quais foram diminuídos ao longo do armazenamento (Figura 5A).

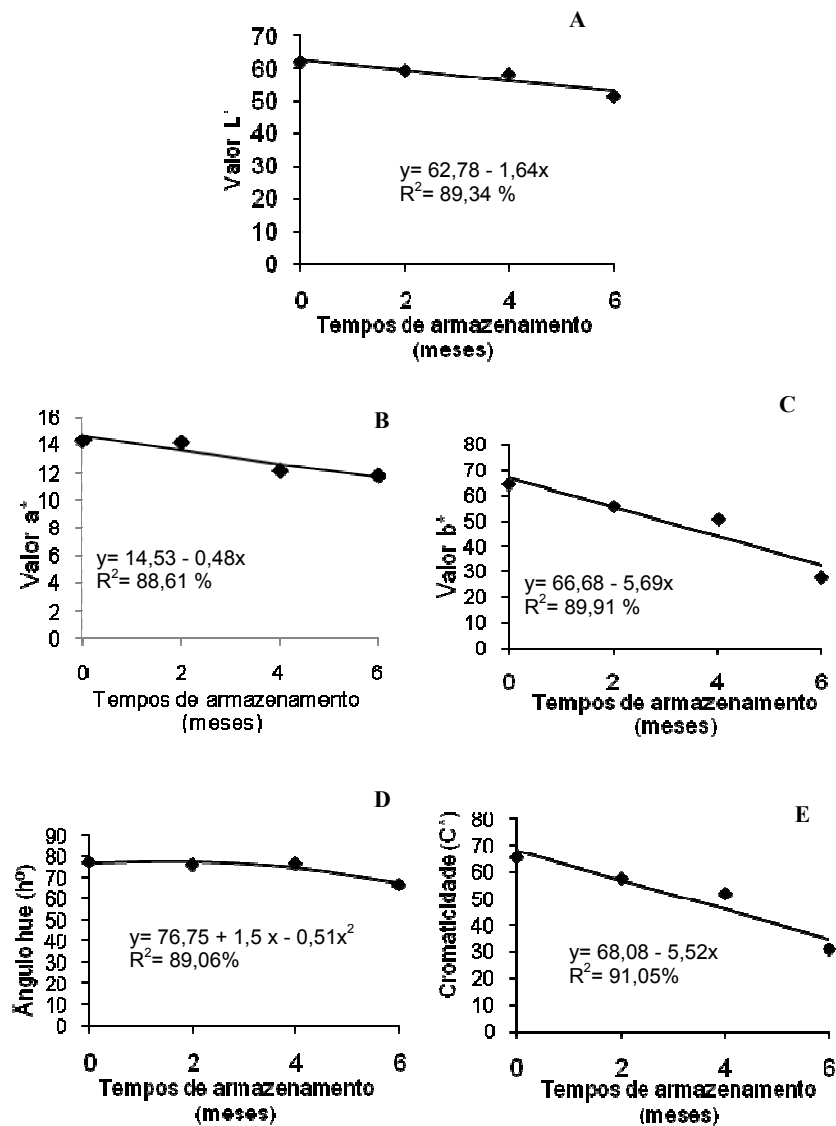


FIGURA 4 - Valores médios ajustados e equação de regressão das variáveis (A) L*, (B) a*, (C) b*, (D) h° e (E) C* do pequi *in natura* cozido e após congelamento e armazenamento (-18°C±2°C), por 6 meses.

O decréscimo da cor ao longo do armazenamento congelado também foi observado por Melo et al. (2000), em pitangas e por Faraoni (2006), em polpa de manga congelada.

Segundo Fennema (1973), as maiores alterações químicas importantes na deterioração de vegetais congelados são: reações associadas com o desenvolvimento de alterações de aroma e sabor, degradação de pigmentos, escurecimento enzimático e oxidação do ácido ascórbico.

5.3 Carotenóides totais, β -caroteno e vitamina C

O teor de carotenóides totais do pequi cozido foi afetado apenas pelo fator tempo de armazenamento. Os carotenóides totais sofreram poucas alterações ao longo do período de armazenamento, com relativa estabilidade até o quarto mês ($10,22 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) e queda até o sexto mês ($9,46 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) (Figura 5A).

O teor de β -caroteno do pequi cozido foi afetado pelos fatores método de congelamento e tempo de armazenamento, não havendo interação entre os mesmos. Os frutos congelados por ar forçado apresentaram melhor retenção do β -caroteno (média de $1,89 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) quando comparado com o congelamento por ar estático (média de $1,58 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$).

Ao longo do armazenamento, o teor inicial ($2,11 \text{ mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) de β -caroteno do fruto cozido decresceu linearmente até o sexto mês ($1,36\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) (Figura 5B).

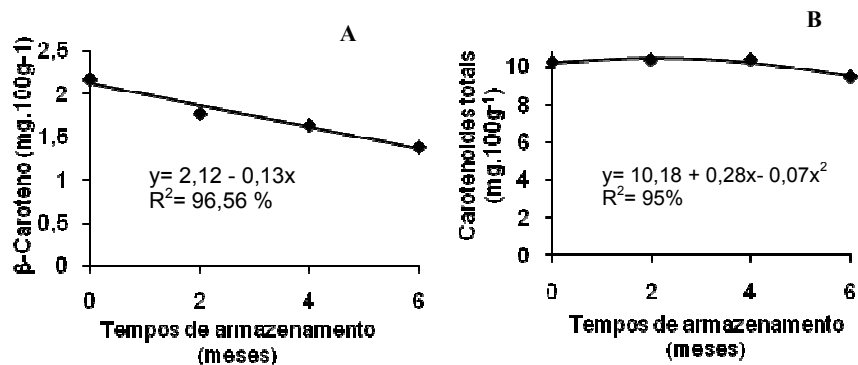


FIGURA 5 - Valores médios ajustados e equação de regressão das variáveis **(A)** carotenóides totais e **(B)** β-caroteno do pequi *in natura* cozido e após congelamento e armazenamento ($-18^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$), por 6 meses.

Outras pesquisas também detectaram reduções de carotenóides totais e β-caroteno ao longo do armazenamento congelado, como Agostini-Costa et al. (2003) e Araújo et al. (2007), em polpa de acerola e Cavalcante (1991) e Lopes et al. (2005), em polpa de pitanga.

A maior causa de degradação dos carotenóides é a oxidação, embora muitos fatores possam influenciar neste processo; dentre eles a exposição à luz e ao oxigênio, o tipo de matriz alimentícia, a presença de enzimas, a disponibilidade de água e a presença de antioxidantes e ou pró-oxidantes (Burton, 1989; Goldman et al., 1983).

Verificou-se interação significativa entre os fatores método de congelamento e tempo de armazenamento para a variável vitamina C. Entretanto, a diferença estatística entre os dois métodos de congelamento foi observada apenas no segundo e no quarto mês de armazenamento, quando o método ar forçado mostrou-se mais eficiente na preservação da vitamina C, quando comparado ao congelamento por ar estático (Figura 6).

Os teores de vitamina C decresceram linearmente ao longo do tempo de armazenamento nos dois métodos de congelamento, embora o método por ar forçado tenha se mostrado melhor na retenção desta vitamina.

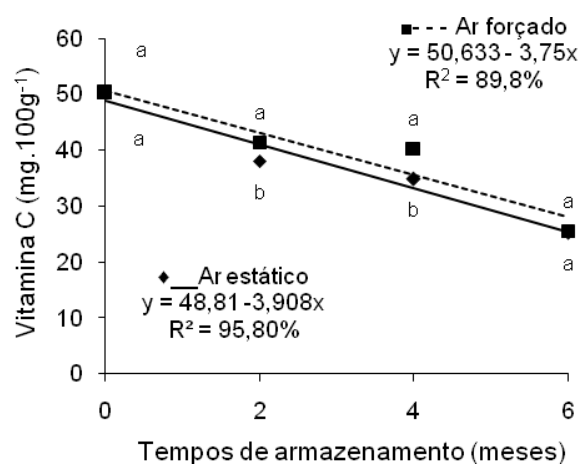


FIGURA 6 Valores médios ajustados e equação de regressão da vitamina C do pequi *in natura* cozido e após congelamento e armazenamento (-18°C±2°C), por 6 meses.

A redução da vitamina C provocada pelo congelamento e armazenamento congelado também tem sido observada em outros estudos, como Brunini et al. (2003), em metades de goiaba 'Paluma'; Brunini et al. (2002), em fatias de manga 'Tommy-Atkins'; Lisiewska & Kmiecik (2000), em tomates cortados em cubos; Silva et al. (2004), em pseudofruto de caju-do-cerrado inteiro e Yamashita (2003), em acerola inteira.

Entre os numerosos fatores que podem afetar os mecanismos da degradação do ácido ascórbico estão concentrações de sal e açúcar, temperatura,

pH, cuja conservação é favorecida em meio ácido (Graner et al., 1977), oxigênio, enzimas e as concentrações iniciais do ácido ascórbico (Huelin et al. 1981; Fennema, 1993).

As variáveis sólidos solúveis e acidez titulável do pequi cozido foram influenciadas apenas pelo fator tempo de armazenamento, enquanto o pH foi interativamente influenciado pelos fatores método de congelamento e tempo de armazenamento.

Os sólidos solúveis do pequi cozido apresentaram queda linear ao longo do período de armazenamento, variado de 9,05% a 7,67% (Figura 7).

Assim como neste estudo, Faraoni (2006) observou redução linear no teor de sólidos solúveis de polpa de manga congelada (método lento), ao longo de seis meses de armazenamento.

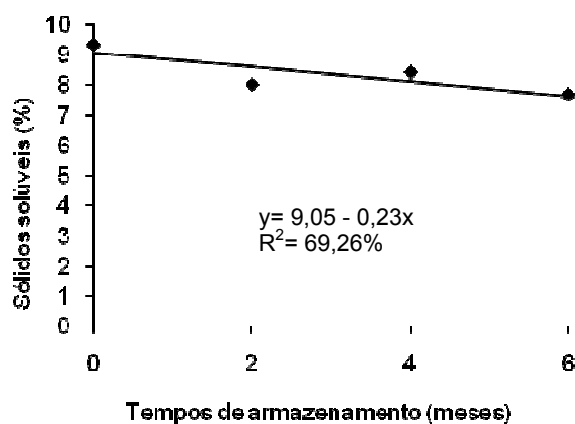


FIGURA 7 - Valores médios ajustados e equação de regressão dos sólidos solúveis do pequi cozido *in natura* e após congelamento e armazenamento ($-18^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$), por 6 meses.

Segundo Cheftel et al. (1983), na temperatura de congelamento (-18°C) uma proporção de água congelável ainda se encontra no estado líquido (2%-15%) a qual possui propriedades solvente e reativa, permitindo a continuidade de algumas reações metabólicas. Assim, se pode inferir que, ao longo do tempo de armazenamento, tais reações contribuam para a diminuição dos sólidos solúveis no pequi congelado.

A acidez titulável do pequi cozido oscilou de 0,79 a 0,92 (mL. NaOH), apresentando comportamento quadrático com tendência de aumento (Figura 8).

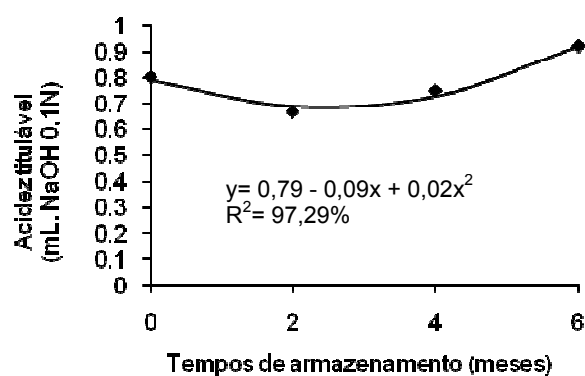


FIGURA 8 - Valores médios ajustados e equação de regressão da acidez titulável do pequi cozido *in natura* e após congelamento e armazenamento (-18°C±2°C) por 6 meses.

Houve interação significativa entre os fatores método de congelamento e tempo de armazenamento para a variável pH. Entretanto, a diferença estatística entre os dois métodos só foi observada no quarto mês de armazenamento, quando o congelamento por ar estático determinou pH mais elevado quando comparado ao congelamento por ar forçado (Figura 9).

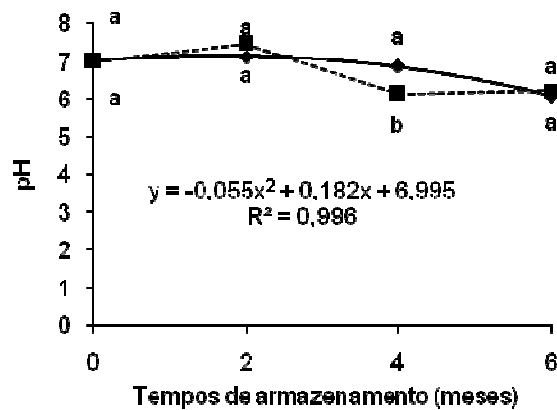


FIGURA 9 - Valores médios ajustados e equação de regressão da acidez titulável do pequi cozido e após congelamento e armazenamento (-18°C±2°C) por 6 meses.

O pH das amostras submetidas ao congelamento por ar forçado sofreu efeito significativo do tempo de armazenamento, porém, não houve ajuste estatístico. Já o pH do pequi cozido após congelamento por ar estático apresentou-se estável até o segundo mês, com tendência de queda a partir daí, até o sexto mês de armazenamento. Esta redução do pH está coerente com o aumento da acidez titulável anteriormente citada.

A redução do pH acompanhada do aumento da acidez em frutos congelados por diferentes métodos e armazenados sob congelamento tem sido reportada por outros autores, como Melo et al. (2000), para pitangas e por Araújo (2000), em polpa de acerola.

A composição centesimal do pequi cozido *in natura* sofreu influência significativa apenas do fator tempo de armazenamento, não sendo afetada pelo método de congelamento, nem pela interação desses fatores.

O tempo de armazenamento determinou alterações diferenciadas e pouco expressivas para a composição centesimal do pequi cozido (Figuras 10A, B, C, D, E, e F).

Outros autores também observaram comportamento semelhante de compostos centesimais para diferentes alimentos congelados, como Oliveira et al. (2006), em pequi; Ciabotti et al. (2000), em polpa de maracujá e Oliveira et al. (2007), em couve-de-bruxelas.

O valor calórico não foi influenciado por nenhum dos fatores, apresentando valor médio de $680,05 \text{ cal.}100\text{g}^{-1}$.

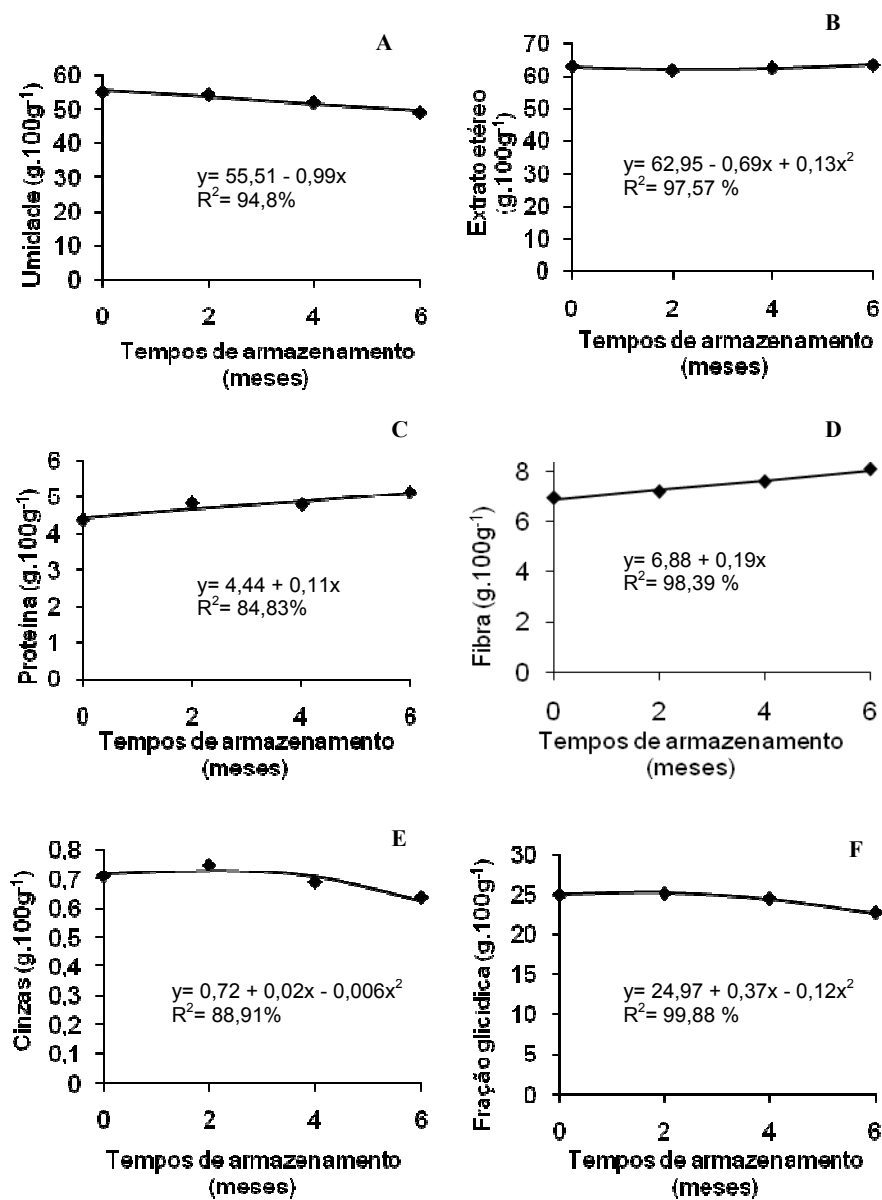


FIGURA 10 - Valores médios ajustados e equações de regressão das variáveis (A) umidade, (B) extrato etéreo, (C) proteína, (C) fibra, (D) cinzas e (F) fração glicídica do pequi *in natura* cozido e após congelamento e armazenamento ($-18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$), por 6 meses.

6 CONCLUSÕES

O pequi *in natura* cozido sofre modificações de suas características físicas, químicas e de seu valor nutricional quando cozido após congelamento e armazenamento congelado. Essas modificações são maiores em relação ao tempo de armazenamento do que pelo método de congelamento aplicado. Quanto maior o tempo de armazenamento, maiores são as alterações observadas.

A microestrutura celular, a vitamina C (até o quarto mês) e o β -caroteno são mais bem preservados pelo método de ar forçado que pelo congelamento por ar estático.

O congelamento por ar estático, embora dite menor preservação da microestrutura celular, vitamina C e β -caroteno, pode ser considerado satisfatório para o congelamento de pequi, pois, assim como o método de congelamento por ar forçado, permite a preservação de grande parte de suas características físicas, químicas e nutricionais.

De modo geral, conclui-se que o pequi pode ser congelado e armazenado por 6 meses, pois, quando cozido após armazenagem continua sendo boa fonte de nutrientes e preserva atributos importantes, tais como cor, firmeza e microestrutura.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINI-COSTA, T. S.; ABREU, L. N.; ROSSETTI, A. G. Effect of freezing and storing time of pulp of acerola on the carotenoid contents. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p.56-58, 2003.

ALVAREZ, M. D.; CANET, W. Effect of pre-cooling and freezing rate on mechanical strength of potato tissues (cv Monalisa) at freezing temperatures. **Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung A**. v. 205, p. 282–289, 1997.

ARAÚJO, P. G. L.; FIGUEIREDO, R. W.; ALVES, R. E.; MAIA, G. A.; PAIVA, J. R. beta-carotene, ascorbic acid and total antocyanins in fruit pulp of the acerola tree conserved by the cold for 12 months. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** Campinas, v. 27, n. 1, p.104-107 2007.

ARAÚJO, M. S. O. **Avaliação das características físico-químicas e sensoriais de polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D. C.) submetida a diferentes técnicas de congelamento**. 2000. 185 p. Tese (Mestrado em Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas) - Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, PB.

ÁVIDOS, M. F. D.; FERREIRA, L. T. Frutos dos cerrados: **preservação gera muitos frutos**. 2005. Disponível em: <<http://www.bioteecnologia.com.br/bio15/frutos.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. 15thed. Washington, 1990. 2 v.

BARRADAS, M. M. Morfologia do fruto e da semente de *Caryocar brasiliense* (piqui), em várias fases do desenvolvimento. **Revista de Biologia**, São Paulo, v. 9, n. 1/4, p. 69-95, 1973.

BURG, P.; FRAILE, P. Vitamin C destruction during the cooking of a potato dish. **Lebensm.-Wiss. u.Technology**, v. 28, v.1, p. 506–514, 1995.

BURTON, G. W. Antioxidant action of carotenoids. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v.119, p.109-111, 1989.

BRUNINI, M. A.; DURIGAN, J. F.; OLIVEIRA, A. Avaliação das alterações em polpa de manga 'Tommy-Atkins' congeladas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, 2002.

BRUNINI, M. A.; OLIVEIRA, A. L.; VARANDA, D. B. Quality evaluation of "Paluma" guava pulp stored at -20°C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, 2003.

CAVALCANTE, M. L. **Composição de carotenóides e valor de vitamina A em pitanga (*Eugenia uniflora*) e acerola (*Malpighia glabra L.*)**. 1991. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CHEFTEL, J. C.; CHEFTEL, H.; BESANÇON, P. Métodos de conservación. In: CHEFTEL, J. C.; CHEFTEL, H.; BESANÇON, P. (Ed.). **Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1983. Cap.7, v.2, p.173-202.

CIABOTTI, E. D.; BRAGA, M. E. D.; MATA, M. E. R. M. C. Alterações das características físico-químicas da polpa de maracujá amarelo submetido a diferentes técnicas de congelamento inicial. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 51-60, 2000.

DELGADO, A. E.; RUBIOLO, A. C. Microstructural changes in strawberry after freezing and thawing processes. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v. 38, p. 135-142, 2005.

FARAONI, A. S. **Efeito do tratamento térmico, do congelamento e da embalagem sobre o armazenamento da polpa de manga (*Mangifera indica L.*) cv. "Ubá"**. 2006. 99 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FENNEMA, O. R. **Low-temperature preservation of foods and living matter**. New York: M Dekker, 1973. 589 p. (Food Science. A Series of Monographs, 3).

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2.ed. Zaragoza: Acribia, 1993. 1100 p.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 235.

FUCHIGAMI, M.; HYAKUMOTO, N.; MIYAZAKI, K. Texture and pectic composition differences in raw, cooked and frozen-thawed Chinese cabbages due to leaf position. **Journal of Food Science**, v. 60, p. 153–156, 1995.

GOLDMAN, M.; HOREV, B.; SAGUY, I. Decolorization of β -carotene in model systems simulating dehydrated foods: mechanism and kinetic principles. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 48, p.751-754, 1983.

GRANER, M.; FONSECA, H.; MONTENEGRO, T. L. N. Retenção de ácido ascórbico na elaboração de geléia de goiaba (*Psidium guayava* L.) a partir de polpa enlatada. **O Solo**, Piracicaba, n. 1, p. 61-63, 1977.

HUELIN, F. E.; COGGIOLA, I. M.; SIDHU, G. S.; KENNETT, B. H. The anaerobic decomposition of ascorbic acid in the pH range of foods and in more acid solutions, **Journal of Food Science Agriculture**, v. 22, p. 540–542, 1981.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz:** métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3.ed. São Paulo, 1985. v. 1, p. 125 e 181.

LAJOLO, F.M.; VANUCCHI, H. Tabelas de composição de nutrientes em alimentos: situação no Brasil. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 37, n. 4, p. 703-713, 1987.

LISIEWSKA, Z.; W. KMIECIK, W. Effect of storage period and temperature on the chemical composition and organoleptic quality of frozen tomato cubes. **Food Chemistry**, v. 70, n. 2, p. 167-173, 2000.

LOPES, A. S.; MATTIETTO, R. A.; MENEZES, H. C. Stability of frozen pitanga pulp. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p.553-559 2005.

MARTI, J.; AGUILERA, J. M. Efecto de la velocidad de congelación en las características mecánicas y microestructurales del arándano y de la mora silvestre. **Revista Agroquímica Tecnología Alimentar**. Valencia, v. 31, n.4, p. 493-504, abr.1991.

MELO, E. A., LIMA, V.L. A. GALVÃO, P.; NASCIMENTO, P. P. Temperature and the storage of surinam cherries. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p.629-634, 2000.

MINOLTA. **Precise color communication**: color control from perception to instrumentation. Sakai, 1998. (Encarte)

NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi**, Tokyo, v.39, n.10, p.925-928, Oct. 1992.

NEVES FILHO, L. C. Congelamento de morango. In: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA DO MORANGUEIRO, 1., 1986, Cabreúva, Casa da Agricultura de Cabreúva/DIRA, 20 e 21 de junho de 1986. Jaboticabal, Sociedade de Olericultura do Brasil e FCAVJ/UNESP, p.65-88, 1986.

OLIVERA, D. F.; VIÑA, S. Z.; MARANI, C. M.; FERREYRA, R. MUGRIDGE, M. A.; CHAVES, A. R.; MASCHERONI, R. H. Effect of blanching on the quality of Brussels sprouts (*Brassica oleracea* L. *gemmifera* DC) after frozen storage. **Journal of Food Engineering** V. 84, n.1, 2007, p. 48-155.

OLIVEIRA, M.N.S.; GUSMÃO, E.; LOPES, P.S.N.; SIMÕES, M. O. N.; RIBEIRO, L. M.; DIAS, B. A.S. Estádio de maturação dos frutos e fatores relacionados aos aspectos nutritivos e de textura da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28 n.3, 2006.

OLIVEIRA, P. M. C. **Vida de prateleira da conserva de pequi**. 2007. 116p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RESENDE, J.V. **Redução de danos de congelamento em frutos utilizando substâncias crioprotetoras de concentrações e origens diversas**. 1995. 146p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras.

RODRIGUES, L. J. **O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.): ciclo vital e agregação de valor pelo processamento mínimo**. 2005. 152p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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

SILVA, M. R.; SILVA, M. S.; OLIVEIRA, J. S. Estabilidade de ácido ascórbico em pseudofrutos de caju-do-cerrado refrigerados e congelados. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.34, n. 1, p. 9-14, 2004.

VAN DE KAMER, S. B.; VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v.19, n.4, p.239-251, 1952.

VILAS BOAS, E. V. de B; Frutas minimamente processadas: Pequi. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2004, Viçosa, **Resumos...** Viçosa: UFV, 2004. p.122-125.

WILSON, E.D.; SANTOS, A.C.; VIEIRA, E.C. Energia. In: DUTRA-DE-OLIVEIRA, J.E.; SANTOS, A.C.; WILSON, E.D. **Nutrição básica**. São Paulo: Sarvier, 1982. p. 80.

YAMASHITA, F. et al. West indian cherry products: study of vitamin C stability. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 1, p.92-94, 2003.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fruto do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), conhecido como pequi, tem alto valor nutritivo e grande potencial econômico, entretanto, como apresenta grande produtividade por planta e tem produção restrita ao período de safra, precisa ser armazenado adequadamente para ser comercializado durante o ano todo. Além disso, é um alimento consumido tradicionalmente cozido podendo ter suas características físicas, químicas e físico-químicas alteradas.

Dessa forma, para prepará-lo para consumo ou armazená-lo na entressafra, é necessário considerar que:

- o cozimento do fruto por quarenta minutos, o que foi feito neste trabalho, teve a finalidade de construir uma dinâmica das alterações ocorridas ao longo deste tempo. É possível que, ao preparar o pequi para consumo, um tempo menor seja suficiente, permitindo uma melhor retenção e aproveitamento de seu valor nutritivo;
- o consumo do pequi cozido com arroz, frango ou outro alimento evita a perda de nutrientes hidrossolúveis lixiviados para água de cozimento;
- o congelamento pode satisfatoriamente ser aplicado na conservação do pequi por até seis meses, desde que sejam observados os cuidados de manutenção da temperatura a -18°C , ao longo da estocagem e o descongelamento seja o mais rápido possível;
- o método de ar forçado é mais eficiente na conservação de valor L^* , microestrutura celular, teores de carotenóides totais, β -caroteno e vitamina C e perda de líquido após descongelamento do fruto *in natura*.
- como é consumido tradicionalmente cozido, seu congelamento por ar estático também é satisfatório, pois este método mostrou-se menos

efetivo que o ar forçado apenas para as variáveis vitamina C e β -caroteno, sendo essa diferença pouco expressiva.

ANEXOS

ANEXO A		Página
TABELA 1A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para firmeza, acidez titulável (AT), pH e sólidos solúveis (SS) do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento	136
TABELA 2A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para valor L*, a* e b* do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento.	136
TABELA 3A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para ângulo hue (h°) e Cromaticidade (C*) do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento.....	136
TABELA 4A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para umidade, extrato etéreo e proteína do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento	137
TABELA 5A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para fibra, cinzas, fração glicídica e calorias do pequi submetido a diferentes	

	tempos de cozimento.	137
TABELA 6A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para fósforo, cálcio e magnésio do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento.	137
TABELA 7A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para enxofre, potássio, sódio e zinco do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento.....	138
TABELA 8A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para ferro, cobre e manganês do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento.....	138
TABELA 9A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para enxofre, potássio e sódio da água de cozimento do pequi em diferentes tempos.....	138
TABELA 10A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para zinco, ferro e cobre da água de cozimento do pequi cozido em diferentes tempos.....	139
TABELA 11A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e	

	coeficiente de variação para calorias e vitamina C do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento (Fruto e Água).....	139
TABELA 12A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para carotenóides totais, β -caroteno e vitamina A do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento.....	139
TABELA 13A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para perda de líquido e firmeza do pequi congelado e armazenado por 6 meses ($-18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$).....	140
TABELA 14A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para acidez titulável (AT), pH, sólidos solúveis (SS) e valor L^* do pequi congelado e armazenado por 6 meses ($-18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$)	140
TABELA 15A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para coordenada a^* , b^* , ângulo da cor (h°) e cromaticidade (C^*) do pequi congelado e armazenado por 6 meses ($-18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$)	141
TABELA 16A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para umidade, extrato etéreo e proteína do pequi congelado e armazenado por 6 meses ($-18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$)	141

TABELA 17A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para fibra, cinzas e fração glicídica do pequi submetido ao congelamento e armazenado por 6 meses (-18°C ± 2°C).....	142
TABELA 18A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para calorias e vitamina C do pequi congelado e armazenado por 6 meses (-18°C ± 2°C)	142
TABELA 19A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para carotenóides totais e β-caroteno do pequi congelado e armazenado por 6 meses (-18°C ± 2°C).....	143
TABELA 20A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para firmeza, acidez titulável (AT), pH e sólidos solúveis (SS) do pequi cozido após congelamento e armazenamento por 6 meses (-18°C).....	143
TABELA 21A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para valor L*, a* e b* do pequi cozido após congelamento e armazenamento por 6 meses (-18°C).....	144
TABELA 22A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e	

	coeficiente de variação para ângulo hue (h°) e Cromaticidade (C*) do pequi cozido após congelamento e armazenamento por 6 meses (-18°C ± 2°C).....	144
TABELA 23A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para umidade, extrato etéreo e proteína do pequi cozido após congelamento e armazenamento por 6 meses (-18°C ± 2°C)	145
TABELA 24A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para fibra, cinzas e fração glicídica do pequi cozido após congelamento e armazenamento por 6 meses (-18°C ± 2°C)	145
TABELA 25A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para calorias e vitamina C do pequi cozido após congelamento e armazenamento por 6 meses (-18°C ± 2°C).....	146
TABELA 26A	Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para carotenóides totais, β-caroteno e vitamina A do pequi cozido após congelamento e armazenamento por 6 meses (-18°C ± 2°C)	146

TABELA 1A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para firmeza, acidez titulável (AT), pH e sólidos solúveis (SS) do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento.

Causas de variação	GL	Quadrados médios			
		Firmeza	AT	pH	SS
Tempo	8	1,887058 **	0,015648 ns	0,079079 ns	12,80093 **
Erro	18	0,081563	0,0077778	0,04689	0,324074
Média geral		4,20	0,84	7,06	9,98
CV%		6,80	10,49	3,06	5,70

ns indica valores de Teste de F não significativos a 1% de probabilidade.

TABELA 2A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para valor L*, a* e b* do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento.

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		L*	a*	b*
Tempo	8	14,094251 **	40,550365**	32,676883**
Erro	18	1,389100	4,673456	1,010900
Média geral		61,28	15,25	62,92
CV%		1,92	14,17	1,60

** indicam valores de Teste de F significativos a 1% de probabilidade.

TABELA 3A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para ângulo hue (h°) e cromaticidade (C*) do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento.

Causas de variação	GL	Quadrados médios	
		h°	C*
Tempo	8	19,081095 **	42,110965 **
Erro	18	3,229930	5,722963
Média geral		76,38	64,33
CV%		2,35	3,72

** indicam valores de Teste de F significativos a 1% de probabilidade.

TABELA 4A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para umidade, extrato etéreo e proteína do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento.

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		Umidade	Extrato etéreo	Proteína
Tempo	8	5,607917 ns	1,043540 ns	0,036574 ns
Erro	18	2,402707	0,528848	0,072396
Média geral		55,63	63,36	4,35
CV%		2,79	1,15	6,18

ns indica valores de Teste de F não significativos.

TABELA 5A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para fibra, cinzas, fração glicídica e calorias do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento.

Causas de variação	GL	Quadrados médios			
		Fibra	Cinzas	Fração glic.	Calorias
Tempo	8	0,599834 ns	0,063306 **	0,434523 ns	101,3534 ns
Erro	18	0,354189	0,005867	292367	131,454193
Média geral		6,66	0,66	24,87	685,12
CV%		8,93	11,53	2,17	1,67

ns e ** indicam valores de Teste de F não significativos e significativos a 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 6A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para fósforo, cálcio e magnésio do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento.

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		Fósforo	Cálcio	magnésio
Tempo	8	0,000113 ns	0,000101 ns	0,000438 ns
Erro	9	0,000056	0,000056	0,000189
Média geral		0,03	0,097	0,04
CV%		22,36	7,62	31,72

ns indica valores de Teste de F não significativos.

TABELA 7A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para enxofre, potássio, sódio e zinco do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento.

Causas de variação	GL	Quadrados médios			
		Enxofre	Potássio	Sódio	Zinco
Tempo	8	0,000047 ns	0,006797 **	753,8464 **	7,743750 **
Erro	9	0,00028	0,000667	24,675556	0,859444
Média geral		0,063	0,20	139,92	6,25
CV%		8,25	12,84	3,55	14,83

ns e ** indicam valores de Teste de F não significativos e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 8A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para ferro, cobre e manganês do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento.

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		Ferro	Cobre	manganês
Tempo	8	20,660556 **	2,9276639 **	4,414722 ns
Erro	9	2,246667	0,259444	1,462778
Média geral		23,95	10,97	4,06
CV%		6,26	4,64	29,78

ns e ** indicam valores de Teste de F não significativos, significativos a 5% e significativos a 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 9A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para potássio e sódio da água de cozimento do pequi em diferentes tempos.

Causas de variação	GL	Quadrados médios	
		Potássio	Sódio
Tempo	8	0,000626 **	40,428472 **
Erro	9	0,000017	0,759444
Média geral		0,027	7,16
CV%		15,00	12,17

** indicam valores de Teste de F significativos a 1% de probabilidade.

TABELA 10A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para zinco, ferro e cobre da água de cozimento do pequi cozido em diferentes tempos.

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		Zinco	Ferro	Cobre
Tempo	8	1,208264 **	0,833964 **	0,592639 **
Erro	9	0,038472	0,001822	0,018889
Média geral		1,20	1,59	1,18
CV%		16,31	2,69	11,67

** indicam valores de Teste de F significativos a 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 11A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para vitamina C do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento (fruto e água).

Causas de variação	GL	Quadrados médios	
		Fruto	Água de cozimento
Tempo	8	1946,573617 **	230,760234 **
Erro	18	3,701830	0,207652
Média geral		37,91	8,34
CV%		5,07	5,47

** indicam valores de Teste de F significativos a 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 12A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para carotenóides totais, β -caroteno e vitamina A do pequi submetido a diferentes tempos de cozimento.

Causas de variação	GL	Quadrados médios	
		Carotenóides totais	β -caroteno
Tempo	8	7,505259 **	0,592212 **
Erro	18	0,394789	0,029119
Média geral		1078	2,48
CV%		5,83	6,87

** indicam valores de Teste de F significativos a 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 13A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para perda de líquido e firmeza do pequi congelado e armazenado por 6 meses (-18°C±2°C).

Causas de variação	GL	Quadrados médios	
		Perda de líquido	Firmeza
Método de congelamento	1	0,196204**	0,640267 ns
Tempo	3	0,036215**	0,892811 **
Método x tempo	3	0,034082**	0,105633 ns
Erro	16	0,000842	0,165583
Média geral		0,096	6,39
Coeficiente de variação (%)		30,14	1,87

ns e ** indicam valores de Teste de F não significativos e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 14A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para acidez titulável (AT), pH, sólidos solúveis (SS) e valor L* do pequi congelado e armazenado por 6 meses (-18°C±2°C).

Causas de variação	GL	Quadrados médios			
		AT	pH	SS	L*
Método	1	0,015000 ns	0,002400 ns	0,570417 ns	25,276537*
Tempo	3	0,201667 **	0,756317**	7,502639**	108,52985**
Método x tempo	3	0,006111 ns	0,027344 ns	0,114861 ns	8,969737 ns
Erro	16	0,022500	0,032875	0,412917	3,934025
Média geral		1,34	6,71	11,13	66,29
CV%		11,18	2,70	5,77	2,99

ns, * e ** indicam valores de Teste de F não significativos, significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 15A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para coordenada a*, b*, ângulo da cor (h°) e cromaticidade (C*) do pequi congelado e armazenado por 6 meses (-18°C±2°C).

Causas de variação	GL	Quadrados médios			
		a*	b*	h°	C*
Método	1	0,18375 ns	5,329838ns	1,9494ns	4,11681ns
Tempo	3	5,88624**	1424,954**	149,066**	1362,11**
Método x tempo	3	1,21144ns	4,028215ns	2,91614ns	2,98887ns
Erro	16	0,452050	4,017992	3,022063	2,036412
Média geral		11,79	55,31	76,09	56,90
CV%		5,70	3,62	2,28	2,51

ns, * e ** indicam valores de Teste de F não significativos, significativos a 5% e significativos a 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 16A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para umidade, extrato etéreo e proteína do pequi congelado e armazenado por 6 meses (-18°C±2°C).

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		Umidade	Extrato etéreo	Proteína
Método	1	15,617067**	0,064067 ns	0,000937 ns
Tempo	3	38801650**	3,039044**	0,688682**
Método x tempo	3	4,833144*	0,064067 ns	0,048204 ns
Erro	16	1,082558	0,439250	0,054317
Média geral		49,39	62,60	4,76
CV%		2,11	1,06	4,90

ns, * e ** indicam valores de Teste de F não significativos, significativos a 5% e significativos a 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 17A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para fibra, cinzas e fração glicídica do pequi congelado e armazenado por 6 meses (-18°C±2°C).

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		Fibra	Cinzas	Fração glicídica
Método	1	0,013067 ns	0,001350 ns	0,310537 ns
Tempo	3	0,409422**	0,027944 **	7,703604 **
Método x tempo	3	0,109644 ns	0,000628 ns	0,054415 ns
Erro	16	0,073892	0,000804	0,267004
Média geral		7,4	0,91	24,26
CV%		3,67	3,12	2,13

ns, e ** indicam valores de Teste de F não significativos e significativos a 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 18A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para calorias e vitamina C do pequi congelado e armazenado por 6 meses (-18°C±2°C).

Causas de variação	GL	Quadrados médios	
		Calorias	Vitamina C
Método	1	0,976067 ns	76,255350 *
Tempo	3	42,040328 ns	3037,517367 **
Método x tempo	3	5,246644 ns	33,088161 ns
Erro	16	18,249075	14,731204
Média geral		679,73	71,52
CV%		0,63	5,37

ns, * e ** indicam valores de Teste de F não significativos, significativos a 5% e significativos a 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 19A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para carotenóides totais e β -caroteno do pequi congelado e armazenado por 6 meses ($-18^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$).

Causas de variação	GL	Quadrados médios	
		Carotenóides totais	β -caroteno
Método	1	1,798538 *	0,120417 *
Tempo	3	2,998871 **	0,179222*
Método x tempo	3	0,203249 ns	0,041483 ns
Erro	16	0,324338	0,026775
Média geral		11,08	1,99
CV%		5,14	8,23

ns, * e ** indicam valores de Teste de F não significativos, significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 20A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para firmeza, acidez titulável (AT), pH e sólidos solúveis (SS) do pequi cozido após congelamento e armazenamento por 6 meses ($-18^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$).

Causas de variação	GL	Quadrados médios			
		Firmeza	AT	pH	SS
Método	1	0,005104 ns	0,001667 ns	0,019267 ns	0,003750 ns
Tempo	3	0,476715 **	0,065556 **	1,518744 **	3,075972 **
Método x tempo	3	0,009738 ns	0,000556 ns	0,331478 **	0,014861 ns
Erro	16	0,017696	0,004583	0,052742	0,383750
Média geral		3,68	0,78	6,74	8,36
CV%		3,62	8,64	3,41	7,41

ns e ** indicam valores de Teste de F não significativos e significativos 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 21A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para valor L*, a* e b* do pequi cozido após congelamento e armazenamento por 6 meses (-18°C±2°C).

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		L*	a*	b*
Método	1	3,705204 ns	0,001067ns	5,014204ns
Tempo	3	119,914960 **	10,235678**	1441,0478**
Método x tempo	3	0,994138	1,306344ns	3,213404ns
Erro	16	3,376737	1,421892	4,333229
Média geral		57,87	13,11	49,60
CV%		3,18	9,10	4,20

ns e ** indicam valores de Teste de F não significativos e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 22A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para ângulo hue (h°) e cromaticidade (C*) do pequi cozido após congelamento e armazenamento por 6 meses (-18°C±2°C).

Causas de variação	GL	Quadrados médios	
		h°	C*
Método	1	1,109400 ns	8,449067 ns
Tempo	3	150,531422 **	1339,25994 **
Método x tempo	3	2,658867 ns	3,664233 ns
Erro	16	38,090267	4,190496
Média geral		74,06	51,52
CV%		2,08	3,97

ns e ** indicam valores de Teste de F não significativos e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 23A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para umidade, extrato etéreo e proteína do pequi cozido após congelamento e armazenamento por 6 meses (-18°C±2°C).

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		Umidade	Extrato etéreo	Proteína
Método	1	2,001038 ns	0,821400 ns	0,000504 ns
Tempo	3	41,039804 **	2,628800 **	0,569682 **
Método x tempo	3	3,584015 ns	0,639844 ns	0,046682 ns
Erro	16	2,226392	0,392075	0,042079
Média geral		52,55	62,72	4,77
CV%		2,84	1,00	4,30

ns e ** indicam valores de Teste de F não significativos e significativos a 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 24A- Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para fibra, cinzas e fração glicídica do pequi cozido após congelamento e armazenamento por 6 meses (-18°C±2°C).

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		Fibra	Cinzas	Fração glicídica
Método	1	0,086400 ns	0,002017 ns	0,273067 ns
Tempo	3	1,472828 *	0,013717 **	7,283161 **
Método x tempo	3	0,031633 ns	0,000339 ns	0,167367 ns
Erro	16	0,410679	0,001317	0,307138
Média geral		7,44	0,7	24,37
CV%		8,60	5,20	2,27

ns, * e ** indicam valores de Teste de F não significativos, significativos a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 25A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para calorias e vitamina C do pequi cozido após congelamento e armazenamento por 6 meses (-18°C±2°C).

Causas de variação	GL	Quadrados médios	
		Calorias	Vitamina C
Método	1	50,141504 ns	31,556267 **
Tempo	3	77,121537 ns	621,521511 **
Método x tempo	3	55,474993 ns	10,352533 *
Erro	16	44,349654	3,128371
Média geral		680,05	38,24
CV%		0,98	4,63

ns, * e ** indicam valores de Teste de F não significativos, significativos a 5% e significativos a 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 26A - Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para carotenóides totais, β-caroteno e vitamina A do pequi cozido após congelamento e armazenamento por 6 meses (-18°C±2°C).

Causas de variação	GL	Quadrados médios	
		Carotenóides totais	β-caroteno
Método	1	0,199837 ns	0,564267 **
Tempo	3	3,573779 **	0,661161 **
Método x tempo	3	0,199837 ns	0,085544 ns
Erro	16	0,116208	0,039092
Média geral		10,08	1,74
CV%		3,38	11,38

ns e ** indicam valores de Teste de F não significativos e significativos a 1% de probabilidade, respectivamente.