

**O PEQUI (*Caryocar brasiliense* Camb.): CICLO  
VITAL E AGREGAÇÃO DE VALOR PELO  
PROCESSAMENTO MÍNIMO**

**LUIZ JOSÉ RODRIGUES**

**2005**

**LUIZ JOSÉ RODRIGUES**

**O PEQUI (*Caryocar brasiliense* Camb.): CICLO VITAL E  
AGREGAÇÃO DE VALOR PELO PROCESSAMENTO MÍNIMO**

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  
2005

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

Rodrigues, Luiz José.

O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.): ciclo vital e agregação de valor pelo processamento mínimo / Luiz José Rodrigues. -- Lavras: UFLA, 2005.

152p.: il.

Orientador: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Pequi - *Caryocar brasiliense* Camb. 2. Ciclo vital. 3. Pós-Colheita. 4. Processamento mínimo. 5. Sanificantes. 6. Refrigeração. 7. Armazenamento I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.973166

-664.804973166

**LUIZ JOSÉ RODRIGUES**

**O PEQUI (*Caryocar brasiliense* Camb.): CICLO VITAL E AGREGAÇÃO  
DE VALOR PELO PROCESSAMENTO MÍNIMO**

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 31 de agosto de 2005

Profa. Dra. Roberta Hilsdorf Piccoli - UFLA

Profa. Dra. Mônica Elisabeth Torres Prado - UFLA

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

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

À minha madrinha querida, grande incentivadora, alguém que me ensinou muito sobre a vida e me fez vê-la de um ângulo alegre e otimista, que lá do céu se alegra com a concretização do sonho,

**OFEREÇO.**

*“Cada um que passa em nossa vida, passa sozinho, mas não vai só e não nos deixa sós; leva um pouco de nós mesmos e deixa um pouco de si mesmo. Há os que muito deixaram, mas não há os que levaram nada.”*

(Saint-Exupéry)

Aos meus pais, José e Fátima, aos meus irmãos, Guilherme e Marcos, cujo espírito de família sempre foi um alicerce seguro para as minhas realizações. A minha namorada Juliane, com quem compartilhei alegrias e angústias,

**DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por sempre estar ao meu lado, dando-me forças e coragem para lutar.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade de realização do curso e pelas condições de trabalho.

À Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos.

Ao Professor Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas, com toda admiração, meus sinceros agradecimentos, pela orientação segura, amizade, oportunidade e confiança em mim depositada.

A Profa. Dra. Roberta Hilsdorf Piccoli, pela orientação, atenção, disponibilidade e imprescindível contribuição para a realização deste trabalho.

Ao Professor Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima, que tantas vezes me atendeu gentilmente, pelos ensinamentos, atenção, paciência e amizade.

Ao Professor Dr. Augusto Ramalho, pelas sugestões nas análises estatísticas.

A todos os professores do Departamento de Ciência dos Alimentos, pelos ensinamentos que contribuíram sobremaneira para a melhoria de minha formação profissional.

Aos amigos e colegas conquistados no convívio do Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças: Profa. Mônica, Ana Carla, Brígida, Andrea, Elisângela, Heloisa, Clarice, Gustavo, Ramilo, Geny, Júlia, Mercê, Alessandra, Daniel, Elisa, Marcelo e Lucas.

A todos os colegas e amigos do Laboratório de Microbiologia: Prof. Alexandre, Simone, Carolina, Rose, Cida, Patrícia, Danilo, Maíra, Marina e Lizandra, pelo convívio e ajuda.

À amiga Ellen, pelas sugestões e constante apoio nos momentos difíceis.

Ao amigo-irmão Nélio, pela amizade, pela valiosa participação na condução deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

A amiga Daniella, pelo inestimável auxílio em várias etapas de execução deste trabalho.

A Tina, Sandra, Creuza, Eliane e Cidinha, pela acolhida, convívio, amizade e por todos os ensinamentos.

A Mércia, pela amizade, convívio, apoio e estímulo.

Aos colegas da pós-graduação, pela agradável convivência e amizade.

A toda minha família, por todo apoio, amor e estímulo, não só neste momento, mas durante toda a minha vida.

Ao meu avô Osvaldo, com toda admiração, pelo apoio e incentivo na caminhada.

A minha avó Maria, pelas orações e pelo carinho.

A todos que, embora não citados, contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1.....	01
1 INTRODUÇÃO.....	02
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	04
2.1 O cerrado e o seu potencial em frutos nativos .....	04
2.2 Pequiizeiro.....	07
2.2.1 Características da espécie <i>Caryocar brasiliense</i> Camb.....	07
2.2.2 Aspectos botânicos.....	08
2.2.3 Utilidades.....	11
2.2.4 Potencial econômico.....	13
2.3 Processamento mínimo.....	14
2.3.1 Considerações gerais.....	14
2.3.2 Efeitos do processamento mínimo sobre a fisiologia de frutos.....	18
2.3.3 Alterações nutricionais com o processamento mínimo.....	23
2.3.4 Segurança alimentar e aspectos microbiológicos.....	24
2.3.5 Refrigeração, atmosfera modificada e embalagem.....	29
2.3.6 Sanificação.....	31
2.3.7 Agentes sanificantes.....	32
2.3.7.1 Hipoclorito de sódio.....	32
2.3.7.2 Peróxido de hidrogênio.....	34
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
CAPÍTULO 2.....	51
RESUMO.....	52
ABSTRACT.....	53
1 INTRODUÇÃO.....	54
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	56
2.1 Obtenção dos frutos e preparo das amostras.....	56
2.2 Análises físicas, físico-químicas e químicas.....	58
2.2.1 Massa, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal.....	58
2.2.2 Coloração.....	58
2.2.3 $\beta$ -caroteno.....	58



2.2.4 pH e acidez titulável (AT).....	59
2.2.5 Sólidos solúveis totais (SST).....	59
2.2.6 Determinação de umidade.....	59
2.2.7 Determinação de extrato etéreo.....	59
2.2.8 Determinação de proteína bruta.....	60
2.2.9 Determinação de fibra bruta.....	60
2.2.10 Determinação de cinzas (resíduo mineral fixo).....	60
2.2.11 Fração glicídica (extrato não nitrogenado).....	60
2.2.12 Vitamina C.....	60
2.2.13 Análise estatística.....	61
2.3 Delineamento experimental.....	61
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	62
3.1 Avaliação do desenvolvimento do pequi.....	62
3.2 Considerações finais.....	75
4 CONCLUSÕES.....	76
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
CAPÍTULO 3.....	80
RESUMO.....	81
ABSTRACT.....	82
1 INTRODUÇÃO.....	83
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	86
2.1 Matéria-prima.....	86
2.2 Processamento dos frutos.....	86
2.3 Análises microbiológicas.....	90
2.3.1 Preparo das amostras.....	90
2.3.2 Quantificação de coliformes a 35°C e a 45°C.....	90
2.3.3 Contagem total de microrganismos aeróbios psicrotróficos.....	91
2.3.4 Quantificação de fungos filamentosos e leveduras.....	91
2.3.5 Pesquisa de <i>Salmonella sp.</i> .....	91
2.4 Análises físicas, físico-químicas, químicas e bioquímicas.....	92
2.4.1 Perda de massa.....	92
2.4.2 pH.....	92
2.4.3 Acidez titulável (AT).....	93
2.4.4 Sólidos solúveis totais (SST).....	93
2.4.5 Açúcares solúveis totais (AST).....	93
2.4.6 Firmeza.....	93
2.4.7 Pectina total (PT) e pectina solúvel (PS).....	94

2.4.9 Pectinametilsterase (PME).....	94
2.4.10 Poligalacturonase (PG).....	94
2.4.11 Vitamina C.....	94
2.4.12 Polifenoloxidase (PFO).....	94
2.4.13 Peroxidase (PER).....	95
2.4.14 Coloração.....	95
2.4.15 Índice de peróxidos (IP).....	95
2.4.16 Análise sensorial.....	95
2.5 Análise estatística.....	96
2.6 Delineamento experimental.....	97
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	98
3.1 Análises microbiológicas.....	98
3.2 Análises físicas, físico-químicas, químicas e bioquímicas.....	102
3.2.1 Perda de massa.....	102
3.2.2 Acidez titulável e pH.....	104
3.2.3 Sólidos solúveis totais (SST) e açúcares solúveis totais (AST).....	108
3.2.4 Firmeza.....	110
3.2.5 Pectina total (PT) e pectina solúvel (PS).....	111
3.2.6 Pectinametilsterase (PME) e poligalacturonase (PG).....	115
3.2.7 Vitamina C.....	117
3.2.8 Polifenoloxidase (PFO) e peroxidase (PER).....	119
3.2.10 Coloração.....	124
3.2.11 Índice de peróxidos (IP).....	126
3.3 Análise sensorial.....	128
4 CONCLUSÕES.....	132
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	133
ANEXO.....	140

## RESUMO

RODRIGUES, Luiz José. **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\*.

A espécie *Caryocar brasiliense* Camb. é muito comum na região que compõe o Cerrado, e é conhecida popularmente como pequi. Assume importante papel na vida dos habitantes dessa região, seja economicamente, com a venda dos frutos *in natura*, ou mesmo para o seu consumo. O objetivo deste trabalho foi a caracterização do pequi ao longo do seu ciclo vital, por meio de análises físicas, físico-químicas e químicas. Posteriormente, foi avaliado o uso dos sanificantes, hipoclorito de sódio (NaClO) e peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), em diferentes concentrações, na manutenção da qualidade e extensão da vida de prateleira de pequi minimamente processado armazenado a  $\pm 6^{\circ}\text{C}$  por 15 dias, submetido a dois tipos de processamento: caroço “fatiado” e “inteiro”. O período compreendido entre a abertura da flor (antese) até a sua colheita foi de 84 dias (12 semanas). Observou-se aumento de massa, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal com o crescimento do pequi. Observou-se incremento das coordenadas L\* e a\*, indicando o desverdecimento da casca do pequi com o seu crescimento. O mesocarpo interno (polpa comestível) do fruto foi caracterizado pela coloração amarela, que se intensificou com o decorrer do seu crescimento. O ápice das transformações químicas na polpa do pequi ocorreu aos 84 dias (12<sup>a</sup> semana) após a antese, evidenciado por meio das mudanças nos teores de acidez titulável, sólidos solúveis,  $\beta$ -caroteno, vitamina C, bem como a sua composição centesimal. A semente, ou amêndoa, do pequi também foi marcada por mudanças nos seus constituintes, sendo a sua composição centesimal influenciada com o crescimento do fruto. Os sanificantes utilizados promoveram contagens microbianas baixas em todo o período de armazenamento, tendo o peróxido de hidrogênio 6% sido mais efetivo na manutenção dessas contagens. O caroço fatiado do pequi apresentou altos índices de peróxidos no 12<sup>o</sup> dia de armazenamento, podendo constituir-se em um fator limitante na sua vida útil, devido à rancidez oxidativa. De acordo com a análise sensorial da aparência, até o 12<sup>o</sup> dia, o pequi minimamente processado mantido nas condições desse experimento foi considerado no “limite de comercialização”, sendo as menores notas atribuídas aos produtos sanificados com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 4% e 6% e o controle.

---

\* Comitê Orientador: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas - UFLA (orientador), Roberta Hilsdorf Piccoli - UFLA.

## ABSTRACT

RODRIGUES, Luiz José. **The pequi fruit (*Caryocar brasiliense* Camb.): vital cycle and aggregation of value for the minimal processing.** 2005. 152p. Dissertation (Master in Food Science) - Federal University of Lavras, Lavras\* .

The species *Caryocar brasiliense* Camb. is very common in the region which composes the Cerrado (savanna-like vegetation), known popularly as pequi. It plays an important role in the life of the inhabitants in that region, whether economically with its sale in natura or even for its consumption. The purpose of this work was the characterization of the pequi along its life cycle through physical, physicochemical and chemical analyses. Afterwards, use of sanitizers, sodium hypochloride (NaClO) and hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) at different concentrations was evaluated in the maintenance of the quality and extension of the shelf life of fresh cut pequi fruit stored at 6°C for 15 days submitted to two sorts of processing: “sliced” pit and “whole” pit. The period comprehended between flower opening (anthesis) until its harvest was of 84 days (12 weeks). It was observed an increase of mass, longitudinal and transversal diameter with growth of the pequi fruit. Increase of coordinates L\* and a\* was found, indicating degreening of the pequi skin with its growth. The internal mesocarp (edible pulp) of the fruit was characterized by the yellow coloration which intensified as growth proceeded. The peak of the chemical transformations in the pequi pulp took place at 84 days (12<sup>th</sup> week) after anthesis, evidenced through the changes in the contents of titrable acidity, total soluble solids, beta carotene, vitamin C as well as its centesimal composition. The seed or kernel of the pequi fruit was also marked by changes in their constituents, their centesimal composition being influenced by the fruit growth. The sanitizers utilized promoted low microbial counts throughout the period of storage, being 6% hydrogen peroxide the most effective in the maintenance of those counts. The sliced pit of the pequi showed high indices of peroxides on the 12<sup>th</sup> day of storage, that could be a limiting factor in its useful life due to oxidative rancidity. According to the sensorial analysis of appearance, the fresh cut pequi fruit maintained in the conditions of this experiment was considered “at the limit of marketing” until the 12<sup>th</sup> day and the lowest scores given to products sanitized with 4 and 6% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and the control.

---

\* Guidance Committee: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas - UFLA  
(Adviser), Roberta Hilsdorf Piccoli - UFLA.

## **CAPÍTULO 1**

### **O PEQUI (*Caryocar brasiliense* Camb.): CICLO VITAL E AGREGAÇÃO DE VALOR PELO PROCESSAMENTO MÍNIMO**

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O Cerrado é o segundo bioma mais importante do país, ocupando uma área de 1,8 milhão de km<sup>2</sup>, o que representa cerca de 25% do território brasileiro. A riqueza de espécies, tanto da flora quanto da fauna, constitui uma das maiores diversidades biológicas do Brasil. Com toda essa imensa riqueza natural, ainda é preocupante o quadro da fome e desnutrição no país. No Brasil, estima-se que haja 31 milhões de indigentes. Na região dos Cerrados, essa parcela representa cerca de 1,5 milhão de pessoas e 45% dessa classe excluída encontram-se na zona rural.

Contudo, as negligências quanto às leis de proteção ambiental, as desenfreadas queimadas, a expansão das fronteiras agrícolas e sua exploração, o desconhecimento e o uso irracional dos recursos naturais têm provocado impactos irreversíveis ao ecossistema desse bioma, gerando o comprometimento da sua sustentabilidade e colocando muitas espécies animais e vegetais em risco de extinção, principalmente as fruteiras nativas, detentoras de inesgotável potencial econômico.

As espécies vegetais nativas, principalmente as frutíferas, promissoras economicamente na região dos Cerrados, têm o seu consumo ainda limitado à população local por meio de um processo essencialmente extrativista. Dentre essas frutíferas, cabe ressaltar a importância da espécie *Caryocar brasiliense* Camb., muito comum na vegetação que compõe os cerrados, sobretudo o de Minas Gerais, onde é conhecida popularmente como pequi, assumindo um importante papel na vida dos habitantes dessa região, seja economicamente, com a venda do fruto *in natura* ou mesmo para o seu próprio consumo. É caracterizada por sua ampla utilização, sendo considerada, pelos habitantes locais, como o “Ouro do Cerrado”, devido ao seu alto valor alimentício, madeireiro, medicinal, melífero, ornamental e oleaginoso, entre outros.

Apesar de sua grande utilização, poucos estudos direcionados à Ciência dos Alimentos têm sido desenvolvidos, sobretudo relacionados à pós-colheita. Outro aspecto que deve ser destacado é a agregação de valores ao fruto, o que pode contribuir para incrementar a baixa rentabilidade econômica das atividades desenvolvidas no Cerrado e a implementação de uma mentalidade dirigida ao uso racional dos frutos nativos, principalmente o pequi, contribuindo, assim, para sua preservação e divulgação na culinária brasileira.

Neste aspecto, o primeiro capítulo apresenta a caracterização física, físico-química e química do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), ao longo do seu ciclo vital. Essa caracterização visa o melhor entendimento do comportamento pós-colheita do fruto, o que pode servir de base na adoção de técnicas adequadas de conservação, minimizando perdas, bem como subsidiar o possível uso dos resíduos do fruto, como casca e amêndoa, até então descartados, no desenvolvimento de novos produtos que venham a atender as necessidades nutricionais e econômicas da população do Cerrado.

O segundo capítulo aborda a questão da agregação de valores ao pequi, evidenciada por meio do seu processamento mínimo. Os vegetais minimamente processados vêm ganhando muito destaque no mercado nos últimos anos, inclusive no Brasil, visto reunirem a conveniência e a qualidade fresca do vegetal, atributos tão clamados pela população. Entretanto, há que se considerar que o processamento mínimo, que envolve o descascamento e corte do vegetal, reduz sua vida útil, aumentando a sua suscetibilidade aos microrganismos, alguns deletérios à saúde humana. Assim, destaca-se o tipo de corte empregado no processamento, o papel dos sanificantes e o uso do ambiente refrigerado na manutenção da sua qualidade, visando à obtenção de um produto final de alta qualidade, apreciado pelo mercado consumidor.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O Cerrado e o seu potencial em frutos nativos

O Brasil possui cerca de trinta por cento das espécies de plantas e de animais conhecidas no mundo, que estão distribuídas em seus diferentes ecossistemas. É o país 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 (Ávidos & Ferreira, 2003). Ela tem um mosaico de formações vegetais que variam desde campos abertos até formações densas de florestas que podem atingir 30 metros de altura (Ribeiro & Walter, 1998).

A área central do Cerrado limita-se com quase todos os biomas, à exceção dos Campos Sulinos e os ecossistemas costeiro e marinho, mas existem também enclaves de Cerrado na Amazônia, na Caatinga e na Mata Atlântica (por exemplo, na região de Barbacena, MG) (Aguiar & Camargo, 2004). Cerca de noventa por cento do Cerrado estão situados nos estados de Mato Grosso, Minas Gerais, Goiás e Bahia. Em Minas Gerais, 53% de sua cobertura vegetal são representados por esse bioma (Fonseca & Muniz, 1992).

No bioma Cerrado, com mais de 2.000.000km<sup>2</sup>, ocorrem diferentes formações vegetais, florestais, savânicas lenhosas e campestres, com várias fisionomias denominadas localmente de cerrado, cerradão, mata de galeria, campo e vereda, entre outras (Pereira, 1992; IBGE, 1997, 1999; Almeida et al., 1998).

O clima da região do Cerrado é caracterizado como tropical estacional, com chuvas da ordem 1.500mm anuais, com distribuição concentrada na primavera e no verão, distinguindo-se, nitidamente, uma estação chuvosa



(setembro a abril) e outra seca (maio a agosto). A duração da época seca, definida como déficit hídrico, varia de quatro a sete meses, em 87% da superfície e se concentra durante o outono e o inverno. As temperaturas médias anuais situam-se em torno de 22°C ao Sul e 27°C ao Norte. As diferenças entre as temperaturas máximas e mínimas no conjunto da região oscilam entre 4°C a 5°C, diminuindo progressivamente à medida que se aproxima da região Amazônica (Silva et al., 2001).

Grandes variações morfológicas e físicas estão presentes nos solos dos cerrados. Entretanto, apresentam algumas características químicas comuns, como elevada acidez, toxidez de alumínio, alta deficiência de nutrientes, alta capacidade de fixação de fósforo e baixa capacidade de troca de cátions (Lopes, 1985, citado por Chaves, 2003).

Estima-se a existência de 5.000 a 7.000 espécies na biodiversidade vegetal do Cerrado, sendo 40% lenhosas. A flora predominante é constituída por 42% de plantas nativas, 58% de espécies acessórias (vindas de outras formações vegetais) e 11% de repetições (espécies que ocorrem em mais de um tipo de formação) (Rizzini, 1971). 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).

Com esta enorme biodiversidade criou-se, na região do Cerrado, uma tradição de usos, em diferentes formas, dos recursos vegetais. Destaca-se, nessa diversidade, o grande número de espécies potencialmente econômicas com ênfase para as alimentícias, medicinais, madeireiras, tintoriais, ornamentais, além de outros usos, ressaltando a sua importância no desenvolvimento regional (Pereira, 1992; IBGE, 1997, 1999; Almeida et al., 1998). Dentre essas, sobressaem as frutíferas, formadas por vários exemplares de diferentes famílias que produzem frutos comestíveis, com formas variadas, cores atrativas e sabor

característico, já sendo comercializadas em feiras e com grande aceitação popular. Hoje, existem mais de 58 espécies de frutas nativas do Cerrado conhecidas e utilizadas pela população (Ávidos & Ferreira, 2003).

Essas fruteiras nativas têm mercados locais ou regionais consolidados que podem ser ampliados nacional e internacionalmente.

A espécie *Caryocar brasiliense* (pequizeiro) encontra-se entre as seis principais espécies do Cerrado, cujos frutos são comercializados, atividade que movimentou pouco mais de 7 milhões de reais, cerca de 23 mil toneladas de frutos, no período de 1994 a 1997 (IBGE, 1999).

Neste cenário, o pequi, a exemplo de outras frutas nativas, tem a sua produção diminuída anualmente, devido, sobretudo ao processo acelerado de ocupação agrícola do Cerrado, à ação do fogo e dos tratores e à exploração extrativista e predatória, colocando-o até mesmo em risco de extinção (Ávidos & Ferreira, 2003), tornando imprescindível que seu cultivo seja iniciado.

O aproveitamento econômico destes recursos tão variados é muito complexo, ao contrário de outras culturas já consagradas, como a soja e o milho, e a criação de suínos na região do Cerrado. O desafio central consiste no desenvolvimento de mercados capazes de representar uma agregação de valor – em virtude da especificidade do produto – muito maior que na produção de commodities (Abramovay, 1999).

Os desafios para a exploração dos frutos nativos existem; em contraposição, há um grande potencial a ser buscado, principalmente para a sua exportação, já que possuem sabores *sui generis* e não são encontrados em outros países (Almeida et al., 1998).

É muito importante investir no trabalho de domesticação das fruteiras nativas dos cerrados para que possam ser cultivadas em lavouras comerciais.

Dessa forma, evita-se o extrativismo predatório, ao mesmo tempo em que se conservam as espécies em seu hábitat natural (Ávidos & Ferreira, 2003).

## **2.2 Pequizeiro**

### **2.2.1 Características da espécie *Caryocar brasiliense* Camb.**

A espécie *Caryocar brasiliense* Camb. é conhecida comumente como pequizeiro, embora seus frutos possam receber diversos nomes populares como: pequi, piqui, piquiá, pequi-do-cerrado, pequerim, amêndoa-de-espinho, almendro, barbasco, grão-de-cavalo, suari, jiquiá, pequizeiro, piquirana (Rizzini, 1971; Braga, 1976; Ferreira, 1980; Almeida et al., 1998). O pequi tem a sua origem na língua indígena Tupi: “py” significa casca ou pele e “qui” espinhos, ou seja, “casca espinhosa”, denominação naturalmente alusiva aos pequenos espinhos característicos do endocarpo (Heringer, 1969, citado por Araújo, 1995).

O pequi é uma espécie arbórea típica do Cerrado pertencente à família *Caryocaraceae*, a qual possui apenas dois gêneros: *Caryocar* L. e *Anthodiscus* G. Mey (Barradas, 1972). No Brasil, ocorrem pelo menos oito espécies do gênero *Caryocar* L., 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 *Caryocar brasiliense* Camb., encontrada entre as espécies de maior incidência no Brasil Central, típica da paisagem dos cerrados (Rizzini, 1971).

A espécie *Caryocar brasiliense* Camb. se divide em duas subespécies: a *brasiliense*, que se caracteriza por apresentar os pedúnculos, pedicelos e folíolos densamente velutinos ou hirsutos, e por seus indivíduos apresentarem porte arbóreo, e a subespécie *intermedium*, que apresenta folíolos menores e glabrescentes, além de seus indivíduos serem subarbustos ou arbustos (Prance & Silva, 1973).

O pequi, árvore nativa e símbolo do Cerrado brasileiro, ocorre no cerrado distrófico e mesotrófico, cerrado denso, cerrado senso restrito e cerrado ralo e distribui-se nos estados da Bahia, Ceará, Distrito Federal, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Pará, Piauí, Rio de Janeiro, São Paulo e Tocantins (Almeida et al., 1998). Em Minas Gerais, a região norte do estado, principalmente a região que abrange a cidade de Montes Claros, é detentora de grande quantidade da espécie e grande fornecedora do fruto (Pequi..., 2003).

De modo geral, a sua floração se dá de agosto a novembro, coincidindo com o período das chuvas, com pico em setembro; já a frutificação ocorre de novembro a fevereiro (Almeida et al., 1998).

A espécie é caracterizada como uma árvore frondosa, esgalhada, com a copa variando de 6 a 8m de diâmetro e a sua altura variável, podendo ultrapassar 10 metros. Em cerrados que normalmente são roçados a fim de facilitar a pastagem do gado foram encontrados exemplares com 1m de altura, carregados de flores em épocas fora do tempo normal de floração, quando há veranicos, no período de janeiro (Barradas, 1972). A árvore possui tronco tortuoso com casca áspera, rugosa, com espessura de 30 a 40cm de diâmetro e apresentando fendas de cor amarelo-escura ou pardo-claro-amarela, bastante pesada e resistente a agentes de deterioração (Rizzini, 1971; Ferreira, 1980; Braga, 1976).

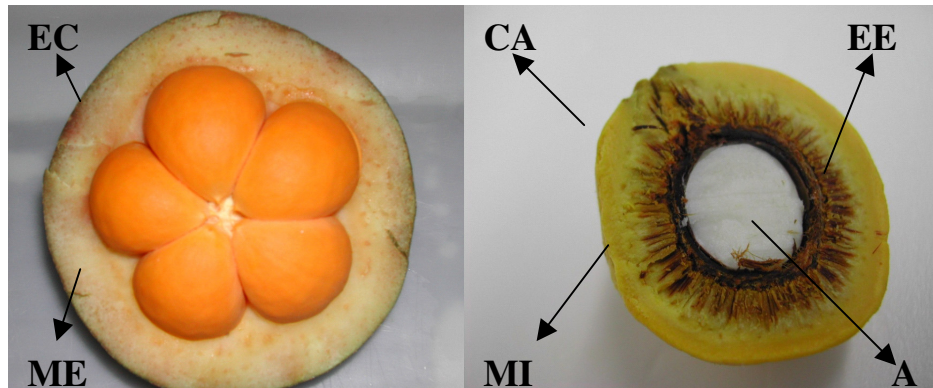
### **2.2.2 Aspectos botânicos**

A árvore é hermafrodita, velutino-pubescente, salvo as flores e os frutos. As folhas são opostas, trifolioladas com estípulas caducas deixando cicatriz interpeciolar; limbo oval, elíptico ou largamente oblongo; base aguda e obtusa no folíolo central e desigual nos folíolos laterais. A inflorescência é do tipo racemo terminal com 10 a 30 flores. As flores grandes e amarelas são longo-peciouladas, cálice, com cinco sépalas avermelhadas e arredondadas, corola

amarelo-clara, com cinco pétalas elípticas e apresentando estames numerosos (em torno de 200) em duas ou três séries. O ovário é supero e globoso possuindo de 3 a 4 longos estiletes e também 3 a 4 estigmas (Almeida et al., 1998).

As flores são tipicamente quiropterófilas, apresentando modelo morfológico do tipo "pincel" de estames. A planta apresenta auto-incompatibilidade incompleta, sendo a proporção de frutos formados por polinização cruzada significativamente maior do que a formada por autopolinização. Pelo menos cinco espécies de morcegos já foram observadas como polinizadores potenciais (Gribel & Hay, 1993).

O fruto é globoso, do tipo drupóide, verde, com cerca de 10cm de diâmetro, com cálice persistente e com pirênios na ordem de uma a quatro unidades. É uma estrutura composta por epicarpo coriáceo, mesocarpo externo que é coriáceo-carnoso, mesocarpo interno, amarelo-claro, carnoso, oleoso, aromático, envolvendo uma camada de espinhos endocárpios também denominada de endocarpo lenhoso, finos e rígidos, com 2 a 5mm de comprimento, e amêndoa branca ou semente (Figura 1) (Almeida et al., 1998).



**FIGURA 1** Fruto de *Caryocar brasiliense* Camb.: epicarpo coriáceo verde (EC), mesocarpo externo (ME), putâmens ou caroços (CA), mesocarpo interno (MI), endocarpo lenhoso ou espinhoso (EE) e amêndoa ou semente (A).

É uma planta semidecídua, cuja floração ocorre logo após a emissão de folhas novas. Apresenta redução parcial da folhagem durante a estação chuvosa (Ribeiro et al., 1981). Várias características identificam a polinização dessa espécie com a síndrome da quiropterofilia, tais como: estames com abundante quantidade de pólen pulverulento, volume médio de néctar produzido por flor (0,33mL), concentração de açúcar no néctar (13,6%) e liberação de forte cheiro pela flor, especialmente no período da antese, ao redor de 19 e 20 horas. Ocorre autopolinização, podendo cerca da metade dos botões desenvolver-se para frutos (Barradas, 1972). No entanto, Gribel (1986) obteve taxas inferiores, cerca de 3% dos ovários desenvolveram-se para frutos maduros, mas apenas 1% dos óvulos desenvolveu até a semente.

O pequizeiro é uma planta com dispersão tipicamente zoocórica. Entre os animais que se alimentam dos frutos, a ema (*Rhea americana*) é a espécie com maior potencial como agente dispersor, com capacidade de dispersar os diásporos por endozoocoria, seguida da gralha (*Cyanocorax crostatellus*) e da cotia (*Dasyprocta* sp.), as quais podem atuar como dispersoras de sementes a pequenas distâncias por sinzoocoria (Gribel, 1986).

A árvore é protegida por lei (Portaria N° 54, de 05/03/1987 - IBDF - Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal), o que impede o seu corte e comercialização em todo o território nacional. No entanto, a intensa utilização, a expansão das fronteiras agrícolas, a exploração florestal dos cerrados para a produção de carvão siderúrgico, bem como a formação de grandes reflorestamentos com monocultura de eucalipto e outras várias razões vêm contribuindo para a diminuição da espécie (Sena, 1985; Araújo, 1994; Vilela, 1998).

### 2.2.3 Utilidades

O pequizeiro é uma planta muito versátil no que diz respeito às suas utilidades, pois dela se aproveita praticamente tudo.

A madeira de cor amarelo-parda é bastante resistente (Laboriau, 1966), sendo usada em casos que se exige uma alta durabilidade, como na fabricação de dormentes, esteios de curral, mourões e pilões (Paula & Alves, 1997). Também é usada na construção civil e na fabricação de móveis (Guia, 1986; Brasil, 1985). Devido à sua propriedade de alto poder calorífico e teor de carbono fixo, a árvore é usada na produção de carvão para siderurgias (Laboriau, 1966).

Devido a altos teores de taninos nas folhas e casca, essas vêm sendo utilizadas como matéria-prima na fabricação de tinturas, resultando em corantes de cor amarela de excelente qualidade, que vêm sendo utilizados no tingimento de vários produtos, como couro, lã e algodão (Brasil, 1985; Silva Filho, 1992).

Apresenta potencial de uso como forrageira, quando fragmentos da folha foram encontrados em fístula esofágica de bovinos (Macedo et al., 1978). Ainda segundo os autores, o fruto também é ingerido pelos bovinos, no entanto, esses podem representar riscos para os animais devido à presença do endocarpo espinhoso. Animais silvestres, como a paca, o veado-campeiro e o mateiro, ainda têm as flores do pequizeiro como alimentos e os locais de alimentação desses animais silvestres são tidos como pontos de espera de caça (Almeida et al., 1998).

Como planta medicinal, o óleo da polpa do pequi tem efeito tonificante, sendo usado contra bronquites, gripes e resfriados. Comumente, o óleo é misturado ao mel de abelha ou à banha de capivara e é usado como expectorante (Almeida et al., 1998). O chá de suas folhas, que é considerado adstringente, é usado como estimulante da secreção da bÍlis e regulador do fluxo menstrual (Brandão et al., 1992). Na indústria cosmética, fabricam-se cremes e sabonetes para a pele, tendo o pequi como componente (Almeida et al., 1998). Silva

(1994), estudando as propriedades cosméticas do óleo do fruto do pequi, encontrou um componente natural da emulsão epicutânea, ou seja, rico em ácido oléico e também em beta-caroteno (pró-vitamina A), com funções de absorver radiação ultravioleta e associado à anti-radicais livres.

Além de todas esses usos, o pequizeiro também é uma árvore ornamental, devido ao porte de sua copa e beleza de suas flores, que atraem diversos tipos de abelhas, sendo considerada uma árvore melífera (Almeida et al., 1998).

A maior utilidade do fruto está no uso alimentar, sendo muito apreciado na culinária regional em pratos, como o arroz, o frango e o feijão cozidos com pequi; o licor de pequi com fama nacional e também uma boa variedade de receitas de doces aromatizados com seu sabor (Almeida & Silva, 1994). Da polpa dos frutos também se extrai um óleo utilizado no preparo de pratos típicos (EMBRATER, 1984, citado por Almeida et al., 1998).

O pequi é considerado um fruto bastante rico nutricionalmente (Almeida & Silva, 1994). Franco (2002) correlaciona alguns componentes nutricionais em 100 gramas da polpa do pequi fresco: 20 000µg de vitamina A, 12mg de vitamina C, 30µg de tiamina, 463µg de riboflavina e 387µg de niacina. Outros estudos mostraram que 100 gramas da polpa do fruto apresentam 271,1 calorias (Almeida & Silva, 1994). Recentemente, Ribeiro (2000) mostrou que o percentual de proteínas na polpa do pequi (13,5%) é superior ao encontrado em vários frutos, além do arroz e da batata, razão pela qual ele é conhecido como "carne dos pobres", no Norte de Minas Gerais. A polpa e a castanha do pequi produzido no Sul de Minas Gerais apresentam, respectivamente, 49,2% e 30% de umidade, 20,5% e 23,8% de óleo, 4,2% e 20,3% de proteínas, 18,9% e 5,4% de glicídeos, 6,8% e 17,9% de fibras e 9,4% e 2,6% de minerais (Vilas Boas, 2004).



#### **2.2.4 Potencial econômico**

O pequi exerce uma grande influência na renda dos agricultores habitantes dos cerrados.

Essa fruta vendida *in natura* na beira da estrada representa 40,7% da renda anual do trabalhador rural em Minas, isto em apenas dois meses, que corresponde à época da produção do fruto. Com a venda do óleo, essa renda pode alcançar 54,7%, contando com a vantagem de se conseguir melhores preços no óleo, já que pode ser armazenado e vendido no período da entressafra (Chévez Pozo, 1997). O litro de caroços de pequi, com aproximadamente 17 unidades, tem sido comercializado no varejo e em feiras livres, a preços que variam entre R\$1,50 a R\$3,00 (Ávidos & Ferreira, 2003).

A forma de obtenção desses frutos é o extrativismo, que envolve catadores, famílias de baixa renda e moradores de regiões carentes. Na tarefa de catar pequi, toda a família é envolvida, inclusive as crianças que, após o dia de trabalho, vão para a beira das estradas oferecer o produto da catação aos transeuntes ou vendem-no a atravessadores que recolhem a produção da região e levam para comercialização nos centros consumidores. Os valores pagos aos catadores são muito baixos, pouco contribuindo 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 (Moura & Rolim, 2003).

O fruto *in natura* é destinado ao consumo na culinária típica e a pequenos fabricantes de conservas vegetais, que processam, sem o conhecimento técnico necessário, colocando em risco a saúde do consumidor e, com isso, a credibilidade do produto (Silva et al., 2001).

Outra forma que essas famílias que catam pequi utilizam para aumentar a renda é a extração do óleo, que é feita, às vezes, com o fruto que foi catado e

não vendido *in natura*. O processo utilizado para a extração é muito rudimentar e com baixa produção, produtividade e qualidade. O óleo obtido é vendido nos centros de comercialização, CEASA e mercados municipais, também a preços baixos, além da venda a atravessadores que revendem o produto com nova embalagem e a preços significativamente maiores. Há também um mercado para a indústria cosmética que exige determinadas características para o óleo que o processo utilizado de extração não proporciona; quando consegue atingir essas características, o extrativista não tem acesso direto à empresa e sim ao atravessador (Silva et al., 2001).

## **2.3 Processamento mínimo**

### **2.3.1 Considerações gerais**

Nos últimos anos, tem-se verificado um grande interesse na produção de frutas e hortaliças minimamente processadas (MP), devido a acentuadas mudanças no estilo de vida das pessoas, associadas à escassez de tempo no preparo das refeições, à inserção da mulher no mercado de trabalho, à redução do número de pessoas por família, ao maior número de pessoas morando sozinhas, entre outros, além de uma maior conscientização dos consumidores a respeito do efeito benéfico desses alimentos. Assim, tem-se, nos minimamente processados a reunião de atributos como conveniência, alto valor nutritivo, excelente qualidade sensorial e garantia de sanidade.

O processamento mínimo ainda agrega valor ao produto, aumentando a competitividade do setor de produção e proporcionando meios alternativos de comercialização. Dessa forma, pode-se reduzir as perdas da matéria-prima, com grande impacto econômico e social (Chitarra, 1998).

Segundo a Associação Internacional dos Produtos Minimamente Processados (IFPA, 2005), produtos minimamente processados (ou “fresh cut”

ou levemente processados ou parcialmente processados) são definidos como qualquer fruta ou hortaliça, ou ainda qualquer combinação delas, que foi alterada fisicamente a partir de sua forma original, embora mantenha o seu estado fresco. Independente do tipo, ele é selecionado, lavado, descascado e cortado, resultando num produto 100% aproveitável que posteriormente é embalado ou pré-embalado com o intuito de oferecer aos consumidores frescor, conveniência e qualidade nutricional.

O mercado e a demanda por frutas e hortaliças minimamente processadas têm aumentado rapidamente, proporcionando o surgimento de produtos convenientes, ou seja, produtos frescos que podem ser preparados e consumidos em menos tempo (Burns, 1995, Hobson & Tucker, 1996).

O surgimento do processamento mínimo de alimentos nos Estados Unidos foi no ano de 1984, onde este atingia o percentual de 8,9% de todo o produto hortícola colhido, com cifras girando em torno de 5,2 bilhões de dólares. Em 1999, era prevista a geração de US\$ 17,7 bilhões, porém, este valor foi alcançado em 1996. A aceitação do público foi tão grande que, em 2002, nos hipermercados americanos, o setor representou 8% das vendas e, nos supermercados, 9% (Vitti & Kluge, 2002). Este desenvolvimento cai ao encontro do relatado por Durigan & Sarzi (2002), quando apresentaram a intensidade do crescimento deste segmento nos EUA, que aumentou de US\$ 6 bilhões, em 1996 para US\$ 20 bilhões, em 2002, ou seja, triplicou em cinco anos.

No Brasil, o processamento mínimo de frutas e hortaliças foi introduzido na década de 1990, por algumas empresas atraídas pela nova tendência do mercado ainda em expansão (Chitarra, 1998). Em 1998, este mercado movimentou R\$ 450 milhões. No entanto, a comercialização destes produtos está praticamente circunscrita a médios e grandes centros urbanos, como São Paulo, Belo Horizonte, Brasília, Rio de Janeiro e algumas capitais das regiões

Nordeste e Sul do país. No estado de São Paulo, verificou-se, em pesquisa realizada em 2001, que do total de frutas e hortaliças consumidas, somente 2,9% eram na forma de minimamente processadas (MP) (Rojo & Saabor, 2002). Contudo, na grande São Paulo, de 1996 a 1999, houve um aumento no varejo de 200% na oferta desses produtos. Os supermercados daquela região alçaram com as vendas de produtos MP, em torno de quatro milhões de dólares mensalmente, dos quais 54% correspondem às frutas e 46% hortaliças (Ministério da Integração Nacional, 1999). Em Belo Horizonte, a aceitação dos minimamente processados é crescente, mas ainda representa apenas 1% do consumo de frutas e hortaliças nos supermercados (Rojo & Saabor, 2003).

Hoje em dia, existe uma enorme amplitude dos minimamente processados distribuídos em formas, cores, tamanhos e produtos, atendendo aos mais exigentes paladares, com destaque para a nova tendência nos Estados Unidos no ano de 2004, o “mix” de frutas e hortaliças. Enquanto no Brasil é ainda tímida a existência de saladas mistas, nos EUA, os tempos da salada de alface com tiras de cenoura, considerados uma novidade por aqui, já estão ultrapassados (Moretti, 2004). Dentre os produtos hortícolas MP mais encontrados no mercado, atualmente, estão a cenoura lavada e ralada, a couve picada, o pimentão lavado e cortado, o alho descascado, a abóbora picada sem casca e sementes, o feijão de corda debulhado e o feijão-vagem lavado e cortado (Chitarra, 1998). A alface minimamente processada também se destaca nesse segmento, usada primariamente para sanduíches e saladas (King Junior & Bolin, 1989, Cantwell, 1992). Frutas, como o melão picado em cubos, o abacaxi em rodela, mangas em cubos e rodela, também já podem ser encontrados em grandes centros urbanos.

O processamento mínimo inclui operações de seleção, lavagem, corte, sanificação, centrifugação, embalagem, armazenamento e comercialização, de modo a obter um produto comestível fresco, saudável e que não necessite de

subseqüente preparo (Moretti, 1999). De acordo com Wiley (1997), o processamento mínimo pode ainda incluir o controle de pH, a adição de antioxidantes, a imersão em água clorada ou uma combinação destes com outros tratamentos, de modo a obter métodos de conservação eficientes, em que se destaca o uso de embalagens com atmosfera modificada, o envase a vácuo ou refrigeração, os quais também são utilizados na distribuição e comercialização do produto. Entretanto, alguns pesquisadores afirmam que os produtos MP não podem ser conservados com aditivos químicos, acrescentando que procedimentos tradicionais completos de preservação, como a esterilização pelo calor e congelamento, não se aplicam a esse tipo de produto (Cantwell, 1992; Nguyen-The & Carlin, 1994; Wiley, 1994).

O pequi é um fruto perecível cuja vida pós-colheita (pós-abscisão) é inferior, normalmente, a uma semana, quando armazenado à temperatura ambiente. Seu período de conservação depende, principalmente, de seu estado físico e estágio de maturação, no início do armazenamento, embora seja influenciado pelas condições edafoclimáticas às quais foi submetido antes da abscisão ou colheita (Vilas Boas, 2004).

O pequi ainda apresenta o inconveniente de apresentar o endocarpo espinhoso aderido ao mesocarpo interno, que é a porção comestível. Parte do endocarpo espinhoso chega até mesmo a se confundir, morfológicamente, com o mesocarpo interno. A presença dos espinhos limita o consumo do pequi e sua expansão na culinária brasileira (Vilas Boas, 2004).

O processamento mínimo do pequi leva em consideração a extração do caroço, com a possibilidade do seu fatiamento, visando-se o mesocarpo interno isento de espinhos. O caroço é constituído por tecidos vivos com aproximadamente 50% de água, além de óleos, carboidratos e proteínas, que podem servir de substrato para microrganismos, como fungos e bactérias, que se desenvolvem bem em ambientes com alto teor de umidade. O caroço, como um

órgão vegetal constituído por tecidos vivos, respira. Quanto mais rapidamente respira, mais rapidamente tem seus substratos queimados. Como a qualidade dos frutos é dependente de sua composição química, obviamente, a queima dos substratos de reserva pode levar, dependendo do nível, ao comprometimento de sua qualidade, sob a perspectiva nutricional e sensorial (Vilas Boas, 2004).

Não obstante, a vida útil de frutos minimamente processados, como o pequi, pode ser estendida, desde que técnicas adequadas de conservação, compatíveis com o produto a ser armazenado, sejam adotadas. Métodos efetivos de sanificação, o uso do frio e a manipulação atmosférica, aliados à qualidade inicial do produto têm sido utilizados com sucesso na manutenção desta qualidade e extensão da vida de prateleira de frutos intactos e minimamente processados (Vilas Boas, 2004).

### **2.3.2 Efeitos do processamento mínimo sobre a fisiologia de frutos**

Frutas minimamente processadas são, na sua essência, tecidos vegetais que foram danificados de maneira proposital e que devem ser mantidos na forma fresca e com qualidade por períodos prolongados de tempo. O processamento mínimo ocasiona várias alterações físicas e fisiológicas que afetam a viabilidade e a qualidade do produto (Salveit, 1997).

O conhecimento existente até o momento no que tange à fisiologia e os requerimentos de manuseio pós-colheita indica que os produtos minimamente processados se comportam de maneira distinta e, portanto, devem ser manuseados de maneira diferente das frutas intactas (Brecht et al., 2004).

O descascamento e o corte das frutas minimamente processadas promovem um aumento no seu metabolismo, em tempo relativamente curto, com conseqüente aumento na taxa respiratória e na taxa de produção de etileno (Rosen & Kader, 1989). Outras conseqüências do ferimento são as reações de

escurecimento enzimático, a oxidação de lipídeos, as alterações na textura e o aumento da perda de água (Brecht, 1995).

O rompimento da membrana celular, ocasionado pelo corte, possibilita o extravasamento do conteúdo intracelular e, dessa forma, enzimas e substratos entram em contato direto, ativando o sistema gerador de etileno, estimulando a sua síntese (etileno estresse). A elevação da produção de etileno causa o aumento da respiração dos tecidos. Em decorrência do aumento da atividade respiratória, há um decréscimo nas reservas energéticas dos tecidos. Os principais substratos utilizados na obtenção de energia são os açúcares livres e ácidos orgânicos e a redução na concentração dos mesmos reflete nas perdas das características de sabor do produto (Chitarra, 2000).

A atividade respiratória de produtos minimamente processados aumenta de 1,2 a 7 vezes, em comparação com produtos intactos ou não-processados, dependendo dos produtos, do tipo de corte e da temperatura (Ahvenainen, 1996). Aumentos na respiração, com ocorrência na primeira hora após o processamento, têm sido relatados por diversos autores, em melões (Durigan & Sargent, 1999), abacaxis (Sarzi et al., 2001a), mamões (Sarzi et al., 2001b), mangas (Souza et al., 2003) e goiabas (Mattiuz et al., 2001). Aumentos na produção de etileno também têm sido relatados, principalmente para frutas climatéricas, como melão ‘Cantaloupe’ (Abeles et al., 1992), tomates (Brecht, 1995), bananas e kiwi (Abe & Watada, 1991).

Não diferente de outras frutas, os danos mecânicos resultantes do processamento mínimo do pequi, evidenciados pela extração do caroço e o seu fatiamento, promovem alterações físicas que afetam a fisiologia do produto, reduzindo sua vida de prateleira (Vilas Boas, 2004).

O amaciamento e as mudanças na aparência, geralmente o escurecimento, são as alterações mais flagrantes que ocorrem em frutos durante armazenamento prolongado. Estas mudanças indesejáveis são aceleradas pela

ruptura mecânica das células que ocorre durante o corte, com o contato entre enzimas e substratos (Vilas Boas, 2002). Essas reações químicas têm conseqüências adversas na aparência dos produtos por causarem, principalmente, escurecimento dos tecidos, alterações na textura, como o amaciamento ou endurecimento dos tecidos ou, ainda, por influenciarem as características organolépticas pela produção de sabor e odores desagradáveis (Chitarra, 1998).

O amaciamento é uma das mais importantes modificações normalmente observadas durante o amadurecimento de frutos (Huber, 1983). A diminuição da firmeza pode ser atribuída à perda excessiva de água por transpiração, o que ocorre no armazenamento em atmosfera com baixa umidade relativa. A perda de água afeta adversamente não somente o peso, mas também a aparência, o *flavor* e a textura dos vegetais. Para a maioria dos vegetais, o amaciamento torna-se aparente e o produto é considerado impróprio quando a perda de umidade atinge entre 4% e 8% (Carvalho, 1999). A perda de firmeza, no entanto, é mais freqüentemente atribuída à decomposição enzimática da lamela média e da parede celular (Awad, 1993; Fischer et al., 1994). Um grande número de enzimas tem participação na degradação das substâncias pécticas, tais como pectinametilesterase, poligalacturonase,  $\beta$ -galactosidase, celulase, entre outras. As mais importantes e objeto de maiores estudos são as pectinametilesterases (PME) e as poligalacturonases (PG) (Barret & Gonzalez, 1994).

A poligalacturonase (PG), que é encontrada na maioria dos frutos, catalisa a hidrólise das ligações  $\alpha$ -1,4 do ácido poligalacturônico. Esta enzima é classificada em dois grupos, com base na sua ação sobre o substrato: a endo-PG, com típico rompimento aleatório das ligações glicosídicas e a exo-PG, que retira as moléculas do ácido galacturônico não-esterificado da parte terminal do ácido poligalacturônico da lamela média (Konno et al., 1983).



A enzima pectinametilesterase (PME) é conhecida por desesterificar compostos pécnicos constituintes da parede celular das plantas. A hidrólise de grupos metiléster, catalisada por esta enzima, produz uma pectina com menor grau de metilação, a qual sofre clivagem pela PG. Assim, o efeito sinérgico dessas duas enzimas tem um importante papel no processo de amolecimento do fruto durante o estágio de maturação. A PME é uma enzima de grande importância fisiológica para o metabolismo das plantas, uma vez que está envolvida com a maturação dos frutos (Giovane et al., 1990).

Outro aspecto não menos importante no processamento mínimo de frutos é o escurecimento enzimático. A descoloração, ou escurecimento, na superfície de frutas cortadas pode ocorrer devido à descompartimentação que ocorre quando as células são rompidas, liberando e colocando em contato substratos e oxidases. O fermento também induz a síntese de algumas enzimas envolvidas nas reações de escurecimento ou biossíntese de substratos (Rolle & Chism, 1987). Enzimas celulares de células rompidas estão livres para misturar-se com substratos, produzindo compostos de coloração escura. O escurecimento dos tecidos dos frutos se dá principalmente pela oxidação de compostos fenólicos, reação esta catalisada por duas enzimas: a polifenoloxidase (PFO) e a peroxidase (PER) (Braverman, 1967; Teisson, 1979).

Polifenoloxidase é um termo genérico para um grupo de enzimas que catalisa a oxidação de compostos fenólicos, o que leva à produção da cor marrom na superfície de frutas cortadas. Os substratos fenólicos são encontrados no vacúolo e sua oxidação ocorre somente quando há uma descompartimentalização celular (Belknap et al., 1994). Durante a operação de descasque e corte, as membranas das células são rompidas e substratos entram em contato com enzimas de oxidação. Através da ação de enzimas denominadas oxigenases, mais conhecidas como polifenoloxidases, há formação de quinonas que se polimerizam produzindo as melaninas, compostos de coloração marrom.

Estas enzimas possuem o cobre como grupo prostético e se distinguem devido aos seus substratos específicos, como a tirosinase e a catecolase. Para que ocorra o escurecimento, é necessário, então, que os três componentes, enzima, substrato e oxigênio, atuem em conjunto. Se pelo menos um destes componentes for removido, a reação não ocorrerá (Underkofler, 1968; Ahvenaine, 1996). As polifenoloxidasas são encontradas em quase todas as plantas desenvolvidas, incluindo, trigo, batata, pepino, alcachofra, alface, pêra, mamão, uva, pêssego, manga e maçã, bem como em sementes de cacau (Martinez & Whitaker, 1995).

Outra enzima muito encontrada em plantas é a peroxidase. Mudança na atividade dessa enzima pode ser constatada quando ocorre algum fermento, estresse fisiológico e infecções nos vegetais. A peroxidase é uma enzima que contém um grupo heme e está relacionada com processos de cicatrização, como, por exemplo, a lignificação (Cantos et al., 2002; López-Serrano & Rós-Barcelo, 1995). A peroxidase catalisa a oxidação de alguns compostos amínicos aromáticos de certos fenólicos na presença de peróxido ( $H_2O_2$ ) com posterior formação de polímeros escuros, as melaninas. Balls & Hale (1934) discorreram sobre a necessidade, como substrato, de dois (ou mais) anéis de benzeno substituídos, sendo orto ou para. A possível função da peroxidase na formação da melanina tem sido questionada, dado o baixo teor de peróxido de hidrogênio nos tecidos vegetais. Entretanto, a liberação de peróxido de hidrogênio na oxidação de alguns compostos fenólicos, catalisada pela polifenoloxidase, poderia indicar uma possível ação sinérgica entre essas duas enzimas, o que sugere a participação da peroxidase nos processos de escurecimento (Subramanian et al., 1999).

O escurecimento oxidativo na superfície cortada é o fator limitante no armazenamento de muitas frutas e hortaliças minimamente processadas (Vilas Boas, 2004).

### **2.3.3 Alterações nutricionais com o processamento mínimo**

Outro ponto que deve ser levantado é com relação à inegável evidência de que o consumo regular de frutas e hortaliças tem um prolongado efeito benéfico na saúde dos indivíduos e pode reduzir os riscos de ocorrência de câncer e outras doenças crônicas, como as coronarianas. Outra forte tendência, já observada em países europeus e da Oceania, é a associação entre o consumo de frutos minimamente processados com hábitos salutarres de vida, como o programa “five a day”, que preconiza o consumo de, pelo menos, cinco porções de frutas e ou hortaliças por dia, para uma vida saudável.

Os frutos possuem, em sua constituição, uma variedade considerável de vitaminas, sais minerais e fibras. O pequi pode ser considerado como uma excelente fonte de proteínas, fibras, sais minerais e vitaminas, principalmente vitamina C e beta-caroteno (Vilas Boas, 2004). Porém, a ruptura celular promovida pelo processamento mínimo pode favorecer a perda desses nutrientes. O rompimento celular, a imersão dos tecidos em soluções aquosas e a lavagem dos mesmos propiciam condições para a lixiviação de vitaminas e minerais. O descascamento também pode favorecer a perda de vitaminas, uma vez que em muitos vegetais elas estão concentradas bem próximo das cascas (Klein, 1987; Chitarra, 2000).

A estabilidade das vitaminas em alimentos é afetada por vários fatores, incluindo temperatura, luz, oxigênio e pH. O valor nutricional de frutas e hortaliças não tem sido a principal preocupação de revendedores e produtores. Contudo, a maioria das pesquisas indica que os nutrientes são menos susceptíveis à destruição do que os atributos sensoriais. Assim, técnicas que preservem a qualidade comestível resultam em boa retenção de nutrientes (Chitarra, 2000).

Os elementos minerais não são destruídos pela exposição ao calor, luz, agentes oxidantes e valores extremos de pH. No entanto, podem ser removidos do alimento por lixiviação ou separação física (Chitarra, 2000).

#### **2.3.4 Segurança alimentar e aspectos microbiológicos**

A segurança alimentar, ou seja, a garantia da qualidade microbiológica é um pressuposto básico para o sucesso dos produtos minimamente processados. A qualidade microbiológica desses alimentos está relacionada com a presença de microrganismos deterioradores que irão contribuir para as alterações das características sensoriais do produto, tais como cor, odor, textura e aparência durante o período de vida útil. No entanto, a maior preocupação está relacionada com a segurança do produto. Um alimento seguro para o consumo é aquele que não apresenta contaminação por agentes químicos, físicos ou microbiológicos em concentrações prejudiciais à saúde.

A segurança microbiológica diz respeito à ausência de toxinas microbianas e de microrganismos causadores de infecção alimentar. Nos últimos anos, o número de surtos de infecção alimentar documentados e associados ao consumo de produtos frescos de origem vegetal tem aumentado (Beuchat, 2002). Rosa (2002), ao levantar a qualidade microbiológica de hortaliças minimamente processadas comercializadas em importantes centros urbanos do Brasil, detectou perigosos índices de contaminação. O crescente relato de doenças infecciosas associadas ao consumo de frutas e hortaliças minimamente processadas tem despertado o interesse de agências regulatórias, como a ANVISA e institutos de defesa dos direitos dos consumidores, como é o caso do Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC) (Moretti, 2004). Em matéria intitulada “Verdura pronta para o consumo é reprovada”, veiculada no jornal Folha de São Paulo do mês de maio de 2004, o IDEC apresentou dados referentes à pesquisa conduzida nessa mesma época. Segundo a matéria, de 25 hortaliças minimamente

processadas das principais marcas, coletadas em 11 estabelecimentos comerciais de São Paulo e da grande região do ABC Paulista, em 9 amostras foram encontrados índices de coliformes fecais acima dos limites determinados pelo Ministério da Saúde, segundo a RDC nº12 de 02 de janeiro de 2001 (Brasil, 2001). Análises realizadas pelo Instituto Adolfo Lutz apresentaram concentrações de coliformes variando de 200 a 750 unidades formadoras de colônia por grama (UFC/g) em sete amostras de agrião, nove de alface e nove de cenoura.

Bactérias patogênicas, como *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Shigella*, *Escherichia coli* O157:H7, *Bacillus cereus*, *Vibrio cholerae*; vírus como os da hepatite A e Norwalk e parasitas, como *Giardia lamblia*, *Cyclospora cayatanensis* e *Cryptosporidium parvum*, são de grande importância para a saúde pública e estão relacionados com surtos de infecção alimentar em razão do consumo de frutas e hortaliças frescas contaminadas (Beuchat, 2002).

A garantia da segurança microbiológica dos produtos submetidos ao processamento mínimo dependerá de um controle rigoroso dos processos de produção da matéria-prima, processamento e comercialização do produto final. Os produtos vegetais frescos apresentam uma contaminação diversificada, com microrganismos deterioradores que fazem parte da microbiota normal do produto e que variam de acordo com as condições geográficas, climáticas, práticas de produção, presença de insetos, pássaros e outros animais domésticos ou selvagens, colheita, transporte e armazenamento. Em hortaliças, essa microbiota é dominada por bactérias gram-negativas, consistindo de espécies epífitas de bactérias da família *Enterobacteriaceae* e gênero *Pseudomonas*, enquanto bactérias lácticas, fungos filamentosos e leveduras estão presentes em números relativamente baixos (Nguyen-The & Carlin, 1994). Em frutas frescas, fungos filamentosos e leveduras fracamente fermentativas frequentemente

constituem a microbiota predominante, em razão do pH, que é geralmente abaixo de 4,0 (Vanetti, 2004).

Os gêneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella* formam o grupo denominado coliforme e que têm em comum características, como bacilos gram-negativos, não formadores de esporos, anaeróbios facultativos capazes de fermentar a lactose com produção de gás quando incubados a 35°C-37°C, por 24-48 horas. O hábitat das bactérias que pertencem a este grupo é o trato intestinal do homem e de outros animais; entretanto, espécies dos gêneros *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella* podem se multiplicar em ambientes não fecais. Na contagem de coliformes pode-se diferenciar dois grupos: o de coliformes a 35°C e a 45°C. O índice de coliformes a 35°C (anteriormente denominado coliformes totais) é utilizado para avaliar condições higiênicas; altas contagens significam contaminação durante ou pós-processamento e limpeza/sanificação deficientes, não indicando necessariamente contaminação fecal ou ocorrência de enteropatógenos. O índice de coliformes a 45°C (anteriormente denominado coliformes fecais) é empregado como indicador de contaminação fecal, visto presumir-se que a população deste grupo é constituída de alta proporção de *E. coli*, que tem seu hábitat exclusivamente no trato intestinal. Sua presença indica a possibilidade de ocorrência de outros enteropatógenos como *Salmonella* e *Shigella* (Siqueira, 1995; Franco & Landgraf, 1996).

Outro indicador das condições higiênicas de produção e processamento é a determinação do número total de fungos filamentosos e leveduras. Estes microrganismos estão difundidos no solo, ar e água, fazendo parte da microbiota epífita oriunda do local de plantio, sendo freqüentemente associados à deterioração de vegetais *in natura* (Schlimme, 1995). Os fungos filamentosos, em decorrência de sua atividade pectinolítica e celulolítica, causam o amolecimento do tecido vegetal devido à degradação principalmente da pectina,

além de outros componentes de sustentação (Jay, 1994). De acordo com Wiley (1997), os gêneros de fungos filamentosos comumente isolados em vegetais são: *Aspergillus*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Penicillium* e *Cladosporium*. Algumas espécies dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* e *Claviceps* produzem em seu metabolismo micotoxinas, que são tóxicas ao homem e animais (Franco & Landgraf, 1996).

Segundo Brackett (1987), distintas espécies de leveduras não fermentativas, principalmente *Cryptococcus* e *Rhodotorula* e leveduras fermentativas, tais como *Candida* e *Kloeckera*, fazem parte da microbiota normal de frutos e hortaliças frescos. O controle destes microrganismos nos produtos minimamente processados é importante, devido à alteração de sabor causada pelos produtos da fermentação.

O uso de temperatura baixa, que constitui importante fator para retardar a deterioração de produtos minimamente processados, não é um processo seguro para impedir o crescimento de alguns desses agentes. Patógenos psicrotóxicos, que são aqueles capazes de crescer bem sob condições de refrigeração, são de particular importância e, entre esses, destacam-se *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* e *Aeromonas hydrophila*. Mesmo que não cresçam nas condições de estocagem do produto refrigerado, os demais patógenos podem sobreviver e, quando ingeridos, podem causar danos à saúde do consumidor (Vanetti, 2000).

Processos de redução de tamanho, tais como o corte e o fatiamento, que dão ao consumidor a conveniência do prato preparado e que são uma das características diferenciadoras dos minimamente processados em relação aos alimentos *in natura*, podem favorecer em muito o crescimento microbiano. Com os cortes, a proteção da casca deixa de existir, expondo o interior dos tecidos e estes passam a liberar “sucos” que servirão de meio nutriente para o desenvolvimento da microbiota (Cantwell 1992).

A grande dificuldade que se tem é que ainda não existe uma legislação específica para vegetais minimamente processados (Nascimento et al., 2000).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) pela Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001, estabelece, para frutas frescas, *in natura*, preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto, limite máximo de  $5 \times 10^2$  NMP/g (2,7 ciclos log) para coliformes a 45°C e a ausência de *Salmonella* em 25g do produto (Brasil, 2001), que podem servir como referência para os produtos minimamente processados.

No processamento mínimo, as barreiras para eliminação de microrganismos são poucas, constituindo-se as chamadas tecnologias de barreiras ou obstáculos, que incluem, principalmente, a lavagem, o uso de sanificantes, as embalagens em atmosfera modificada e a refrigeração (Vanetti, 2004).

A manutenção da vida útil de produtos minimamente processados inclui o uso de matéria-prima de alta qualidade, adoção de processos rígidos de sanificação, minimização do dano mecânico com a utilização de facas afiadas, higienização das superfícies utilizadas para o corte, remoção do excesso de água, embalagem com atmosfera apropriada e controle severo da temperatura durante o armazenamento, transporte e manuseio (Cenci, 2000; Kader, 2002).

Medidas preventivas precisam ser adotadas para minimizar a contaminação dos produtos em toda a cadeia produtiva. A implantação das Boas Práticas Agrícolas (BPA), Boas Práticas de Produção (BPP) e do programa de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) é fundamental para o conhecimento e prevenção da contaminação e do crescimento microbiano em produtos minimamente processados, diminuindo os riscos à saúde dos consumidores.



### **2.3.5 Refrigeração, atmosfera modificada e embalagem**

As alterações do produto em decorrência do processamento podem ser minimizadas com o uso de temperatura e embalagem adequadas. A temperatura é a mais importante técnica disponível para minimizar os efeitos do escurecimento. As reações metabólicas nos alimentos são reduzidas a duas ou três vezes para cada 10°C de redução na temperatura (Brecht, 1995). Allong et al. (2000) verificaram que a temperatura de 5°C foi mais eficiente que 10°C em retardar o crescimento microbiano e preservar a qualidade sensorial de mangas minimamente processadas. A respiração do produto cria uma atmosfera modificada no interior das embalagens que ajuda na conservação do produto, reduzindo sua atividade metabólica e o crescimento de alguns microrganismos (King Junior & Bolin, 1989).

A determinação da temperatura ideal de armazenamento para cada produto deve ser estudada. Frutas e hortaliças são muito diferentes fisiologicamente e respondem a baixas temperaturas de maneiras variadas. Em geral, os produtos minimamente processados devem ser armazenados sob temperaturas entre 0°C e 5°C (Brecht, 1995).

Watada et al. (1996), estudando o efeito do aumento da temperatura sobre a taxa respiratória de produtos minimamente processados, observaram aumentos de 3,4 a 8,3 vezes para cada acréscimo de 10°C na temperatura de armazenamento.

Pequis devem ser resfriados antes do seu processamento e a cadeia de frio deve ser respeitada até a sua comercialização. Caroços de pequi e o mesocarpo interno (porção comestível isenta de espinhos) fatiados podem ser conservados, com qualidade, por 2 semanas, aproximadamente, quando mantidos à temperatura média de 6°C. Entretanto, o rompimento da cadeia de frio leva ao comprometimento rápido da qualidade desses produtos (Vilas Boas, 2004).

Altas temperaturas são limitantes na qualidade das frutas, pois afetam diretamente as taxas de todos os processos vitais, tais como respiração e produção de calor vital, maturação e produção de etileno e perda de massa. Portanto, quanto mais rapidamente o produto for acondicionado em sua temperatura ótima de armazenamento, maior será a sua vida de prateleira. Para isso, o ideal é que se mantenha o produto em temperaturas adequadas logo após a sua preparação e durante a cadeia de comercialização até o seu consumo (Lima, 2000).

A umidade relativa durante o armazenamento deve ser controlada, pois exerce efeito sobre a qualidade do produto minimamente processado. Baixos percentuais de umidade relativa no ambiente de armazenamento causam a transpiração do produto e o murchamento. Por outro lado, elevada umidade relativa no armazenamento, com flutuações na temperatura, devem ser evitadas por causarem condensação de água com formação de gotículas na superfície da embalagem ou do produto, o que facilita o crescimento de microrganismos (Chitarra, 2000), além de depreciar a aparência do mesmo.

A embalagem de frutos com filmes poliméricos, parcialmente permeáveis a  $O_2$ ,  $CO_2$  e vapor d'água, constitui-se numa maneira simples de modificação atmosférica. Além de diminuir a taxa respiratória, a embalagem previne o enrugamento e murchamento do produto, pelo controle da transpiração e evaporação. O acondicionamento de pequis em embalagens rígidas de propileno, seladas com filmes flexíveis de PVC 30 micras, tem permitido a extensão de sua vida de prateleira, sob refrigeração (Vilas Boas, 2004).

O aumento dos níveis de  $CO_2$  e a redução dos níveis de  $O_2$  podem retardar o amadurecimento dos frutos, reduzir a taxa de respiração e de produção de etileno, desacelerar várias alterações metabólicas ligadas ao amadurecimento, como amaciamento dos frutos (Zagory & Kader, 1988), retardar a perda de umidade e o escurecimento enzimático (Sarantópoulos, 1997). De acordo com

Cantwell (1992), baixos níveis de oxigênio e índices elevados de gás carbônico, em conjunto, retardam o crescimento microbiano. Em geral, os efeitos sobre a respiração são considerados como o fator determinante para o prolongamento da vida útil de frutas e hortaliças minimamente processadas sob atmosfera modificada (Lana & Finger, 2000).

De acordo com Kader (2002), quanto maior a relação entre as permeabilidades ao O<sub>2</sub> e ao CO<sub>2</sub>, mais apropriado é o filme para a embalagem, pois isto impede que haja acúmulo excessivo de CO<sub>2</sub> que pode ocasionar alterações de sabor.

### **2.3.6 Sanificação**

Uma das etapas fundamentais no processamento mínimo de frutas e hortaliças é a sanificação, que objetiva reduzir os microrganismos alteradores de alimentos a níveis seguros e, principalmente, eliminar a veiculação de patógenos que promovem riscos à saúde dos consumidores (Andrade et al., 2004).

A lavagem em água potável é a primeira operação a que as frutas e hortaliças minimamente processadas são submetidas durante o processamento, quando são removidos resíduos de solo e fragmentos do vegetal. No entanto, esse procedimento tem efeito limitado sobre a microbiota contaminante (Nguyen-The & Carlin, 1994).

A redução significativa da população microbiana do produto pode ocorrer durante a etapa de sanificação, quando se adotam tratamentos com substâncias químicas antimicrobianas. No entanto, a eficiência de um antimicrobiano depende de fatores ambientais, que podem agir isoladamente ou em combinação, tais como pH, atividade de água, temperatura, atmosfera e carga microbiana inicial (Wiley, 1994).

Segundo a Food and Drug Administration (FDA), a eficiência dos sanificantes é satisfatória quando é capaz de reduzir microrganismos na ordem

de 3 a 5 ciclos log. A sanificação com antimicrobianos, como dióxido de cloro, hipoclorito de sódio, fosfato trissódico, peróxido de hidrogênio e ozônio, tem sido extensivamente avaliada, mas também tem efeito limitado sobre a microbiota deterioradora e patogênica (DeRoeve, 1999; Bittencourt, 2000; Fantuzzi et al., 2004). A expectativa de que a lavagem e sanificação serão efetivas para eliminação de microrganismos é frustrada com redução da população em apenas 1 a 2 ciclos logarítmicos (Zagory, 1999).

Métodos rigorosos de higiene e limpeza devem ser adotados na sanificação do pequi, visto que os frutos, quando maduros, são colhidos no chão, apresentando rachaduras no epicarpo, o que deixa o mesocarpo interno (parte comestível) à mercê dos microrganismos oriundos do solo. A possibilidade dessa matéria-prima chegar à planta de processamento com uma alta carga inicial microbiana é grande (Vilas Boas, 2004).

A sanificação dos caroços e fatias tem se mostrado eficiente na obtenção de pequis minimamente processados seguros, microbiologicamente (Vilas Boas, 2004). Limites toleráveis de coliformes a 45°C e ausência de *Salmonella* têm sido constatados em pequis minimamente processados (caroço e fatias), quando sanificados com hipoclorito de sódio e peróxido de hidrogênio e armazenados a 6°C, durante 15 dias (Rodrigues et al., 2004a, b).

### **2.3.7 Agentes sanificantes**

#### **2.3.7.1 Hipoclorito de sódio**

O cloro, nas suas várias formas, é o sanificante mais usado em alimentos e é germicida de amplo espectro de ação, que reage com as proteínas da membrana de células microbianas, formando compostos N-cloro, interferindo no transporte de nutrientes e promovendo a perda de componentes celulares.

Concentrações de 50 a 200ppm de cloro livre são necessárias para inativar células vegetativas de bactérias e fungos (Simons & Sanguansri, 1997),

mas a concentração deve ser determinada para cada produto. Fatores, tais como o pH, temperatura, matéria orgânica e concentração do sanificante, sozinhos ou combinados, irão determinar a ação antimicrobiana da solução à base de cloro. O controle da concentração do cloro é um ponto chave no sucesso da sanificação. Concentrações mais elevadas de cloro podem causar problemas, como descoloração, perda da qualidade e aumento na corrosão de equipamentos. Outro ponto importante diz respeito à formação de subprodutos nocivos, como cloraminas e trihalometanos, que ocorrem com a combinação do cloro com a matéria orgânica (Garg et al., 1990; Park & Lee, 1995; Vanetti, 2004).

Estudos com *E.coli* O157:H7 mostraram que este microrganismo é sensível ao cloro, ozônio e outros sanificantes, desde que haja contato físico do agente sanificante com a célula bacteriana; sendo assim a efetividade do sanificante para o tratamento vegetal provavelmente depende da habilidade e atividade do agente para entrar em contato com o microrganismo (Suslow, 1999).

Ayhan et al.(1998) relatam que, durante a estocagem sob refrigeração, houve aumento da contagem total de psicotróficos para amostras de melões lavadas e não lavadas, quando comparadas àquelas tratadas com cloro.

Relatos de Garg et al. (1990), trabalhando com concentrações mais altas, 300 ppm de cloro, mostraram redução de três ciclos logarítmicos na contagem microbiana de folhas de alface, porém, a essa concentração o produto teve sua aparência e cor prejudicadas.

A redução de apenas uma a duas unidades log pode ser obtida pela lavagem com cloro. Experiências demonstram que, embora o banho com hipoclorito reduza significativamente a população inicial da microbiota natural de produtos vegetais, as populações finais das amostras tratadas e não tratadas não foram significativamente diferentes após o período de incubação sob

refrigeração, mesmo quando as contagens globais de aeróbios mesófilos mostraram-se reduzidas (Beuchat, 1996; Nicholl & Prendergast, 1998).

Em seus estudos, Zhang & Farber (1996) concluíram que a eficácia do cloro foi parcial, reduzindo em apenas um ciclo logarítmico o número de *Listeria monocytogenes* em couve; o tipo de hortaliça e a temperatura da solução influenciam na eficiência da água clorada, já que soluções a 22°C levaram à maior redução de microrganismos do que a 4°C.

#### **2.3.7.2 Peróxido de hidrogênio**

O peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) também tem sido utilizado como agente sanificante. Ele forma-se naturalmente em várias células vivas, sendo decomposto pela catalase, em água e oxigênio (Multon, 1988). Várias aplicações experimentais de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> como agente antimicrobiano em alimentos têm sido descritas. Dentre elas, estão a preservação de frutas e vegetais frescos, o controle do apodrecimento pós-colheita de uvas de mesa, a lavagem de cogumelos frescos e preservação de saladas vegetais, melões frescos e frutas em bagos (Sapers & Simmons, 1988).

Outro fator limitante da ação do peróxido de hidrogênio é o excesso de espuma que se forma na superfície do produto imediatamente após o contato deste com o peróxido. Para minimizar esse fator, podem ser usadas substâncias anti-espumantes, as quais, segundo Sapers et al. (2000), resolvem parcialmente o problema.

A FDA classifica o peróxido de hidrogênio como agente antimicrobiano seguro para ser usado em alimentos. É inofensivo ao ambiente, pois pode ser rapidamente degradado em produtos inócuos, como água e oxigênio, estando disponível comercialmente em grande variedade de concentrações que vão de 3% a 90% (Juven & Pierson, 1996).

Apresentam amplo espectro de eficiência contra vírus, bactérias, leveduras, fungos e esporos bacterianos. Em geral, observa-se maior efetividade em bactérias gram-positivas e negativas; entretanto, a capacidade de síntese de catalase ou outras peroxidases por esses organismos pode aumentar sua tolerância em presença de baixas concentrações de peróxido de hidrogênio. Microrganismos anaeróbios são mais susceptíveis, pois não produzem catalase para degradar o peróxido (Block, 1991).

O peróxido de hidrogênio atua como forte oxidante, atacando os componentes celulares essenciais, incluindo lipídeos e proteínas da membrana celular, polissacarídeos e DNA microbianos (Block, 1991; Brul & Coote, 1999).

A efetividade do peróxido de hidrogênio está relacionada ao tipo, ao número e ao estado fisiológico dos microrganismos, à concentração usada, à temperatura do tratamento, ao pH e à composição do produto, além da atividade natural da catalase. Nambudripad et al. (1951), estudando a ação do peróxido de hidrogênio sobre os microrganismos isolados do leite, verificaram que, em geral, os grupos de bactérias gram-negativas, especialmente os coliformes são mais suscetíveis à destruição que as espécies gram-positivas esporuladas. Altas concentrações de peróxido de hidrogênio (10 a 30%) e longo tempo de contato são requeridos para a destruição de esporos (Russel & Chopra, 1996), quando aplicado a baixas temperaturas.

Em temperaturas mais elevadas, a ação bactericida do peróxido de hidrogênio aumenta e sua taxa de decomposição é acelerada. A cada aumento de 10°C na temperatura do meio, há aumento em aproximadamente duas vezes na atividade do peróxido de hidrogênio (Roundy, 1958). Por ser estável em altas temperaturas, é aplicado a 125°C na esterilização de embalagens (Tortora et al., 2000). Sapers et al. (2001) estudaram o efeito da sanificação sobre a casca de melão cantaloupe minimamente processado. Os sanificantes testados foram H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 5% a 50°C, Cl<sub>2</sub> 100 ppm, formulações de detergentes comerciais contendo

ácido sulfônico dodecilbenzeno e ácido fosfórico, fosfato trisódico 4% e soluções surfactantes, como sulfato de sódio dodecil e sulfosuccinato de sódio dioctil. O tratamento mais eficiente na melhora da qualidade microbiológica e da vida de prateleira foi o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 5% a 50°C.

A influência do pH na ação do peróxido de hidrogênio é um fator que deve ser considerado. A tendência do peróxido em se decompor é maior com o aumento do pH. Em pH 3 (50°C), o peróxido é muito estável e dotado de grande ação esporicida (Santos, 2003).

Sapers et al. (1999) demonstraram a eficácia do peróxido de hidrogênio na descontaminação de maçãs contendo *Escherichia coli* inoculada. Sua utilização como agente esterelizante de superfícies de maçãs e pêras também eliminou o amolecimento dos frutos causado por fungos (Colgan & Johnson, 1998).

Mões-Oliveira (2001), estudando a influência do peróxido de hidrogênio a 0,5% e 1% na sanificação de mamão minimamente processado, observou que as duas concentrações foram eficientes em reduzir o crescimento de fungos, bactérias lácticas, aeróbios mesófilos e psicotróficos.

Berli (2004), estudando a influência do dicloro isocianurato de sódio e do peróxido de hidrogênio em cebolas minimamente processadas, verificou que este último foi mais eficiente para controlar o crescimento de aeróbios mesófilos e fungos durante sete dias de armazenamento a 4°C.



### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABE, K.; WATADA, A. E. Ethylene absorbent to maintain quality of lightly processed fruits and vegetables. **Journal of Food Science**, Chicago, v.56, n.6 p.1492-1496, Nov./Dez. 1991.

ABELES, F. B.; MORGAN, P. W.; SALVEIT, M. E. **Ethylene in plant biology**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 1992.

ABRAMOVAY, R. **Moratória para os Cerrados - Elementos para uma estratégia de agricultura sustentável**. Disponível em: <[http://www.econ.fea.usp.br/abramovay/outros\\_trabalhos/1999/Moratoria\\_para\\_os\\_cerrados.pdf](http://www.econ.fea.usp.br/abramovay/outros_trabalhos/1999/Moratoria_para_os_cerrados.pdf)>. Acesso em: 22 marc. 2005.

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

AHVENAINEM, R. New approaches in improving the shelf-life of minimally processed fruit and vegetables. **Trens in Food Science & Tecnology**. Chicago, v. 7, n. 6, p.179-187, June, 1996.

ALLONG, R.; WICKHAN, L. D.; MOHAMMED, M. Effect of clicing on the rate of respiration, ethylene production and ripening of mango fruit. **Journal of Food Quality**, Westport, v. 24, n.5, p.405-419, Nov. 2001.

ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. F. **Cerrado: espécies vegetais úteis**. Planaltina: EMBRAPA/CPAC, 1998. 464p.

ALMEIDA, S. P.; SILVA, J. A. **Piqui e buriti**: Importância alimentar para a população dos Cerrados. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1994. 38 p.

ANDRADE, N.; BASTOS, M. S. R.; ANTUNES, M. A. Higiene e sanitização de frutas e hortaliças minimamente processadas. **In: Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças** (MORETTI, C.L.-ed.). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

ARAÚJO, F. D. **The ecology, ethnobotany and management of *Caryocar brasiliensis*** Camb. round Montes Claros, MG, Brasil. 1994. 175p. Tese (Doutorado em Filosofia) – University of Oxford, Oxford.

ARAÚJO, F. D. A review of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) - an economically valuable species of the Central Brazilian Cerrados. **Economic Botany**, New York, v.49, n.1, p.40-48, Mar. 1995.

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.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114p.

AYHAN, Z.; CHISM, G. W.; RICHTER, E. R. The shelf-life of minimal processed fresh cut melons. **Journal of Food Quality**, Westport, v.21, n.1, p.29-40, Jan. 1998.

BALLS, A K.; HALE, W. S. On peroxidase. **Journal of Biological Chemical**, Baltimore, v.107, p.767-782. 1934.

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, 1972.

BARRET, D. M.; GONZALEZ, C. Activity of softening enzymes during cherry maturation. **Journal of Food Science**, Chicago, v.59, n.3, p.574-577, May/June 1994.

BEERLI, K. M. C.; VILAS BOAS, E. V. de B.; PICCOLI, R. H. Influência de sanificantes nas características microbiológicas, físicas e físico-químicas de cebola (*Allium cepa* L.) minimamente processada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.1, p.107-112, Jan./Fev. 2004.

BELKNAP, W. R.; VAYDA, M. E.; PARK, W. D. **The Molecular and Cellular biology of the potato**. 2.ed. CAB INTERNATIONAL. P 515-153, 1994.

BEUCHAT, L. R. Ecological factor influencing survival and growth of humans pathogens on raw fruits and vegetables. **Microbes and Infections**, Paris, n.4, v. 4, p. 413-423, Apr. 2002.

BEUCHAT, L. R. Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. **Journal of food Protection**, Ames, v.59, n.2, p.204-216, Feb.1996.

BITTENCOURT, M. **Atividade microbiana em couve (*Brassica oleraceae* cv *acephala*) minimamente processada.** 2000, 101p. Dissertação (Mestrado em Microbiologia agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BLOCK, S. S. Peroxygen compounds, p. 167–181. In S. S. Block (ed.), **Disinfection, sterilization and preservation**, 4.ed. Lea & Febiger, Philadelphia, Pa., 1991.

BRACKETT, R. E. Microbiological consequences of minimal processing of fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, Westport, v. 10, n. 3, p. 195-206, 1987.

BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará.** 3. ed. Fortaleza: Imprensa Oficial, 1976. 540p.

BRANDÃO, M.; CARVALHO, P. G. da S.; JESUÉ, G. **Guia ilustrado de plantas do cerrado de Minas.** Belo Horizonte: CEMIG, 1992. 78p.

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

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução – RDC nº12**, de 2 de janeiro de 2001. Disponível <[http://www.anvisa.gov.br/legis/resolucoes/12\\_01.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resolucoes/12_01.htm)>.

BRAVERMAN, J. B. S. **Vitaminas.** In: *Introducción a la bioquímica de los alimentos.* Barcelona: Omega, 1967. Cap.14, p.206-241.

BRECHT, J. K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **Hortscience**, Alexandria, v. 30, n.1, p. 18-22, Feb. 1995.

BRECHT, J. K.; SALTVEIT, M. E.; TALCOTT, S. T. Alterações metabólicas em frutas e hortaliças minimamente processadas. **In: Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças** (MORETTI, C. L. - ed.). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.

BRUL, S.; COOTE, P. Preservative agents in foods: Mode of action and microbial resistance mechanisms. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v.50, n.1-2, p.1-17, Sept. 1999.

BURNS, J. K. Lightly processed fruits and vegetables: introduction to the colloquium. **HortScience**, Alexandria, v.30, n.1, p.14, Feb. 1995.

CANMTWELL, F. F. M. **Postharvest handling systems. Minimally processed fruits and vegetables.** In: KADER, A. A. (ed.). Postharvest technology of horticultural crops. 2. ed. Davis, 1992. p. 277-281.

CANTOS, E.; TUDELA, J. A.; GIL, M. I.; ESPÍN, J. C. Phenolic Compounds and Related Enzymes are not Rate-Limiting in Browning Development of Fresh-Cut Potatoes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.50, n.10, p.3015-3023, Oct. 2002.

CARVALHO, H. A. **Utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita de goiaba 'Kumagai'**. 1999. 118p. Tese (doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CENCI, S. A. Pesquisa em processamento mínimo no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS. 2, 2000. Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, p.110-116.

CHAVES, L. J. **Melhoramento e Conservação de Espécies Frutíferas do Cerrado.** 2005. Disponível em: <<http://www.sbmp.org.br/cbmp.2001/palestras/palestra.htm>>. Acesso em: 22 mar. 2005.

CHÉVEZ POZO, O. V. **O pequi (*Caryocar brasiliense*): uma alternativa para o desenvolvimento sustentável do cerrado no Norte de Minas Gerais.** 1997. 100p. Dissertação (Mestrado em Administração Rural) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CHITARRA, M. I. F. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças.** Viçosa: Centro de produções técnicas. 1998. 88 p.

CHITARRA, M. I. F. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 113 p. Apostila.

COLGAN, R. J.; JOHNSON, D. S. The effects of postharvest application of surface sterilizing agents incidence of fungal rots in stored apples and pears. **Journal Horticultural Science Biotechnology**, Ahsford, v.73, n.3, p.361-366, May. 1998.

- DeROEVER, C. Microbiological safety evaluations and recommendations on fresh produce. **Food Control**, Oxford, v.10, n.2, p.117-143, Apr. 1999.
- DURIGAN, J. F.; SARGENT, S. A. Uso do melão Cantaloupe na produção de produtos minimamente processados. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v.10, p.69-77, 1999.
- DURIGAN, J. F.; SARZI, B. Processamento mínimo de frutas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 5. 2002. Friburgo, RS. **Anais...** Friburgo, RS: Epagri. 2002. p.11-18.
- FANTUZZI, E.; VANETTI, M. C. D.; PUSCHMANN, R.; MORAES, C. A. Microbiota contaminante de repolho minimamente processado. **Ciência e tecnologia de Alimentos**, v.24, n.2, p.207-211, Jun. 2004.
- FERREIRA, M. B. Frutos comestíveis nativos do cerrado em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.6, n.61, p.9-18, Jan. 1980.
- FISHER, M.; ARRIGONI, E.; AMADO, R. Changes in pectic substances of apples during development and postharvest ripening. Part 2: Analysis of the pectin fraction. **Carbohydrate Polymers**, London, v.25, n.6, p.167-175, 1994.
- FONSECA, C. E. L.; MUNIZ, I. A. F. Informações sobre a cultura de espécies frutíferas nativas da região dos cerrados. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.16, n.173, p.12-16, Mar./Abr. 1992.
- FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**, 9 ed., São Paulo, 2002. 230p.
- FRANCO, B. D. G. de M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 182p.
- GARG, N.; CHUREY, J. J.; SPLITTSTOESSER, D. F. Effect of processing conditions on the microflora of fresh vegetables. **Journal of Food Protection**, Ames, v.53, n.8, p.701-703, Aug. 1990.
- GIOVANE, A.; QUAGLILO, L.; CASTALDO, D.; SERVILLO, L.; BALESTRIERI, C. Pectin methyl esterase from actinidia chinensis fruit. **Phytochemistry**, Oxford, v.29, n.9, p.2821-2823, Sept. 1990.

GRIBEL, R. **Ecologia da polinização e da dispersão de *Caryocar brasiliense* Camb. (Cariocaraceae) na região do Distrito Federal.** 1986. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília.

GRIBEL, R.; HAY, J. D. Pollination ecology of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) in central Brazil cerrado vegetation. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.9, n.2, p.199-211, May. 1993.

GUIA RURAL ABRIL. **As culturas de A até Z.** São Paulo: Abril, 1986. p.249-385.

HOBSON, G. E.; TUCKER, W. G. Lightly-processed horticultural products. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.9, n.2, p.113-114, Nov. 1996.

HUBER, D. J. The role of cell wall hydrolases in fruit softening. **Horticultural Review**, New York, v.5, p.169-219, 1983.

IBGE (Rio de Janeiro). Extração vegetal e silvicultura. **Anuário estatístico do Brasil.** Rio de Janeiro, v.57, p.355-360, 1997.

IBGE (Rio de Janeiro, RJ) . **Tabelas de composição de alimentos.** 5.ed. Rio de Janeiro, 1999.

IFPA, 2005. International fresh-cut produce association. Disponível em : < <http://www.fresh-cuts.org> >. Acesso em: 29 mar.2005.

JAY, J. M. **Microbiologia moderna de los alimentos.** 3ed. Zaragoza: Espanha, 606p., 1994.

JUVEN, B. J.; PIERSON, M. D. Antibacterial effects of hydrogen peroxide and methods for its detection and quantization. **Journal of Food Protection**, Ames, v.59, n.11, p. 1233- 1241, Nov. 1996.

KADER, A. A. **Posthavest biology and technology: an overview.** In: Posthavest technology os horticultural crops. 3. ed. California; University of California, Agriculture and Natural Resources, 2002. p. 435-461. (Davis publ. 3311).

KING JUNIOR, A. D.; BOLIN, H. R. Physiological ad Microbiological Storage Stability of Minimally Processed Fruits and Vegetables. In: OVERVIEW

OUTSTANDING SYMPOSIA IN FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY, 1988, New Orleans, **Anais...** Chicago: Institute of Food Technologists, 1989, p. 132-135.

KLEIN, B. P. Nutritional consequences of minimal processing of fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, Connecticut, v.10, n.3, p.179-193, 1987.

KONNO, H. YAMASAKI, Y.; KATOH, K. Degradation of pectic polysaccharides extracted from suspension cultures of carrot by purified exopolygalacturonase. **Plant Physiology**, Rockville, v.61, n.1, p.20-26, Jan. 1983.

LABORIAU, L. F. G. Sobre a formação de novos biólogos de plantas no Brasil. **O Biológico**, São Paulo, v.32, n.6, p.113-121, Jun. 1966.

LANA, M. M.; FINGER, F. L. Atmosfera modificada e controlada-Aplicação na conservação de produtos hortícolas. **Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Embrapa Hortaliças**, 2000. 34p.

LIMA, L. C. de O. Processamento mínimo de kiwi e mamão. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa, MG. **Palestras...**, Viçosa, MG: UFV, 2000.

LÓPEZ-SERRANO, M., RÓS-BARCELO, A. Peroxidase in Unripe and Processing Strawberries. **Food Chemistry**, Chicago, v.52, n.2, p.157-160. 1995.

MULTON, J. L. Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias. Zaragoza: Acribia, 1988, 680 p.

MACEDO, G. A. R.; FERREIRA, M. B.; SCUDER, C. J. **Dieta de novilhos em pastagem nativa do cerrado**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1978, 29p.

MARTINEZ, M. V.; WHITAKER, J. R. The biochemistry and control of enzymatic browning. **Trends in Food Science & Technology**, Oxford, v.6, n.6, p.195-200, June 1995.

MATTIUZ, B.; DURIGAN, J. F.; SARZI, B. Aspectos fisiológicos de goiabas 'Pedro Sato' submetidas ao processamento mínimo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 8, 2001, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Fisiologia, 2001. CD-Rom.

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.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. A importância dos pré-processados. **Fruitsfatos**, São Paulo, v.1, n.1, p. 16-18, 1999.

MÕES-OLIVEIRA, E. C. **Influência de sanitizantes na qualidade de mamão de safra e entressafra minimamente processado**. 2001. 90p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MORETTI, C. L. Panorama do processamento mínimo de hortaliças. In: Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, 3, 2004, Viçosa, MG. **Palestras...**, Viçosa, MG: UFV, 2004, 8p.

MORETTI, C.L. Processamento mínimo de hortaliças: alternativa viável para a redução de perdas pós-colheita e agregação de valor ao agronegócio brasileiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n.2, p.1, Mar. 1999.

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/SBPC>>. Acesso em: 09 set. 2003.

NAMBUDRIPAD, V. K. N.; LAXMINARAYA, H.; IYA, K. K. Bactericidal efficiency of hydrogen peroxide. Part III. Influence of different concentrations of the rate and extent of destruction of some bacteria of dairy importance. **Indian Journal of Dairy Science**, New Delhi, v.4, n.1, p.38- 44, 1951.

NASCIMENTO, E. F.; MOLICA, E. M.; MORAES, J. S. Hortaliças minimamente processadas (mercado e produção). **Brasília: EMATER-DF**, 2000. 53p.

NGUYEN-THE, C.; CARLIN, F. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.34, n.4, p.371-401, 1994.

NICHOLL, P.; PRENDERGAST, M. Disinfection of shredded salad ingredients with sodium dichloroisocyanurate. **Journal Food processing and Preservation**, Connection, v.22, n.1, p.67-79, Mar. 1998.



PARK, W. P.; LEE, D. S. Effect of chlorine treatment on cut water cress and onion. **Journal of Food Quality**, Connecticut, v. 18, n.4, p. 415-424, Aug. 1995.

PAULA, E. P.; ALVES, J. L. H. **Madeiras nativas: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso**. Brasília: Fundação Mokiti Okada, 1997. 541p.

Pequi - Tecnologia aliada ao sabor. 2005. Disponível em:  
<<http://revista.fapemig.br/11/pequi.html>>. Acesso em: 03 abr. 2005.

PEREIRA, B. A. de S. Flora nativa. In: DIAS, B. F. de S. **Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis**. Brasília: FUNATURA: IBAMA, 1992. p.53-62.

PRANCE, G. T.; SILVA, M. F. **Caryocaraceae**. New York: Hafner, 1973. 75p. (Flora Neotropical, Monograph n.12).

RIBEIRO, J. F. **Pequi**: o rei do cerrado. Rede Cerrado: Belo Horizonte: Rede Cerrado, 2000. 62 p.

RIBEIRO, J. F.; GONZALES, M. I.; OLIVEIRA, P. E. A. M.; MELO, J. T. Aspectos fenológicos da espécie nativa do Cerrado. In: Congresso Nacional de Botânica, 32, 1981, Teresina, PI. **Anais...** Teresina, PI: Sociedade Botânica do Brasil, 1981. p.1981-198.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. Fitossomias do bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P. (Ed.). **Cerrado: ambiente e flora**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 1998. p.89-166.

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

RODRIGUES, L. J.; VILAS BOAS, E. V. de B; PICCOLI, R. H.; DE PAULA, N. R. F.; PINTO, D. M.; VALERIANO, C. M. Efeito de sanificantes na manutenção da qualidade de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) fatiado. In: Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, 3, 2004, Viçosa, **Resumos...** Viçosa: UFV, 2004a, p.152.

RODRIGUES, L. J.; VILAS BOAS, E. V. de B; PICCOLI, R. H.; DE PAULA, N. R. F.; VALERIANO, C. M.; PINTO, D. M.; MELO, A. A. M. Influência de sanificantes na manutenção da qualidade de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.)

minimamente processado. In: Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, 3, 2004, Viçosa, **Resumos...** Viçosa: UFV, 2004b, p.154.

ROJO, F.; SAABOR, A. Aceitação dos pré-processados é pequena mas cresce entre consumidores esclarecidos. **FruitFatos**, São Paulo, n.4, p.15, 2003.

ROJO, F.; SAABOR, A. Praticidade impulsiona a venda de pré-processados. **FruitFatos**, São Paulo, v.2, n.2, p.42-44, 2002.

ROLLE, R. S.; CHISM, III, G. W. Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. **Journal of Food Science**, Chicago, v.10, n.3, p.157-178, May./June 1987.

ROSA, O. O. **Microbiota associada às alterações da qualidade de produtos hortícolas minimamente processados durante a comercialização em redes de supermercados**. 2002. 155p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ROSEN, J.; KADER, A. A. Postharvest physiology and quality maintenance of sliced pear and strawberry fruits. **Journal of Food Science**, Chicago, v.54, n.3 p.656-659, May./June 1989.

ROUNDY, Z. D. Treatment of milk for cheese with hydrogen peroxide. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.41, n.10, p.1460-1465, Out. 1958.

RUSSELL, A. D.; CHOPRA, I. Understanding antibacterial action and resistance, 2.ed. Ellis Horwood, Chichester, England. 1996.

SALVEIT, M. E. Physical and physiological changes in minimally processed fruits and vegetables. p.205-220. In: F.A. Tomáz-Barberán and R.J. Robins (EDS.), Phytochemistry of fruit and vegetables. Oxford University Press, London. 1997.

SANTOS, H. P. **Influência da sanificação sobre a qualidade de melão amarelo (*Cucumis melo L*) minimamente processado**. 2003. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SAPERS, G. M.; MILLER, R. L.; JANTSCHKE, M. MATTRAZZO, A. M. Factors limiting the efficacy of hydrogen peroxide washer for decontamination of apples containing *Escherichia coli*. **Journal Food Science**, Chicago, v.65, n.3, p. 529-532, May./June 2000.

SAPERS, G. M.; MILLER, R. L.; MATTRAZZO, A. M. Effectiveness of sanitizing agents in inactivating *Escherichia coli* in Golden Delicious apples. **Journal of Food Science**, Chicago, v.64, n.4, p.734-737, July/Aug. 1999.

SAPERS, G. M.; MILLER, R. L.; PILIZOTA, V.; MATTRAZZO, A. M. Antimicrobial treatments for minimally processed cantaloupe melon. **Journal of Food Science**, Chicago, v.66, n.2, p.345-349, Mar./Apr. 2001.

SAPERS, G. M.; SIMMONS, G. F. Hydrogen peroxide disinfection of minimally processed fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v.52, n.2, p.48-52, Feb. 1998.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. I. Especificações para embalagens de vegetais minimamente processados (fresh-cut). **Boletim Técnico do Centro Tecnológico de Embalagens**, Campinas, v.9, n.5, p.8. Set./Out. 1997.

SARZI, B.; DURIGAN, J. F.; LIMA, M. A.; MATTIUZ, B. Comportamento respiratório de mamão minimamente processado quando armazenado sob diferentes temperatura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 8, 2001, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Fisiologia, 2001b. CD-Rom.

SARZI, B.; DURIGAN, J. F.; TEIXEIRA, G. H. A.; DONADON, J. R. Efeito da temperatura e tipo de corte na conservação de abacaxi minimamente processado (PMP). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 8, 2001, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Fisiologia, 2001a. CD-Rom.

SCHLIMME, D. V. Marketing lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v.30, n.1, p.15-17, Jan. 1995.

SENA, A. O grito do pequizeiro. O Estado de Minas, Belo Horizonte, 30 nov. 1985. **Caderno agropecuário**, p-5.

SILVA, D. B.; SILVA, J. A.; JUNQUEIRA, N. T. V.; ANDRADE, L. R. M. *Frutas do Cerrado*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 178 p.

SILVA, E. C. da. **Desenvolvimento de emulsões cosméticas utilizando o óleo de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.)**. 1994. 112p. (Dissertação – Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

SILVA FILHO, P. V. da. Plantas do cerrado produtoras de matéria tintorial. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.16, n.173, p.27-32, 1992.

SIMONS, L. K.; SANGUANSRI, P. Advances in the washing of minimally processed vegetables. **Food Australia**, Werribee, v. 49, n. 2, p. 75-80, Feb. 1997.

SIQUEIRA, R. S. de. Manual de microbiologia de alimentos. **Brasília**: EMBRAPA-SPI; Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1995. 159p.

SOUZA, B. S.; DURIGAN, J.F.; DONADON, J. R.; MIGUEL, A. C. A. Comportamento respiratório de produto minimamente processado de manga 'Keitt' amadurecida em estufa ou naturalmente. In: ANNUAL MEETING OF THE INTRAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 49. 2003. Fortaleza. **Program and abstracts...** Fortaleza: ISHS, Embrapa Agroindústria Tropical. 2003, p.181.

SUBRAMANIAN, N.; VENKATESH, P.; GANGULI, S.; SINKAR, V. P. Role of Polyphenol Oxidase and Peroxidase in the Generation of Black Tea Theaflavins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.47, n.7, p.2571-2578, July 1999.

SUSLOW, T. Microbial food safety is your responsibility. *Vegetable Biotechnology*, p.1-7, Jan. 1999. Disponível em <<http://vric.ucdavis.edu/vrichoml/html/foodsafety.htm>>. Acesso em 03 de mar 2005.

TEISSON, C. L'è brunissement interne de l'ananás. I-Historique. II-Material e métodos. **Fruits**, Paris, v.34, n.4, p.245-281, July/Aug. 1979.

TORTORA, G.; FUNKE, B. R.; CASE, C.L. **Microbiologia**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000. 827p.

UNDERKOFLE, L. A. Enzymes. In: Furia, T.E. **Handbook of food additives**. Cleveland: The Chemical Rubber CO. 1968. p. 51-105.

VANETTI, M. C. D. Controle microbiológico e higiene no processamento mínimo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MINIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2, 2000, Viçosa, MG, **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2000. p. 44-52.

VANETTI, M. C. D. Segurança microbiológica em produtos minimamente processados. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MINIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3, 2004, Viçosa, MG, **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2004. p. 30-32.

VILAS BOAS, E. V. de B. Frutas minimamente processadas: pequi. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MINIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3, 2004, Viçosa, MG, **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2004. p. 122-127.

VILAS BOAS, E. V. de B. **Qualidade de alimentos vegetais.** UFLA/FAEPE/DCA, 2002. 68p. (Curso de Especialização Pós-graduação "Lato sensu" Ensino à Distância: Tecnologia e qualidade de alimentos vegetais).

VILELA, G. F. **Variações em populações naturais de *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae): fenológicas, genéticas e de valores nutricionais de frutos.** 1998. 88p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

VITTI, M. C. D.; KLUGE, R. A. Prontos para o consumo: produtos Minimamente Processados. In: Panorama da Pós-colheita e Comercialização, 2002, Piracicaba. **Anais do Seminário de flores, frutas e hortaliças.**

WATADA, E. A.; KO, N. P.; MINOTTI, D. A. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 9, n.2, p.115-125, Nov. 1996.

WILEY, R. C. (Ed.) Fruits y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas. Espanha: Acribia, 1997, 362p.

WILEY, R. C. (Ed.) **Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables.** New York: Campman & Hall, 1994. p. 226-268.

ZAGORY, D. Effects of post-processing handling and packaging on microbial population. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.15, n.3, p.313-321, Mar. 1999.

ZAGORY, D.; KADER, A. A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology**, Chicago, v.42, n.9, p.70-77, Sept. 1998.

ZHANG, S.; FARBER, J. M. the effects of various disinfectantes against *Listeria monocytogenes* on fresh-cut vegetables. **Food Microbiology**, Oxford, v.13, p.311-321, 1996.

## **CAPÍTULO 2**

### **CARACTERIZAÇÃO DO CICLO VITAL**

## RESUMO

RODRIGUES, Luiz José. **Caracterização do ciclo vital do pequi**. 2005. 152p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras\*.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar o pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) ao longo do seu ciclo vital, por meio de análises físicas, físico-químicas e químicas. Os frutos foram coletados a 12km de Itumirim, sul de Minas Gerais, em intervalos de sete dias, a partir da antese, até os frutos apresentarem rachaduras no epicarpo, deixando à mostra o mesocarpo interno (polpa), estando ainda aderidos à planta. A floração do pequi iniciou-se no mês de setembro e o ápice desse evento foi em novembro; sua frutificação inicial ocorreu em janeiro, sendo fevereiro o período ideal para a coleta, mas algumas frutas maduras ainda eram encontradas no início de março. O período compreendido entre a abertura da flor (antese) até o amadurecimento foi de 84 dias (12 semanas). O fruto atingiu seu tamanho máximo aos 84 dias (12ª semana) após a antese, com 119,26g, 6,26cm e 6,21cm, representando a sua massa, diâmetros longitudinal e transversal, respectivamente, ao final do seu crescimento. As coordenadas  $L^*$  e  $a^*$  aumentaram seus valores, indicando mudanças na sua coloração, do verde-escuro ( $L^*= 4,65$  e  $a^*= -24,82$ ) para o verde-claro ( $L^*= 36,80$  e  $a^*= -5,86$ ). O caroço do pequi apresentou aumento significativo de massa, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal com o decorrer do crescimento do fruto. O mesocarpo interno (polpa comestível) foi observado 14 dias (2ª semana) após a antese, quando a mudança mais flagrante observada foi o surgimento da coloração amarela aos 63 dias (9ª semana) após a antese, intensificando-se com o transcorrer do desenvolvimento do fruto, evidenciado por meio do incremento na coordenada  $b^*$ . A composição centesimal da polpa foi influenciada pelo crescimento do fruto, com aumento da umidade, extrato etéreo, proteína, fibra e cinzas e redução de glicídeos. Concomitantemente, verificou-se aumento de  $\beta$ -caroteno e vitamina C, apresentando 2235,66U.I. e 98,84mg de ácido ascórbico.100g de polpa<sup>-1</sup> na 12ª semana após a antese, respectivamente. Observou-se acúmulo de acidez titulável (AT) e sólidos solúveis totais (SST) na polpa, com diminuição do pH com o crescimento do fruto. A formação inicial da semente foi observada na 3ª semana após a antese, com aumento gradativo de sua massa. A composição química da semente foi afetada significativamente com o crescimento do fruto.

---

\* Comitê Orientador: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas - UFLA (orientador), Roberta Hilsdorf Piccoli - UFLA.



## ABSTRACT

RODRIGUES, Luiz José. **Characterization of the vital cycle of the pequi fruit.** 2005. 152p. Dissertation (Master in Food Science) - Federal University of Lavras, Lavras\*.

The objective of this work was to characterize the pequi fruit (*Caryocar brasiliense* Camb.) over its vital cycle through physical, physicochemical and chemical analyses. The fruits were harvested at 12 km far away from Itumirim, south of Minas Gerais, Brazil, every 7 days, from anthesis until the fruits presented cracks on the epicarp, uncovering the internal mesocarp (pulp), being still adhered to the plant. The flowering of the pequi fruit started in September with the maximum in November and its initial fructification occurred in January, February being the ideal period for harvest, with some ripe fruits being still found in early March. The period comprehended between flower opening (anthesis) until ripening was of 84 days (12 weeks). The fruit reached its maximum size at 84 days (12<sup>th</sup> week) after anthesis, with 119.26g, 6.26cm and 6.21cm, representing its mass, longitudinal and transversal diameters respectively, at the end of its growth. The coordinates L\* and a\* increased their values, indicating changes in the coloration from the dark green (L\*= 4.65 and a\*= -24.82) to the light green (L\*= 36.80 and a\*= -5.86). The pit of the pequi fruit presented a significant increase of mass, longitudinal and transversal diameter over the growth of the fruit. The internal mesocarp (edible pulp) was observed 14 days (2<sup>nd</sup> week) after anthesis, and the most flagrant change observed was the appearance of the yellow coloration at 63 days (9<sup>th</sup> week) after anthesis, becoming more intense as the fruit development proceeded, evidenced through the increase on the coordinate b\*. The centesimal composition of the pulp was influenced by the fruit growth, with increase of moisture, ether extract, protein, fiber and ashes and reduction of carbohydrates. Concomitantly, an increase of beta-carotene and vitamin C was verified, presenting 2235.66 I.U. and 98.84mg of ascorbic acid 100g of pulp<sup>-1</sup> on the 12<sup>th</sup> week after anthesis, respectively. Accumulation of titrable acidity (TA) and total soluble solids (TSS) in the pulp, with decrease of pH with the fruit growth was observed. The initial formation of the seed was observed in the 3<sup>rd</sup> week after anthesis, with gradual increase of its mass. The chemical composition of the seed was affected significantly with the growth of the fruits.

---

\*Guidance Committee: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas - UFLA (Adviser), Roberta Hilsdorf Piccoli - UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

A presença de espécies nativas com potencial econômico frutífero na região do Cerrado merece atenção especial, destacando-se o pequizeiro, devido à sua elevada incidência nessa região e pelas características sensoriais de seus frutos, marcadas por suas agradáveis peculiaridades de cor, aroma e sabor, tão apreciadas pela população local.

Pequi, piqui ou pequiá, tem a origem do seu nome na língua Tupi: “pyqui”, em que py significa casca e qui, espinho (Martins et al., 1983).

O pequizeiro é uma planta arbórea pertencente à família *Caryocaraceae* e ao gênero *Caryocar* L. que abrange cerca de 20 espécies. No Brasil, ocorrem pelo menos oito dessas espécies, sendo a maioria de porte alto e compondo a vegetação da floresta Amazônica. A espécie *C. brasiliense* é de menor porte, podendo atingir 15m de altura (Martins et al., 1983).

O pequizeiro (*Caryocar brasiliense*) tem ampla distribuição dentro do Cerrado brasileiro (Brandão & Gavilanes, 1992). A espécie é encontrada numa faixa territorial ocupada pelos estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Tocantins, Bahia, Pará, Piauí e Ceará (Almeida & Silva, 1994). Em Minas Gerais, a árvore e seus frutos são encontrados em maiores quantidades na região Norte, mas também é possível encontrar-se exemplares da espécie no Sul do estado.

Seu fruto é drupáceo, formado por um epicarpo verde que recobre de um a quatro pirênios, conhecidos como caroços. O mesocarpo se subdivide em externo (coriáceo carnoso) e interno (parte comestível, amarelo e carnoso), envolvendo o endocarpo lenhoso, espinhoso e amêndoa branca ou semente (Almeida et al., 1998). O endocarpo espinhoso encontra-se aderido ao mesocarpo interno, chegando mesmo a se confundir morfológicamente com este,

o que limita o consumo e expansão do pequi na culinária brasileira (Vilas Boas, 2004).

O fruto do pequizeiro constitui-se em fonte de energia, proteínas, fibras, vitaminas, principalmente beta-caroteno e sais minerais (Almeida & Silva, 1994; Vilas Boas, 2004). Assume ainda papel de destaque para os habitantes do Cerrado, principalmente no Norte do estado de Minas Gerais, onde o extrativismo de seus frutos é importante para a alimentação desse povo, além de representar importante fonte de renda (Chévez Pozo, 1997; Ribeiro, 2000).

Contudo, a cultura sobre o pequi é ainda pouco difundida, o que limita a sua expansão na culinária brasileira. Isso pode ser constatado no Cerrado que compõe o sul de Minas Gerais, sobretudo nas cidades que compõem a micro-região de Lavras. Não é corriqueiro ver frutos de pequi em mercados municipais e feiras livres, a população local não conhece o fruto e a produção é praticamente toda perdida, devido ao seu não aproveitamento.

Gerar conhecimento a respeito dessa planta é importante para a sua divulgação, preservação em seu estado natural e implantação de futuras lavouras comerciais. Entretanto, não há muitos estudos inerentes a essa frutífera, em especial a seus frutos após a colheita.

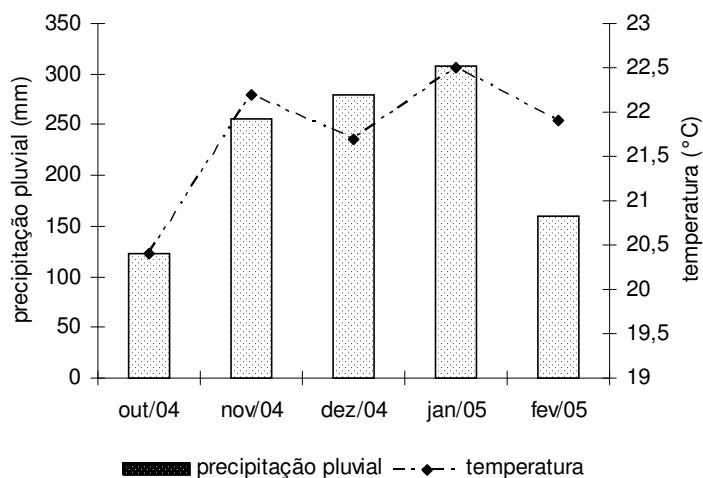
Logo, a caracterização do pequi, ao longo de seu ciclo vital, assume importância considerável, podendo servir de base para o desenvolvimento e otimização de métodos tecnológicos voltados para o seu amplo aproveitamento e conseqüente minimização de suas perdas.

Com o intuito de divulgar as potencialidades nutricionais e econômicas desse fruto para a região e contribuir no entendimento do seu comportamento pós-colheita, o presente trabalho teve como objetivo a caracterização física, físico-química e química do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) produzido no Sul de Minas Gerais, ao longo do seu ciclo vital.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Obtenção dos frutos e preparo das amostras

O trabalho foi conduzido durante os meses de outubro de 2004 a fevereiro de 2005, numa área de pastagem nativa com formação típica do cerrado e com predomínio da espécie *Caryocar brasiliense* Camb., sob Latossolo Vermelho, localizada a 12km do município de Itumirim, sul do estado de Minas Gerais. A altitude do local é de 871 metros, situando-se entre as coordenadas geográficas 21°19'01" de latitude sul e 44°52'16" de longitude oeste, com clima subquente e subúmido (Anuário, 1999). As médias de precipitação pluvial e temperatura nos meses em que o trabalho foi realizado estão representadas no gráfico da Figura 1.



**FIGURA 1** Médias mensais de precipitação pluvial e temperatura obtidas durante os meses de outubro de 2004 a fevereiro de 2005, em Itumirim, Sul do estado de Minas Gerais. Fonte: INMET (2005)

Foram selecionadas ao acaso cerca de 60 exemplares da espécie, homogêneas quanto ao porte, nas quais foram marcadas as flores abertas por

ocasião da antese, com fios de lã de diferentes cores, em posições distintas na planta. Imediatamente após a formação dos frutos, foram colhidos 150 deles, divididos em três lotes iguais, representando as repetições. Com o crescimento dos frutos, a quantidade coletada foi diminuída, sendo cada repetição constituída de 25 unidades.

Em intervalos de sete dias, a contar da formação do fruto, estes foram colhidos pela manhã e acondicionados em sacos de polietileno de baixa densidade e transportados para o Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras.

O período total de coleta prolongou-se até que os frutos, ainda nas árvores, atingissem o amadurecimento, caracterizado quando a casca apresentava rachaduras, deixando visível o mesocarpo interno (polpa amarelada, parte comestível do pequi).

Imediatamente após a chegada ao laboratório, os frutos foram selecionados, verificando a presença de defeitos ou pragas e lavados com detergente neutro e água corrente para a retirada das sujidades superficiais provenientes do campo. Em seguida, os frutos sadios foram avaliados quanto à cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), pesados e medidos os seus diâmetros longitudinal e transversal.

Posteriormente, o epicarpo, juntamente com o mesocarpo externo, foi separado do caroço manualmente, com o auxílio de uma faca. Logo, o caroço foi avaliado em relação à sua massa e diâmetros longitudinal e transversal, seguindo-se a análise da cor do mesocarpo interno (polpa comestível), sendo também retirado manualmente com ajuda de uma faca. Após, o caroço isento do mesocarpo interno foi cortado na região equatorial, utilizando-se um martelo e uma faca, que ultrapassou o endocarpo rígido (espinhos) chegando à semente sem danificá-la, sendo também retirada manualmente.

Em seguida, as partes comestíveis do pequi a serem caracterizadas quimicamente, mesocarpo interno (polpa comestível) e semente (amêndoa), foram homogeneizadas, separadamente, em um multiprocessador doméstico seguindo-se as análises pertinentes.

## **2.2 Análises físicas, físico-químicas e químicas**

### **2.2.1 Massa, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal**

A massa foi avaliada em uma balança semi-analítica Mettler, modelo PC 2000 e os resultados expressos em gramas (g). Para os diâmetros longitudinal e transversal, mediu-se o fruto com o auxílio de um paquímetro nos dois sentidos e os resultados foram expressos em centímetros (cm).

### **2.2.2 Coloração**

A cor foi determinada em três pontos distintos da casca, polpa e amêndoa dos frutos, utilizando-se o colorímetro Minolta CR-400, com a determinação no modo CIE L\*a\*b\*. A coordenada L\* representa quanto mais clara ou mais escura é a amostra, com valores variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente branca); a coordenada a\* pode assumir valores de -80 a +100, em que os extremos correspondem ao verde e ao vermelho, respectivamente; a coordenada b\*, com a intensidade de azul ao amarelo, pode variar de -50 (totalmente azul) a +70 (totalmente amarelo).

### **2.2.3 $\beta$ -caroteno**

Extraído com acetona:hexano (4:6) e determinado segundo Nagata & Yamashita (1992), o teor de  $\beta$ -caroteno foi expresso em unidades internacionais (U.I.), após o seu equacionamento:

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

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

#### **2.3.4 pH e acidez titulável (AT)**

O pH foi determinado utilizando-se um pHmetro Schott Handylab, segundo técnica da AOAC (1990). A determinação da 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 porcentagem de ácido cítrico.

#### **2.2.5 Sólidos solúveis totais (SST)**

Os sólidos solúveis totais foram determinados por refratometria, utilizando-se o refratômetro digital ATAGO PR-100 com compensação de temperatura automática a 25°C e os resultados expressos em °Brix, conforme a AOAC (1990).

#### **2.2.6 Determinação de umidade**

A umidade foi determinada 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).

#### **2.2.7 Determinação de extrato etéreo**

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

### **2.2.8 Determinação de proteína bruta**

Por meio do teor de nitrogênio por destilação em aparelho de Microkjedahl (semi-micro) (AOAC, 1980), usando o fator 6,25, procedeu-se ao cálculo do teor de proteína bruta, conforme procedimento da AOAC (1990).

### **2.2.9 Determinação de fibra bruta**

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

### **2.2.10 Determinação da fração cinzas (resíduo mineral fixo)**

Determinou-se a fração cinzas gravimetricamente, avaliando a perda de peso do material submetido ao aquecimento em mufla a 550°C-660°C (AOAC, 1990).

### **2.2.11 Fração glicídica (extrato não nitrogenado)**

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

### **2.2.12 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.



### **2.2.13 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 dos períodos (semanas) de avaliação 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.

### **2.3 Delineamento experimental**

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC). Os tratamentos foram dispostos por um fatorial simples, sendo constituídos por onze períodos (semanas) de avaliação com três repetições.

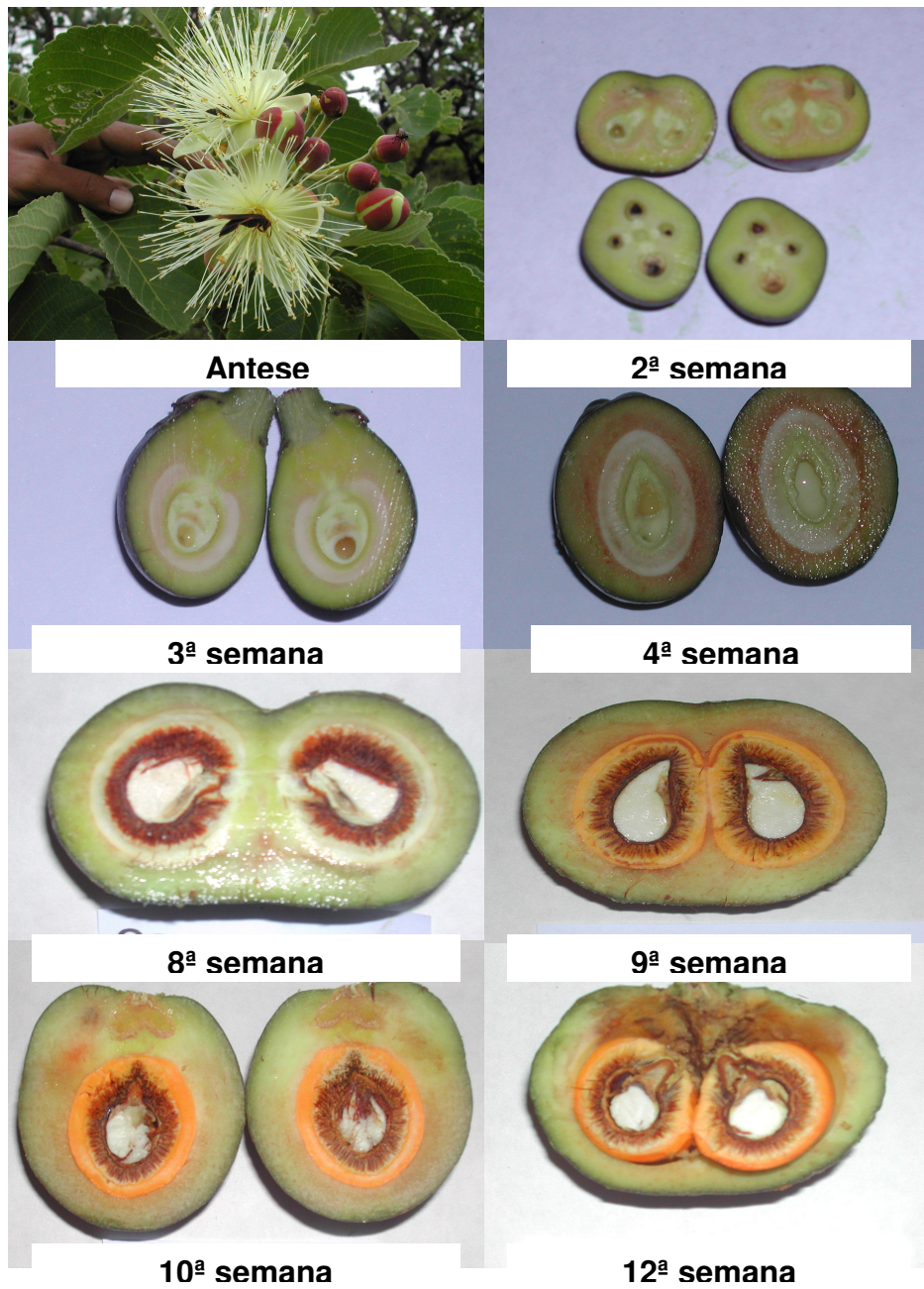
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Avaliação do desenvolvimento do pequi

A floração do pequi no município de Itumirim, sul do estado mineiro, iniciou-se em setembro. O ápice desse evento ocorreu no mês de novembro, coincidindo com a estação chuvosa. A frutificação foi observada inicialmente no mês de janeiro, com pico de produção em fevereiro, sendo alguns frutos maduros ainda encontrados no começo de março.

O ciclo vital compreendeu 84 dias (12 semanas) e foi considerado a partir da abertura da flor (antese) até a colheita, definida quando os frutos se apresentavam com rachaduras no epicarpo (casca), estando unidos à “planta-mãe”. O intervalo entre a antese e o amadurecimento varia em diferentes espécies de frutos (Martins et al., 2003; Moura et al., 2004). O ciclo vital dos frutos inicia-se, normalmente, com a fertilização, que é seguida por etapas, como formação, crescimento e maturação, incluindo a fase de amadurecimento e senescência (Chitarra & Chitarra, 1990).

A formação e o crescimento do pequi iniciou-se com a polinização e fertilização da flor, seguidas de rápido crescimento das paredes do ovário, que culminou com a formação inicial do fruto aos 7 dias (1ª semana) após a abertura da flor (antese), sendo que o seu desenvolvimento se estendeu até os 84 dias (12ª semana) (Figura 2). A formação e o crescimento representam a primeira fase na vida de um fruto, resultando num rápido crescimento do ovário, que usualmente se segue à polinização e à fertilização. Considera-se que o crescimento do fruto inicia-se no primórdio floral (Hulme, 1970). Alguns hormônios podem estar envolvidos no crescimento do fruto, sendo as auxinas os principais responsáveis pelo crescimento das paredes do ovário ou das outras partes florais que se transformarão em fruto (Chitarra & Chitarra, 1990).



**FIGURA 2** Aspectos do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) em diferentes estádios do seu ciclo vital.

A formação do mesocarpo interno (polpa comestível) e da amêndoa (semente) do pequi foi observada a partir da 2ª semana (14 dias) e 3ª semana (21 dias) após a antese, respectivamente (Figura 2). Contudo, a separação do mesocarpo interno e sua posterior retirada só foram possíveis a partir da 4ª semana (28 dias). A retirada da amêndoa ocorreu aos 56 dias (8ª semana), tendo, nesse período de desenvolvimento do fruto, sido observada maior rigidez do caroço, possibilitando assim a retirada da amêndoa intacta. O endocarpo lenhoso (espinhos) surgiu na 4ª semana e na 8ª semana eles já estavam rígidos e completamente formados. A coloração amarelada típica do mesocarpo interno pôde ser visualizada na 9ª semana (63 dias) após a antese (Figura 2).

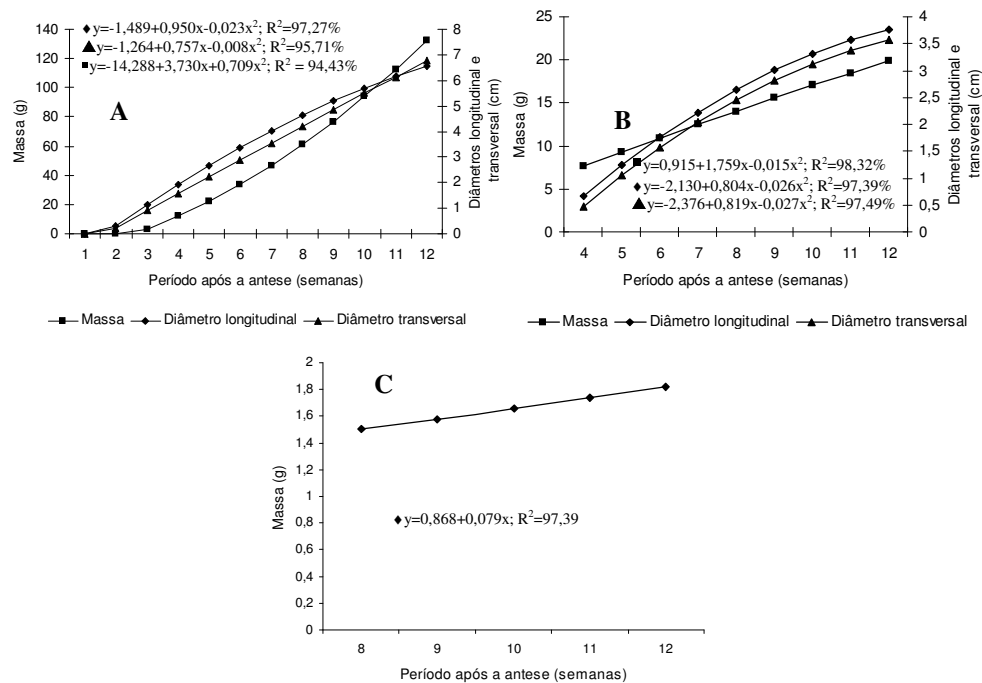
Observou-se um aumento significativo na massa, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal do pequi e do seu caroço (mesocarpo interno juntamente com o endocarpo lenhoso e semente), bem como na massa da amêndoa durante os 84 dias de seu ciclo vital, caracterizando o crescimento do fruto desde a sua formação até o seu amadurecimento ( $p < 0,05$ ). O pequi apresentou aumento de massa com o seu desenvolvimento, apresentando valor médio com a formação inicial do fruto (1ª semana) de 0,10g, variando até 119,26g ao final do desenvolvimento, aos 84 dias (12ª semana) (Figura 3A).

Ferreira et al. (1987), caracterizando frutos maduros de pequi provenientes da cidade de Luziania, GO, encontraram peso médio do fruto de 126,19g. Os valores máximos alcançados de diâmetros longitudinal e transversal pelo fruto foram observados na 12ª semana de seu desenvolvimento, correspondendo a 6,26 e 6,21cm, respectivamente (Figura 3A). Ferreira et al. (1987) apresentaram valores, para o comprimento e para largura do fruto maduro, em torno de 6,29 e 6,25cm, respectivamente.

A massa do caroço do pequi variou de 7,71 a 19,33g, dos 28 aos 84 dias após a antese (Figura 3B). Os diâmetros longitudinal e transversal apresentaram

valores de 3,65 e 3,40cm, respectivamente, na 12ª semana após a antese (Figura 3B).

A massa da amêndoa teve seus valores aumentados com o crescimento do pequi, de 1,48g aos 56 dias para 1,79g aos 84 dias após a antese (Figura 3C).



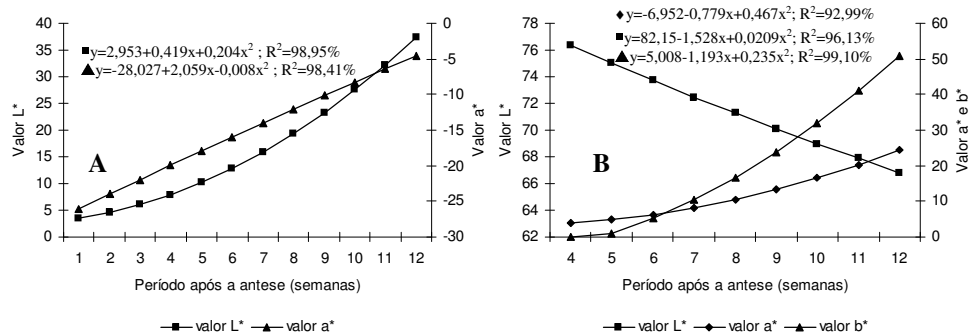
**FIGURA 3** Valores médios ajustados e equações de regressão da massa, diâmetros longitudinal e transversal do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) (A); massa, diâmetros longitudinal e transversal do caroço (mesocarpo interno juntamente com o endocarpo lenhoso e semente) (B); massa da amêndoa (semente) (C), durante o desenvolvimento do fruto.

As variáveis apresentadas nos gráficos da Figura 3 revelam comportamento semelhante, caracterizando um crescimento cumulativo ao longo do desenvolvimento do fruto. O padrão de crescimento que mais se assemelha ao desenvolvimento do pequi no decorrer do seu ciclo vital é o sigmoidal simples, evidenciado por meio dessas variáveis. Assim, pôde-se distinguir

períodos distintos de desenvolvimento do fruto. Inicialmente, o fruto foi marcado por um crescimento lento nos primeiros estádios de desenvolvimento, até aproximadamente 14 dias (2ª semana) após a abertura da flor. A partir desse período, houve um crescimento rápido, que se estendeu até 84 dias (12ª semana). Por meio do diâmetro longitudinal do pequi, percebe-se uma tendência de redução no crescimento do fruto aos 77 dias (11ª semana), seguindo até o final da avaliação, aos 84 dias (12ª semana) após a antese, com a colheita do fruto. A curva sigmóide simples de crescimento tem sido caracterizada pelo peso fresco e diâmetro dos frutos, sendo marcada por três fases de desenvolvimento: um crescimento inicialmente lento (uma a duas semanas após a polinização), um rápido aumento no seu tamanho (por cerca de 3 semanas) e um declínio final na taxa de crescimento (até a maturação) (Hulme, 1970). Esse padrão de crescimento também foi reportado para maçã, pêra, tâmara, abacaxi, banana, abacate, morango, manga, melão e laranja (Gortner et al., 1967; Ferri, 1986; Chitarra & Chitarra, 1990; Awad, 1993).

Durante o ciclo vital do pequi, foram observadas alterações na coloração da sua casca e caroço ( $p < 0,05$ ), evidenciada por meio das coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . Os valores de  $L^*$  e  $a^*$  apresentaram comportamento quadrático, aumentando gradativamente com o decorrer do desenvolvimento do fruto (Figura 4A). A relação entre esses dois parâmetros indica a perda da intensidade da cor verde com o crescimento do fruto, mudando de verde-escuro ( $L^* = 4,65$  e  $a^* = -24,82$ ) para o verde-claro ( $L^* = 36,80$  e  $a^* = -5,86$ ). A cor verde se deve à presença da clorofila e a tendência da sua perda está associada com a sua degradação. A perda desse pigmento deve-se à sua decomposição estrutural em decorrência de vários fatores, que podem atuar isoladamente ou em conjunto, dentre eles, o pH, causada principalmente pelo acúmulo de ácidos orgânicos nos vacúolos, sistemas oxidativos e clorofilases (Chitarra & Chitarra, 1990).

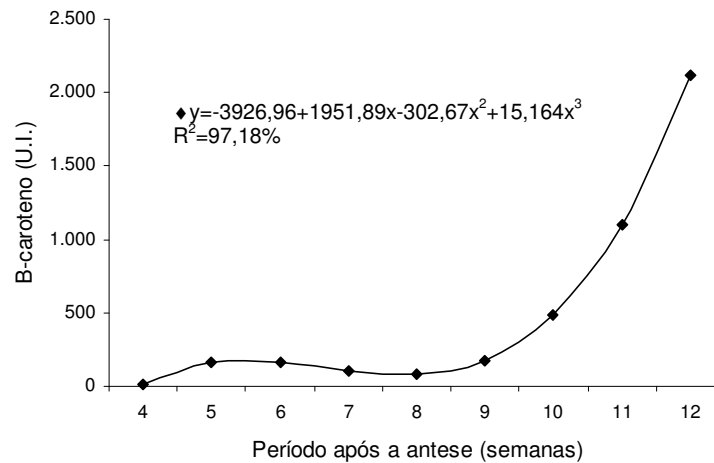
A mudança mais flagrante observada durante o desenvolvimento do caroço do pequi foi sua pigmentação, caracterizada pelo amarelecimento apresentado a partir da 9ª semana (63 dias) após a abertura do botão floral, intensificando-se à medida que transcorria o seu desenvolvimento. A coordenada  $L^*$  decresceu com o desenvolvimento do mesocarpo interno, indicando o escurecimento da polpa. O amarelecimento foi marcado pelo aumento do valor  $b^*$ , ao longo do desenvolvimento do fruto. Os valores médios de  $L^*$  e  $b^*$  variaram de 75,87 a 67,05 e 1,05 a 45,63, respectivamente. A variável  $a^*$  também aumentou com o crescimento do caroço do pequi (Figura 3B). Esse aumento corresponde à presença e à intensificação da pigmentação vermelha com o desenvolvimento do caroço.



**FIGURA 4** Valores médios ajustados e equações de regressão das coordenadas  $L^*$  e  $a^*$  da casca (A); coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  do caroço (mesocarpo interno juntamente com o endocarpo lenhoso e semente) (B), do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) durante o desenvolvimento do fruto.

A variável  $\beta$ -caroteno no mesocarpo interno (porção comestível isenta de espinhos) mostrou-se afetada pelo ciclo vital do pequi ( $p < 0,05$ ). O teor médio de  $\beta$ -caroteno aos 28 dias (4ª semana) após a abertura da flor foi de 73,57U.I. chegando a 2.235,66U.I. aos 84 dias (12ª semana) de desenvolvimento do fruto (Figura 5). Esses dados são condizentes com a coordenada  $b^*$ , permitindo relacionar o aumento da pigmentação amarela à síntese desse carotenóide. O

fruto do *C. brasiliense* Camb. é considerado o fruto mais rico em vitamina A (Franco, 2002).



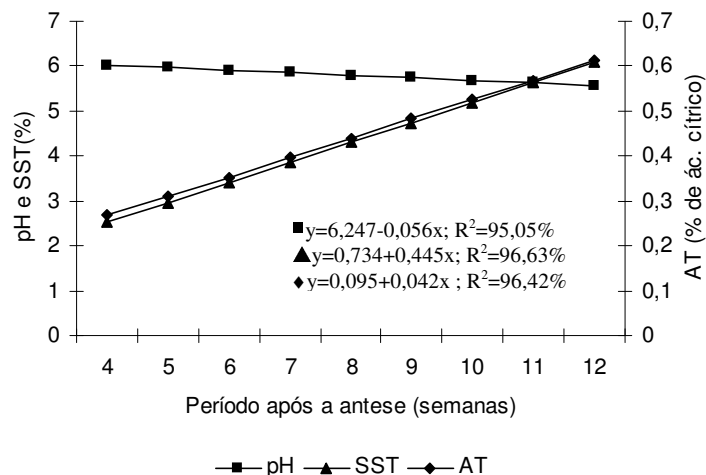
**FIGURA 5** Valores médios ajustados e equação de regressão de  $\beta$ -caroteno do mesocarpo interno (polpa comestível) do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) durante o seu desenvolvimento.

Observou-se que a acidez titulável (AT) e o pH no mesocarpo interno foram influenciados significativamente pelo ciclo vital do pequi ( $p < 0,05$ ). As mudanças nos teores de acidez e pH, que ocorrem durante a maturação do fruto, contribuem para o desenvolvimento do seu sabor. A AT apresentou valor inicial de ácido cítrico de 0,30% aos 28 dias (4ª semana) após a antese, aumentando rapidamente com o crescimento e atingindo um máximo na fase final, 0,60%, aos 84 dias (12ª semana). Comportamento contrário mas condizente foi observado para o pH, decrescendo com o desenvolvimento da polpa do fruto (Figura 6). Os ácidos orgânicos são compostos intermediários do metabolismo respiratório de frutos e são armazenados nos vacúolos das células. Na literatura, não foi encontrada nenhuma referência inerente ao ácido predominante no pequi, no entanto, Nascimento et al. (2004) sugerem que o ácido cítrico seja



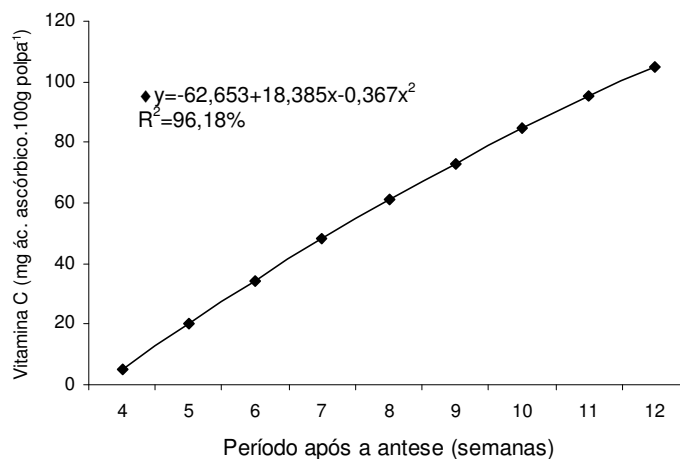
predominante no pequi. Para o melhor entendimento dessa variável, o presente trabalho também apresenta a acidez titulável em porcentagem de ácido cítrico. O pequi apresenta AT numa faixa que varia de 0,9% a 2,0% de ácido cítrico, dependendo do estágio de maturação do fruto (Vilas Boas, 2004).

O teor de sólidos solúveis totais (SST) no mesocarpo interno mostrou-se afetado pelo ciclo vital do fruto ( $p < 0,05$ ). O valor de SST oscilou de 2,83% na 4ª semana a 5,90% na 12ª semana após a antese (Figura 6). Os sólidos solúveis totais representam os compostos solúveis em água presentes no fruto, como açúcares, vitaminas, ácidos, aminoácidos e algumas pectinas. O teor de SST é dependente do estágio de maturação no qual o fruto é colhido e geralmente, aumenta durante a maturação pela biossíntese ou degradação de polissacarídeos (Chitarra & Chitarra, 1990). O acúmulo de açúcares está associado com o desenvolvimento da qualidade comestível plena do fruto, podendo os mesmos ser derivados da seiva importada pelo fruto antes que pela degradação de amido (Vilas Boas, 1999). De acordo com Vilas Boas (2004), o teor de SST na polpa do pequi é dependente do estágio de maturação em que se encontra no momento da colheita, variando de 5,0% a 9,0%; neste trabalho, o mesocarpo interno do pequi apresentou variação de 2,83 a 5,9% durante o ciclo vital do fruto.



**FIGURA 6** Valores médios ajustados e equações de regressão de pH, acidez titulável (AT) e sólidos solúveis totais (SST) do mesocarpo interno (polpa comestível) do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) durante o seu desenvolvimento.

Os teores de vitamina C do mesocarpo interno foram afetados pelo ciclo vital do fruto ( $p < 0,05$ ). Observou-se aumento nos teores de vitamina C, variando de 14,86 a 98,84mg de ácido ascórbico.100g de polpa<sup>-1</sup>, dos 28 dias (4ª semana) aos 84 dias (12ª semana) após a antese (Figura 7), indicando síntese desse composto. A biossíntese do ácido ascórbico nos vegetais é um processo não completamente entendido. Segundo Smirnof et al. (2001), a síntese do ácido ascórbico tem como precursor em plantas a D-manose e L-galactose, preferencialmente via ácido D-galacturônico. Os teores da vitamina C variam de acordo com os tratos culturais, intensidade luminosa e estágio de maturação (Chitarra & Chitarra, 1990). Vilas Boas (2004) cita valores de vitamina C em pequi proveniente do Sul de Minas Gerais em torno de 105,00mg de ácido ascórbico.100g de polpa<sup>-1</sup>.



**FIGURA 7** Valores médios ajustados e equação de regressão de vitamina C do mesocarpo interno (polpa comestível) do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) durante o desenvolvimento.

A composição centesimal do mesocarpo interno e da amêndoa do pequi foi influenciada pelo ciclo vital do fruto ( $p < 0,05$ ; Figura 8). Ambas as composições centesimais apresentaram comportamento semelhante, com incremento na umidade, extrato etéreo, proteína, fibra e cinzas, com redução concomitante nos teores de glicídeos (extrato não nitrogenado).

A umidade do mesocarpo interno do pequi variou de 44,81%, na 4ª semana a 65,64%, na 12ª semana; já a amêndoa atingiu um máximo dessa variável na 12ª semana após a antese, com 33,83% (Figuras 8A e 8D). Um fator comum a todos os frutos com polpa é que eles acumulam água, compostos orgânicos e inorgânicos que são responsáveis pela sua suculência e atratividade (Chitarra & Chitarra, 1990). Durante o crescimento, após a divisão celular, ocorre uma expansão da parede celular, permitindo o aumento do volume da célula e um acréscimo do fluxo de água proveniente da planta em direção ao vacúolo. Como consequência, há um acúmulo de água nas células com o

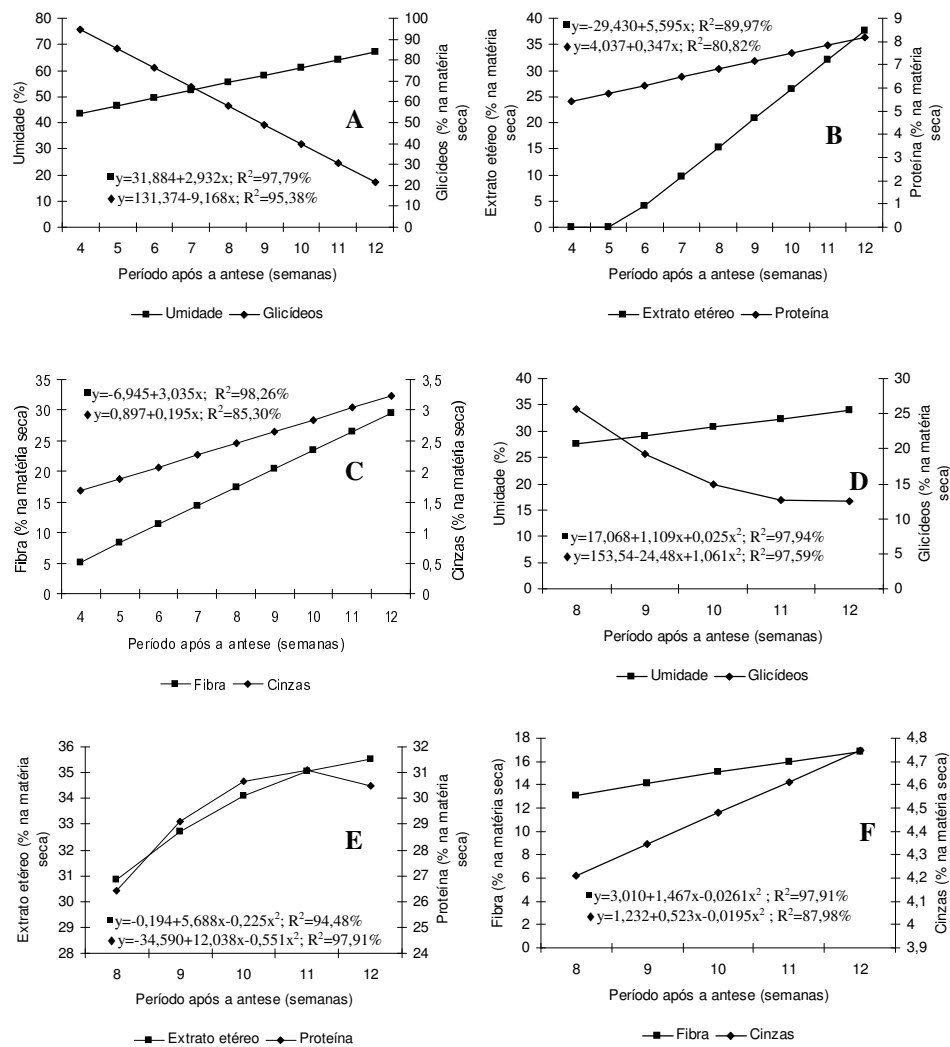
desenvolvimento da polpa (Awad, 1993). Valor semelhante foi encontrado por Ferreira et al. (1987) para a amêndoa de frutos maduros de pequi oriundos de Luziania,GO (35,0%).

Os valores de glicídeos (extrato não nitrogenado) no mesocarpo interno e amêndoa do pequi, na matéria seca, decresceram com o crescimento do fruto (Figuras 8A e 8D). A fração glicídica, extrato não nitrogenado ou, ainda, fração “nifext”, constitui-se na porção de carboidratos de um alimento, a exceção da fração fibra (Vilas Boas, 1999). Durante os estádios iniciais de desenvolvimento do fruto, estes são nutridos, em parte, pelo ovário e outras partes (sépalas, brácteas e receptáculo), que são capazes de realizar a fotossíntese. Contudo, sua principal fonte de nutrição são as folhas e o principal açúcar translocado é a sacarose (Goodwin & Mercer, 1985). Enquanto grande parte do açúcar translocado para os frutos jovens é usada na síntese de substâncias pécticas e outros componentes da parede celular, a outra é convertida em produtos de reserva. Pela interconversão dos açúcares dá-se a biossíntese de outros compostos, ocorrendo também a provisão de energia para as atividades celulares (Hulme, 1970).

Os teores de extrato etéreo e proteína do mesocarpo interno e amêndoa do pequi aumentaram gradativamente com o ciclo vital do fruto. Os teores de extrato etéreo e proteína na matéria seca do mesocarpo interno do fruto variaram de 0,70% e 5,02%, na 4ª semana a 41,05% e 9,02%, na 12ª semana após a antese, respectivamente. Já na amêndoa, a variação de extrato etéreo e proteína na matéria seca correspondeu a 31,15% e 26,24% na matéria seca, na 8ª semana a 35,35% e 30,63%, ao final do crescimento do fruto, na 12ª semana, respectivamente. O comportamento do extrato etéreo do mesocarpo interno e amêndoa no ciclo vital do pequi provavelmente está relacionado com a redução de glicídeos (Figuras 8A e 8D), visto que estes podem ser convertidos em outros compostos, entre eles, em lipídeos. No abacate, ocorre decréscimo na

concentração de açúcares e aumento em ácidos graxos saturados e insaturados em diversas partes tissulares do fruto (Whiting, 1970). Na maioria das sementes, os triacilgliceróis acumulam-se e são armazenados no citoplasma das células dos cotilédones ou endosperma, em organelas conhecidas como oleossomos (Taiz & Zeiger, 2004). Já as transformações observadas nos compostos nitrogenados do mesocarpo interno e da amêndoa durante o ciclo vital do pequi indicam variações na atividade metabólica desses compostos decorrentes da síntese protéica. Outra possibilidade é que os glicídeos podem ser convertidos em aminoácidos, bem como os lipídeos também podem transformar-se nesses compostos nitrogenados, devido a uma inter-relação nos seus processos metabólicos (Chitarra & Chitarra, 1990).

Os teores de fibra e cinzas na matéria seca do mesocarpo interno e amêndoa do pequi incrementaram com o ciclo vital do fruto, respectivamente, de 5,88% e 1,87%, aos 28 dias (4ª semana) para 28,55% e 3,65% no mesocarpo interno e 13,21% e 4,12% aos 56 dias (8ª semana) na amêndoa para 28,55% e 3,65% no mesocarpo interno e 16,71% e 4,75% na amêndoa aos 84 dias (12ª semana). O aumento nos teores de fibra, possivelmente, está associado à síntese de componentes estruturais, presentes na parede celular, como celulose, hemicelulose e lignina (Norton, 1984). Os minerais são essenciais ao metabolismo normal dos frutos. Seus teores são dependentes de vários fatores, entre eles, fertilidade do solo, fatores climáticos e, sobretudo, a capacidade da planta em absorver esses elementos do solo (Chitarra & Chitarra, 1990).



**FIGURA 8** Valores médios ajustados na matéria seca e equações de regressão de umidade e glicídeos do mesocarpio interno (**A**); extrato etéreo e proteína do mesocarpio interno (**B**); fibra e cinzas do mesocarpio interno (**C**); umidade e glicídeos da amêndoa (**D**); extrato etéreo e proteína da amêndoa (**E**); fibra e cinzas da amêndoa (**F**), do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), durante o desenvolvimento.

### 3.2 Considerações finais

Para o pequi, não existe uma padronização e um consenso do estágio de maturação ideal para a coleta dos frutos. Os pequis são normalmente colhidos após a sua abscisão da planta. O estágio de maturação em que os frutos são colhidos determina a qualidade final do fruto a ser oferecido ao consumidor. Os frutos colhidos imaturos apresentam pobre qualidade, tanto sensorial quanto nutricional. Por outro lado, quando colhidos muito maduros, entram rapidamente em senescência.

Desse modo, a colheita do pequi pode ser realizada aos 84 dias (12<sup>a</sup> semana) após a antese, visto que esse estágio de desenvolvimento do fruto foi caracterizado pelo ápice de crescimento do fruto, evidenciado por meio da sua massa e diâmetros longitudinal e transversal, bem como síntese de vários compostos no mesocarpo interno (polpa comestível), entre eles o  $\beta$ -caroteno e a vitamina C, representando o estágio correspondente à sua maturidade.

O ciclo vital é caracterizado por inúmeras variações fisiológicas, físicas, físico-químicas e químicas. Assim, o estudo detalhado do seu desenvolvimento assume importância no que tange ao período correspondente à sua maturidade. A atividade respiratória e a produção de etileno devem ser alvo de estudos, podendo auxiliar no entendimento dos processos fisiológicos do amadurecimento em pequis.

## 4 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos nas condições experimentais estudadas, pôde-se concluir que:

- a floração do pequi inicia-se no mês de setembro e a frutificação em janeiro no município de Itumirim, Sul do estado de Minas Gerais;
- o ciclo vital (abertura da flor até o amadurecimento) do pequi compreende um período de 84 dias (12 semanas);
- o aumento da massa, diâmetros longitudinal e transversal do pequi e do seu caroço ao longo do ciclo vital caracterizam padrão de crescimento sigmoidal simples do fruto;
- o pequi pode ser coletado na 12<sup>a</sup> semana (84 dias) do seu ciclo vital, 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,  $\beta$ -caroteno, vitamina C, umidade, extrato etéreo, proteína, fibra e cinzas (resíduo mineral fixo) na polpa (mesocarpo interno) e amêndoa;
- a amêndoa pode constituir importante fonte nutricional na alimentação dos habitantes dos cerrados, bem como subsidiar o desenvolvimento de novos produtos que atendam às suas necessidades econômicas, pois apresenta valores relevantes de proteína, fibra e cinzas, evidenciados na 12<sup>a</sup> semana do ciclo vital do pequi.



## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J.F.  
**Cerrado: espécies vegetais úteis.** Planaltina: EMBRAPA/CPAC, 1998. 464p.
- ALMEIDA, S. P.; SILVA, J. A. **Piqui e buriti:** Importância alimentar para a população dos Cerrados. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1994. 38 p.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1999. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. v. 57, 1096p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists.** Washington, 15th, Ed. 1990, 2v.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 12.ed, Washington, 1980. 1094p.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos.** São Paulo: Nobel, 1993. 114p.
- BRANDÃO, M.; GAVILANES, M. L. Espécies padronizadas do cerrado mineiro e sua distribuição no estado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.16, n.173, p.5-11, 1992.
- CHÉVEZ POZO, O. V. **O pequi (*Caryocar brasiliense*): uma alternativa para o desenvolvimento sustentável do cerrado no Norte de Minas Gerais.** Lavras: UFLA, 1997.100p.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL, Fundação de Apoio, Pesquisa e Extensão ao Ensino, 1990. 293p.
- COOMBE, B. G. The development of fleshy fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 27, p. 507-528, 1976.
- 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.

FERREIRA, F. R.; BIANCO, S.; DURIGAN, J. F.; BELINGIERE, P. A. Caracterização física e química de frutos de pequi. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., 1987. Campinas, SP. *Anais...* Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1988. p. 643 – 646.

FERRI, M. G. Fisiologia vegetal. São Paulo, Editora Pedagógica e universitária, v.2, 1986, p.401.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**, 9 ed., São Paulo, 2002. 230p.

GODWIN, T. W.; MERCER, E. I. **Introduction to plant biochemistry**. London, Pergamon Press, 1985, 677p.

INMET, 2005. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <[http://www.reia.inmet.gov.br/climatologia/ger\\_mapa11.php](http://www.reia.inmet.gov.br/climatologia/ger_mapa11.php)>. Acesso em: 12 set.2005.

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.

GORTNER, W. A.; DULL, G. G., KRAUSS, B. H. Fruit development, maturation, ripening, and senescence: A biochemical basis for horticultural terminology. **HortScience**, Alexandria, v. 2, n. 4, p. 141-144, 1967.

HULME, A.C. **The Biochemistry of fruits and their Products**. London: Academic Press, 1970. 618p.

MARTINS, L. P.; SILVA, S. M.; ALVES R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. Desenvolvimentos de frutos de ciriguela (*Spondias purpurea* L.). **Revista Brasileira de fruticultura**. Jaboticabal, v.25, n.1, p.11-14, 2003.

MOURA, M. L.; FOGAÇA, C. M.; MOURA, M. .; GALVÃO, H. L.; FINGER, F. L. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.28, n.6, p.1284-1290, Nov./Dez. 2004.

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.

NASCIMENTO, J. L. do; VERA, R.; BARROS, R. G.; SOUZA, E. R. B. de; OLIVEIRA, C. M. A. de; TAVARES, M. G. O. Caracterização química de frutos do pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.) no estado de Goiás. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18, 2004. Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, SC: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004. CD-ROM.

NORTON, B. W. Differences between species in forage quality. In: HACKER, J. B. (Ed.). **Nutritional limits to animal production from pastures, Santa Lucia, Queensland.** Farnham Royal: CSIRO, 1984, p.89-110.

RIBEIRO, J. F. **Pequi: o rei do cerrado.** Rede Cerrado: Belo Horizonte: Rede Cerrado, 2000. 62 p.

SMIRNOFF, N.; CONKLIN, P.; LOEWUS, F.A. Biosynthesis of ascorbic acid in plants: A renaissance. **Annual Review of Plant and Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v.52, p.437-467, 2001.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** Trad. Eliane Romano Santarém... [et al.]. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719p.

VILAS BOAS, E. V. de B. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de frutos. Lavras: UFLA, Fundação de Apoio, Pesquisa e Extensão ao Ensino, 1999. 75p.

VILAS BOAS, E. V. de B. Frutas minimamente processadas: pequi. In: III ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2004, Viçosa, MG, **Anais...** Viçosa, MG: UFV, p. 122-127.

VON 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.

WHITING, G. C. **Sugars.** In: Hulme A. C. The biochemistry of fruits and their products. London, Academic Press, 1970, v.1, p.1-31.

## **CAPÍTULO 2**

### **AGREGAÇÃO DE VALOR AO PEQUI: PROCESSAMENTO MÍNIMO**

## RESUMO

RODRIGUES, Luiz José. **Agregação de valor ao pequi: processamento mínimo**. 2005. 152p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras\*.

Um dos problemas que confrontam a extensão da vida útil do pequi é a contaminação proveniente do seu contato com o solo. Desse modo, o presente trabalho objetivou avaliar a eficiência dos sanificantes hipoclorito de sódio (NaClO) 50 e 100ppm e peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 4% e 6%, sobre a vida de prateleira de pequi minimamente processado submetido a dois tipos de processamento: “caroço fatiado” e “caroço inteiro”, armazenados a  $6 \pm 1^\circ\text{C}$  e 90 a 95% UR durante 15 dias, por meio de análises microbiológicas, físicas, químicas, físico-químicas, bioquímicas e sensoriais. As análises foram realizadas a cada três dias. Tanto o caroço fatiado quanto o inteiro apresentaram contagens consideradas seguras, sob o ponto de vista microbiológico, em todo armazenamento, tendo o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 6% sido mais efetivo na redução da carga microbiana, principalmente em relação à contagem de fungos filamentosos e leveduras. A perda de massa apresentou aumento linear ao longo do período de armazenamento, atingindo 2,16% no 15º dia. O pH aumentou com o armazenamento, tendo os tratamentos com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 4% e 6% promovido menores valores dessa variável. Observou-se um decréscimo nos teores de acidez titulável e açúcares solúveis totais com o armazenamento, sendo esse efeito mais pronunciado no caroço fatiado. As variáveis sólidos solúveis totais, firmeza e vitamina C diminuíram com o armazenamento, não apresentando influência dos cortes e dos tratamentos. O caroço fatiado mostrou-se com maior solubilização de substâncias pécicas e atividade das enzimas poligalacturonase e polifenoloxidase em relação ao inteiro. A interação significativa corte, sanificante e tempo foi notada para peroxidase, tendo o caroço fatiado e os sanificantes H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 4 e 6% promovido maior atividade dessa enzima. O pequi minimamente processado apresentou aumento gradativo no índice de peróxidos, promovendo altos valores no 12º dia para o caroço fatiado, seguindo até ao final do armazenamento. De acordo com a análise sensorial, até o 12º dia de armazenamento, o pequi minimamente processado mantido nas condições desse experimento foi considerado no “limite de comercialização” e as mais baixas notas dadas aos produtos sanificados com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 4 e 6% e ao controle.

---

\* Comitê Orientador: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas - UFLA (orientador), Roberta Hilsdorf Piccoli - UFLA.

## ABSTRACT

RODRIGUES, Luiz José. **Addition of value to the pequi fruit: minimal processing**. 2005. 152p. Dissertation (Master in Food Science) - Universidade Federal de Lavras, Lavras\*.

One of the problems facing the extension of the useful life of the pequi fruit is the contamination coming from its contact with soil. Thus, the present work is intended to evaluate the efficiency of the sanitizers 50 and 100ppm sodium hypochlorite (NaClO) and 4 and 6% hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) upon the shelf life of the fresh cut pequi fruit submitted to two sorts of processing: “sliced pit” and “whole pit”, stored at 6 ± 1°C and 90 to 95% RH for 15 days by means of microbiological, physical, chemical, physicochemical, biochemical and sensorial analyses. The analyses were performed every three days. Both the sliced and whole pit presented counts considered safe under the microbiological point of view throughout storage, 6% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> being the most effective in reducing the microbiological load, mainly as regards the count of filamentous fungi and yeasts. The mass loss showed linear increase along storage period, reaching 2,16% on the 15<sup>th</sup> day. pH increased with storage, the treatments with 4 and 6% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> promoting lower values of this variable. A decrease was found in the contents of titrable acidity and total soluble sugars with storage, that effect being more marked on the sliced pit. The variables total soluble solids, firmness and vitamin C decreased with storage, not presenting any influence of the cuts and treatments. The sliced pit showed higher solubilization of pectic substances and activity of the enzymes polygalacturonase and polyphenoloxidase relative to the whole one. The significant interaction cut, sanitizer and time was observed for peroxidase, where the sliced pit and the sanitizers 4 and 6% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> promoted higher activity of that enzyme. The fresh cut pequi fruit showed gradual increase at the peroxide index, promoting high values on the 12<sup>th</sup> day for the sliced pit following till the end of the storage. According to the sensorial analysis the fresh cut pequi fruit maintained under the conditions of this experiment was considered at “limit of marketing” until the 12<sup>th</sup> day of storage and the lowest scores given to products sanitized with 4 and 6% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and the control.

---

\* Guidance Committee: Eduardo Valério de Barros Vilas Boas - UFPA (Adviser), Roberta Hilsdorf Piccoli - UFPA.

## 1 INTRODUÇÃO

Produtos minimamente processados são definidos como qualquer fruta ou hortaliça, ou qualquer combinação delas, que foi alterada fisicamente a partir de sua forma original, embora mantenha o seu estado fresco. Independente do produto, ele é selecionado, lavado, descascado e cortado num produto 100% aproveitável que, posteriormente, é embalado ou pré-embalado com o intuito de oferecer aos consumidores frescor, conveniência e qualidade nutricional (IFPA, 2005).

O pequi é um fruto que reúne vários atributos sensoriais apreciados pelos consumidores, como cor, aroma, textura e aparência, além de apresentar teores nutricionais significantes, o que pode favorecer o seu potencial de utilização. O fruto é altamente calórico, com teor de proteínas elevado em relação aos demais frutos encontrados no mercado, além de ser rico em vitamina A e ser altamente oleaginoso. Vilas Boas (2004) define assim a composição centesimal e teores de vitamina A e C na matéria fresca da polpa do pequi colhido no Sul de Minas Gerais: 49,2% de umidade, 20,5% de extrato etéreo, 4,2% de proteína, 6,8% de fibra, 0,4% de cinzas, 18,9% de glicídeos, 20.000UI de vitamina A e 105mg.100g<sup>-1</sup> de vitamina C.

Contudo, o pequi apresenta o mesocarpo interno, que é a porção comestível, aderido ao endocarpo espinhoso. Parte do endocarpo espinhoso chega até mesmo a se confundir, morfológicamente, com o mesocarpo interno (Vilas Boas, 2004). Assim, essa inconveniência pode constituir-se em entrave no seu consumo.

Outro fator que pode ser considerado limitante, do ponto de vista da sua qualidade, é que os pequis são normalmente coletados do chão (Vilas Boas, 2004). A maioria dos frutos, quando maduros, apresenta-se com abertura (rachadura) no epicarpo e mesocarpo externo, deixando visíveis os caroços, ou

seja, o mesocarpo interno e se desprendem da “planta-mãe” caindo ao chão. Estas rachaduras expõem a parte comestível do fruto, que entra em contato direto com o solo, tornando-se o fruto veículo de contaminação e fonte de microrganismos patogênicos que podem se instalar na superfície dos caroços. Aliado a esse fator determinante na qualidade do pequi, o processamento artesanal do fruto por técnicas simplificadas e, muitas vezes, com a manipulação inadequada, sem a devida higiene, contribui para um produto final sem garantia de sanidade e qualidade, necessárias ao consumidor.

A microbiologia é importante fator na qualidade de frutos e hortaliças minimamente processados. Microrganismos patogênicos, juntamente com deterioradores, podem contaminar os produtos de origem vegetal por fontes diversas e essa contaminação inicia-se na fase de produção, no campo, quando há o contato com o solo, água, fezes de animais, insetos e manipuladores, continua durante as etapas de colheita, manuseio e transporte da matéria-prima até a indústria e, durante processamento, e finaliza no preparo do produto pelo consumidor (Vanetti, 2004).

O processamento mínimo do pequi pode ser uma alternativa de agregação de valores ao fruto, contribuindo para a sua expansão na culinária brasileira, já que o seu consumo limita-se a apenas às regiões produtoras do fruto e, principalmente, para a redução de sua perda pós-colheita. O aumento no grau de conveniência do pequi poderia ser efetivado com sua comercialização já descascado e ou na forma de “fatias”, em embalagens com o produto pronto para ir para panela.

O processamento mínimo do pequi leva em consideração a extração do caroço e o seu fatiamento. O caroço é constituído por tecidos vivos com aproximadamente 50% de água, além de óleos, carboidratos e proteínas, que podem servir de substrato para microrganismos, como fungos e bactérias, que se desenvolvem bem em ambientes com alto teor de umidade. O caroço, como um



órgão vegetal constituído por tecidos vivos, respira. Quanto mais rapidamente respira, mais rapidamente tem seus substratos queimados. Como a qualidade dos frutos é dependente de sua composição química, obviamente, a queima dos substratos de reserva pode levar, dependendo do nível, ao comprometimento de sua qualidade, sob as perspectivas nutricional e sensorial (Vilas Boas, 2004).

Neste caso, se faz necessário o estudo da utilização de sanificantes no processamento mínimo do pequi, com o intuito de reduzir a carga microbiana dos frutos a limites considerados seguros para o consumidor. Técnicas adequadas de conservação também devem ser adotadas, como a modificação atmosférica e o armazenamento sob temperaturas mais baixas, visando a extensão da vida útil e a manutenção da qualidade do pequi minimamente processado.

O presente trabalho teve como objetivo verificar a influência dos sanificantes hipoclorito de sódio (NaClO) e peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), em duas diferentes concentrações, sobre a manutenção da qualidade e vida de prateleira do pequi minimamente processado armazenado a 6°C, durante 15 (quinze dias), por meio da avaliação das características físicas, físico-químicas, químicas, bioquímicas e microbiológicas do produto.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Matéria-prima

Foram utilizados pequis (*Caryocar brasiliense* Camb.) provenientes da cidade de Itumirim, situada no Sul do estado de Minas Gerais. Os frutos foram colhidos pela manhã, ao acaso, do chão, ou mesmo, quando ainda unidos à planta-mãe, porém, apresentavam rachaduras no epicarpo e mesocarpo externo, ficando à mostra o mesocarpo interno. Em seguida, procedeu-se a seleção quanto a aparência, ausência de injúrias e podridões, ausência de cheiro característico de deterioração e quanto ao grau de maturação (polpa com coloração amarelada).

Em seguida, foram levados para o Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

### 2.2 Processamento dos frutos

No laboratório, os frutos foram novamente selecionados, procurando tornar o lote ainda mais uniforme quanto ao grau de maturação e ausência de danos mecânicos ou podridões.

Os pequis tiveram as superfícies lavadas com detergente neutro para remoção de sujidades grosseiras provenientes do campo. Posteriormente, foram enxaguados em água corrente até a completa remoção do detergente.

Após a lavagem, os frutos foram armazenados imediatamente em câmara fria a  $12 \pm 1^\circ\text{C}$  e umidade relativa (UR) entre 90% a 95%, por aproximadamente 15 horas.

Após este período, os pequis foram levados para a Sala de Processamento Mínimo, sendo descascados manualmente com o auxílio de facas afiadas. Em seguida, os caroços foram, ou não, fatiados no sentido longitudinal

utilizando-se um fatiador manual de aço inoxidável, tomando-se o cuidado de retirar apenas o mesocarpo interno, evitando o endocarpo espinhoso, de modo que as fatias se apresentaram com aproximadamente 0,2cm de espessura.

A partir daí, os caroços “inteiros” e os “fatiados” foram imersos nas soluções que correspondiam aos tratamentos (Tabela 1), por 5 minutos.

**TABELA 1** Tratamentos utilizados no processamento mínimo do pequi

Tratamentos
1 Controle: imersão em água pura a 8°C
2 Hipoclorito de sódio (NaClO) 50ppm a 8°C
3 Hipoclorito de sódio (NaClO) 100ppm a 8°C
4 Peróxido de hidrogênio (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) 4% a temperatura ambiente (23°C)
5 Peróxido de hidrogênio (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) 6% a temperatura ambiente (23°C)

Em todos os tratamentos e no controle verificou-se o pH das soluções. Para o NaClO 50 e 100ppm, correspondeu a 6,5 e 6,8, respectivamente; já para o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 4% e 6%, os valores de pH foram de 5,5 e 5,8, respectivamente e o controle (água) apresentou pH em torno de 6,0.

Decorrido o tempo de imersão, os frutos minimamente processados foram levados para uma centrífuga da marca Nilma e centrifugados a 750rpm por 1 minuto, para drenagem do excesso de líquido. Em seguida, dez caroços inteiros e cerca de 100 gramas em fatias foram acondicionados em bandejas plásticas (10/20cm) envoltas por filme de policloreto de vinila (PVC) de 15µm, flexível e autoadesível, previamente higienizadas.

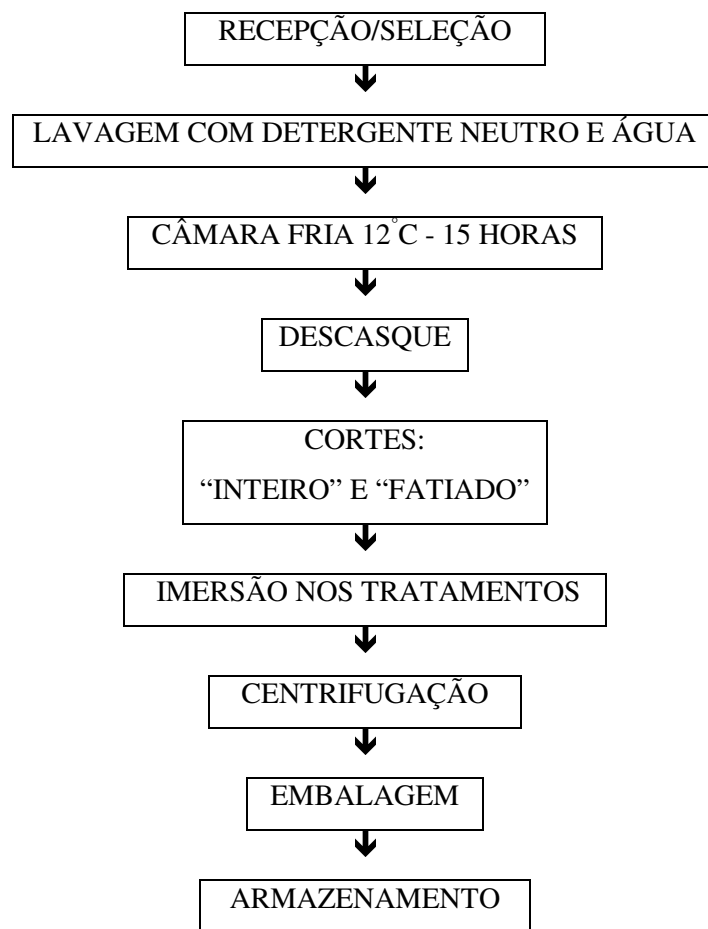
As embalagens foram armazenadas em câmara fria a  $6 \pm 1^\circ\text{C}$  e 90% a 95% UR, durante um período de 15 dias e as análises realizadas a cada três dias.

A temperatura da sala de processamento foi mantida em torno de 20°C durante todo o processo. Os utensílios utilizados foram desinfetados e a sala de

processamento foi previamente lavada e sanificada com hipoclorito de sódio 200ppm e etanol 70% (v/v). Durante todo o processamento foram utilizadas luvas estéreis, máscaras, gorros e aventais.

As embalagens foram armazenadas à temperatura de  $6 \pm 1^\circ\text{C}$ , durante um período de 15 dias.

As etapas do processamento mínimo do pequi foram conduzidas de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 1.



**FIGURA 1** Fluxograma das etapas do processamento mínimo do pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.)

### **2.3 Análises microbiológicas**

As análises microbiológicas foram realizadas em todos os 15 dias de armazenamento, no entanto, essas análises não foram realizadas em repetições, constituindo testes indicativos.

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA, segundo as metodologias propostas pelo ICMSF (1983) e Silva et al. (1997), exceto quando mencionada.

#### **2.3.1 Preparo das amostras**

As amostras de 25g de pequi minimamente processado foram retiradas aleatoriamente de forma asséptica das embalagens e, em seguida, foi feita a homogeneização em 225ml de água peptonada 0,1% (p/v) esterilizada. Todos os tratamentos foram homogeneizados em liquidificador doméstico durante um minuto, com copo previamente sanificado com etanol (70%).

#### **2.3.2 Quantificação de coliformes a 35°C e a 45°C**

Os coliformes a 35°C foram quantificados utilizando-se a técnica do número mais provável (NMP). O teste presuntivo foi realizado com a inoculação de alíquotas de 1 ml das diluições adequadas da amostra em quatro séries de três tubos, contendo tubos de Durhan invertidos e o meio de cultura caldo lauril sulfato triptose (LST), incubados a 35°C por 24-48 horas. Foram considerados tubos positivos para coliformes a 35°C aqueles que apresentavam turvação e formação de gás. Os resultados foram expressos em NMP/g. Os coliformes a 45°C foram quantificados também usando-se a técnica do número mais provável (NMP). As alíquotas foram transferidas dos tubos positivos do teste presuntivo de coliformes a 35°C, com auxílio de uma alça de repicagem, para tubos contendo o caldo *Escherichia coli* (EC) adicionados de tubos de Durhan

invertidos. Os tubos foram incubados em banho-maria a 45°C por 48 horas, sendo considerados positivos aqueles que apresentaram turvação e formação de gás. Os resultados foram expressos em NMP/g.

### **2.3.3 Contagem total de microrganismos aeróbios psicrotróficos**

Os microrganismos aeróbios psicrotróficos foram quantificados pelo método de plaqueamento em profundidade, utilizando-se o ágar para contagem padrão (PCA). As placas foram incubadas a 7°C por 10 dias. Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônia por grama de polpa do fruto (UFC/g).

### **2.3.4 Quantificação de fungos filamentosos e leveduras**

Os fungos filamentosos e as leveduras foram quantificados pelo método de plaqueamento em profundidade, utilizando meio batata dextrose ágar (BDA) acidificado com ácido tartárico a 10%. As placas foram incubadas em estufa BOD a 25°C, por cinco dias. Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônia por grama de polpa do fruto (UFC/g). Após as contagens, as colônias de fungos filamentosos foram isoladas para posterior identificação do gênero.

### **2.3.5 Pesquisa de *Salmonella* sp.**

Na pesquisa de *Salmonella*, realizou-se um pré-enriquecimento, em que foram pesados e homogeneizados 25mL de amostra em 225mL de água peptonada tamponada (APT), com incubação a 35°C durante 24 horas. Foi transferido 1mL do crescimento obtido para 10mL de Caldo de Rappaport-Vassiliadis (RP) e 1mL para 10mL de caldo tetratonato (TT). Foram inoculados ambos os caldos a 37°C por 24 horas. Após incubação, com auxílio de alça, realizaram-se as sementeiras por estrias em Rambach agar (Merck), com

incubação a 35°C, durante 24 horas. Posteriormente, foi verificado se houve desenvolvimento de colônias típicas de *Salmonella*.

#### **2.4 Análises físicas, físico-químicas, químicas e bioquímicas**

As análises físicas e físico-químicas, químicas e bioquímicas foram realizadas no Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças e Produtos Vegetais do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Após a retirada do material necessário para a realização das análises microbiológicas, as amostras, dentro da repetição de cada tratamento, foram utilizadas nas análises de perda de massa, cor ( $L^*a^*b^*$ ), firmeza (no “fruto inteiro”), pH, sólidos solúveis totais, acidez titulável e extração de vitamina C. O restante das amostras foi congelado em nitrogênio líquido e armazenado em freezer a -84°C, até o momento das demais análises. As avaliações de pH, sólidos solúveis totais e acidez titulável foram realizadas em homogenato filtrado em organza, após trituração da polpa em homogeneizador de tecidos na proporção 1:5 (polpa:água).

##### **2.4.1 Perda de massa**

A perda de massa foi determinada pesando-se os produtos em balança semi-analítica da marca Mettler modelo PC2000. Os resultados foram expressos em porcentagem, considerando-se a diferença entre a massa inicial do pequi minimamente processado e aquela obtida a cada intervalo de tempo de armazenamento.

##### **2.4.2 pH**

O pH foi determinado utilizando-se um pHmetro Schott Handylab, segundo técnica da AOAC (1990).



#### **2.4.3 Acidez titulável (AT)**

A determinação da 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 porcentagem de ácido cítrico.

#### **2.4.4 Sólidos solúveis totais (SST)**

Os sólidos solúveis totais foram determinados por refratometria, utilizando-se o refratômetro digital ATAGO PR-100 com compensação de temperatura automática a 25°C e os resultados expressos em °Brix, conforme a AOAC (1990).

#### **2.4.5 Açúcares solúveis totais (AST)**

Os açúcares solúveis totais foram extraídos com álcool etílico e determinados, espectrofotometricamente, a 620nm, pelo método de Antrona (Dische, 1962). Os resultados foram expressos em gramas de glicose por 100g de polpa.

#### **2.4.6 Firmeza**

A firmeza foi determinada somente no pequi minimamente processado na forma de “inteiro”, com o auxílio de um texturômetro Stable Micro System modelo TAXT2i, utilizando 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 5mm, valores estes previamente fixados. Foi usada uma plataforma HDP/90 como base. A firmeza do pequi minimamente processado na forma de inteiro foi expressa em Newton (N).

#### **2.4.7 Pectina total e solúvel**

As pectinas total e solúvel foram extraídas de acordo com a técnica descrita por McCready & McColomb (1952) e seus teores determinados espectrofotometricamente a 520 nm, segundo Bitter & Muir (1973).

#### **2.4.8 Atividade de pectinametilesterase (PME)**

A extração da enzima PME foi realizada segundo técnica de Buecher & Furmanski (1978), com modificações de Vilas Boas (1995). O doseamento foi realizado segundo Hultin et al. (1966) e Ratner (1969), com modificações de Vilas Boas (1995). Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1 $\mu$ mol de NaOH por minuto, sob as condições de ensaio.

#### **2.4.9 Atividade de poligalacturonase (PG)**

A extração da enzima PG foi realizada segundo a técnica de Buescher & Furmanski (1978), com modificações de Vilas Boas (1995). O doseamento foi realizado segundo Markovic et al. (1975), com modificações de Vilas Boas (1995). A atividade enzimática foi expressa em  $\mu$ mol de ácido galacturônico por grama de polpa por minuto.

#### **2.4.10 Vitamina C**

O teor de ácido ascórbico (após a oxidação a ácido deidroascórbico) 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.

#### **2.4.11 Polifenoloxidase (PFO)**

A extração da polifenoloxidase foi realizada de acordo com o método proposto por Matsumo & Uritane (1972) e a atividade expressa em unidade

(capacidade de alterar 0,001 de absorvância) por minuto por grama de tecido fresco (U/min/g), segundo o método de Teisson (1979).

#### **2.4.12 Peroxidase (PER)**

A extração e a determinação da peroxidase foram realizadas conforme metodologia preconizada por Flukey & Jen (1978). A atividade enzimática foi expressa em UA.h<sup>-1</sup>, definida como teor de enzima que produz aumento de 0,1 na absorção 0,1 DO por minuto, a 470 e 420nm, respectivamente.

#### **2.4.13 Coloração**

A cor foi determinada em dez pontos distintos do pequi minimamente processado na forma de “fatias” e na forma “inteiro”, fazendo-se três leituras em cada fruto que formava a bandeja. Foi utilizado o colorímetro Minolta CR-400, com a determinação no modo CIE L\*a\*b\*. A coordenada L\* representa quanto mais clara ou mais escura é a amostra, com valores variando de 0 (totalmente preta) a 100 (totalmente branca); a coordenada a\* pode assumir valores de -80 a +100, em que os extremos correspondem ao verde e ao vermelho, respectivamente; e a coordenada b\* com a intensidade de azul ao amarelo, que pode variar de -50 (totalmente azul) a +70 (totalmente amarelo).

#### **2.4.14 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 0,01N, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (1977). Os resultados foram expressos em microgramas de oxigênio por grama de lipídeo (µg.g<sup>-1</sup>).

#### **2.4.15 Análise sensorial**

A avaliação sensorial do pequi minimamente processado foi realizada por meio de um “teste afetivo-qualitativo” da aparência do produto na

embalagem (Meilgaard et al., 1991), visando representar a aceitabilidade de consumidores em potenciais.

As análises foram realizadas no campus da Universidade Federal de Lavras, utilizando-se 100 julgadores não treinados, com variação da faixa etária. Para tanto, utilizou-se uma escala hedônica variando de um a cinco pontos, referentes aos termos: 1- “não consumível”, 2- “limite de consumo”, 3- “limite de comercialização”, 4- “bom” e 5- “excelente”.

Cada julgador avaliou cinco amostras referentes aos tratamentos (controle, NaClO 50ppm e 100ppm e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 4% e 6%) em cada período de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas a 6°C. O teste foi conduzido imediatamente após retirar as amostras do ambiente de armazenamento. As amostras foram codificadas com números aleatórios de três dígitos, com o objetivo de não influenciar os julgadores.

#### **2.4.16 Análise estatística**

A análise estatística das análises físicas, físico-químicas, químicas, bioquímicas e sensoriais foram realizadas com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000). As respostas das variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância aplicada ao delineamento inteiramente casualizado (DIC), tendo os tratamentos analisados em função do tempo sido aleatorizados conforme o esquema de parcela subdividida (Gomes, 2000). As médias de tratamentos, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey a 1% e 5% de probabilidade. Já os modelos de regressões polinomiais foram selecionados com base na significância do teste de F de cada modelo testado e também pelo coeficiente de determinação.

## **2.5 Delineamento experimental**

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com fatorial 2 x 6 x 5, ou seja, 2 tipos de processamento (caroços “fatiados” e “inteiro”), 6 tempos (0h, 3, 6, 9, 12, 15 dias) e 5 tratamentos (controle, NaClO 50ppm, NaClO 100ppm, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 4% e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 6%), em 3 repetições. Cada parcela experimental foi constituída de uma bandeja contendo aproximadamente 100 gramas dos caroços “fatiados” e, para os “inteiros”, a bandeja foi composta por 10 caroços. Na análise sensorial, cada julgador foi considerado como uma repetição, sendo o experimento composto por 100 repetições. Não foram realizadas análises estatísticas para os resultados das avaliações microbiológicas, que foram considerados testes indicativos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Análises microbiológicas

Observou-se, ao longo do armazenamento, independentemente do tipo de corte, aumento na contagem de coliformes a 35°C e 45°C, fungos filamentosos e leveduras e aeróbios psicrotróficos. Os sanificantes foram efetivos na redução da taxa de crescimento desses microrganismos, tendo o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 6% sido o mais eficaz, seguido do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 4%, NaClO 100ppm e 50 ppm. A possibilidade da presença de *Salmonella sp.* foi checada logo após o processamento e com 9 dias de armazenamento, e em todas as amostras analisadas, inclusive as não tratadas, não foi encontrada.

O pequi apresenta elevada quantidade de água e nutrientes, além do seu pH encontrar-se numa faixa que varia de 5,3 a 6,4. Assim, torna-se possível o desenvolvimento de uma gama de microrganismos, embora seja mais freqüente a ocorrência de bactérias gram-negativas. Dessa forma, os microrganismos patogênicos, como a *Salmonella*, podem ocorrer causando sérios problemas ao pequi minimamente processado.

Os resultados observados no presente trabalho são coerentes com os observados por Carlos et al. (2000), Peroni (2002), Santos (2003) e Beerli (2004), que verificaram incremento na contagem de microrganismos ao longo do armazenamento de goiabas, melões e cebolas minimamente processados e a eficiência de sanificantes, principalmente o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 4% e 6% no controle desses microrganismos, bem como ausência de *Salmonella sp.*

O fatiamento do mesocarpo interno do caroço do pequi determinou maiores contagens de microrganismos, ao longo do armazenamento. O corte nas frutas, evidenciado no caroço fatiado, pode propiciar uma boa condição ao desenvolvimento de microrganismos, devido à liberação de nutrientes celulares, ricos em açúcares e ao acúmulo de água livre disponível.

Segundo Beuchat (1996) e Ayhan et al. (1998), populações de  $10^4$  a  $10^6$  microrganismos.g<sup>-1</sup> (ou 4 a 6 ciclos log) de coliformes a 35°C são consideradas comuns em frutas e hortaliças, quando estes encontram-se na planta de processamento, bancadas e utensílios. Estes índices são considerados aceitáveis desde que não estejam presentes patógenos toxígenos. Os valores encontrados para o pequi minimamente processado encontram-se abaixo desses limites, variando de 1,97 ciclos log imediatamente após o processamento para 4,66 ciclos log no 15º dia de armazenamento no caroço fatiado e 2,38 ciclos log para 3,04 ciclos log, respectivamente, no caroço inteiro.

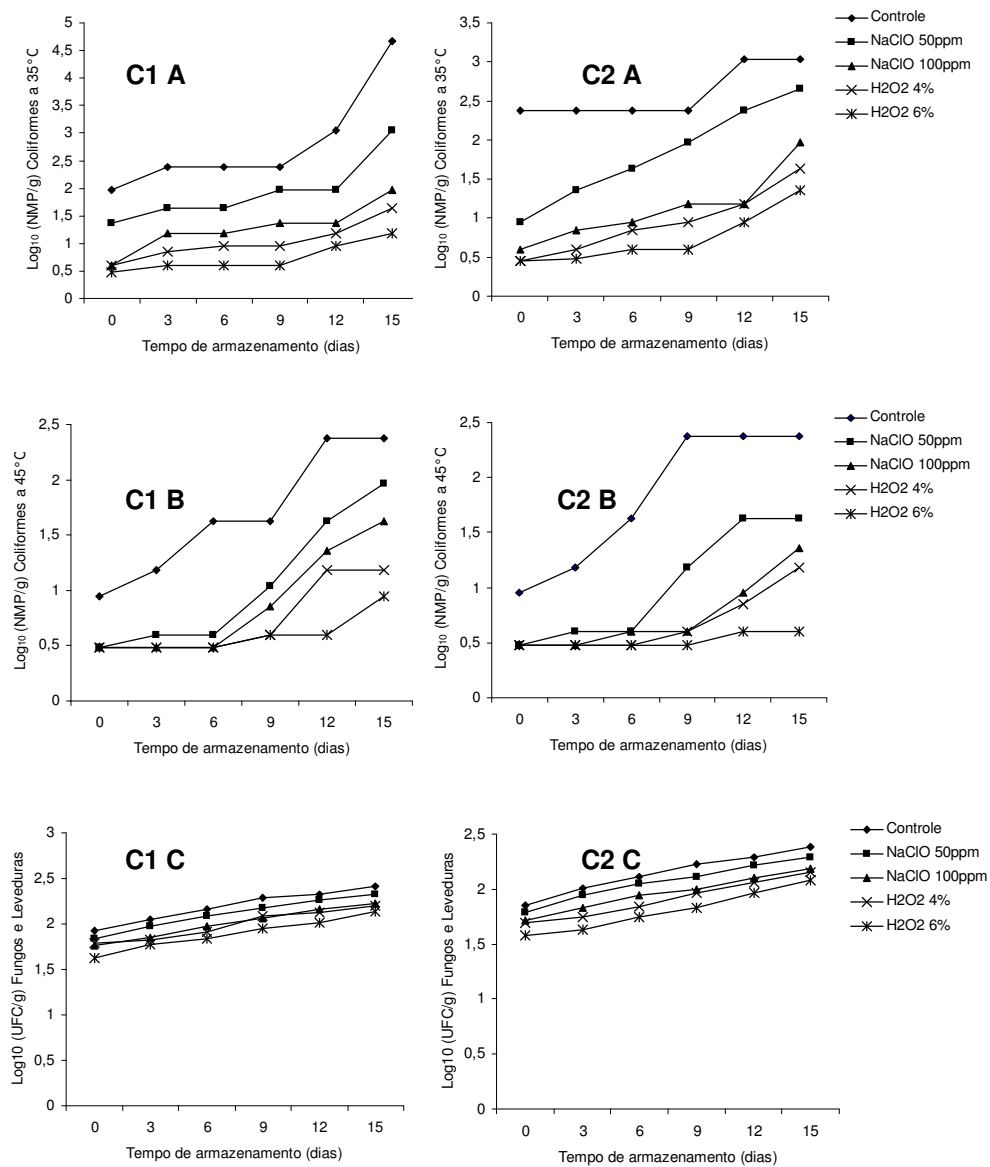
Ainda não existe uma legislação sanitária para os produtos minimamente processados, no entanto, estes podem ser enquadrados de acordo com a Resolução RDC nº 12 de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde. Esta resolução estabelece para frutas frescas, *in natura*, preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto, um limite máximo de  $5 \times 10^2$  NMP/g (2,7 ciclos log) para coliformes a 45°C e a ausência de *Salmonella* em 25g do produto (Brasil, 2001). Logo, os resultados do presente trabalho encontraram-se dentro dos padrões preconizados pela legislação em todo o período de armazenamento.

Os fungos filamentosos e leveduras são amplamente encontrados no solo, ar e água e fazem parte da microbiota normal dos frutos, principalmente daqueles em contato com o solo, como é o caso do pequi. A contagem de fungos filamentosos e leveduras foi baixa durante todo o período de armazenamento, tanto do caroço inteiro quanto do fatiado. Embora na legislação vigente não exista, para produtos minimamente processados ou frutas inteiras, padrões apontando os limites das contagens toleradas, altos valores encontrados de fungos filamentosos e leveduras podem restringir o seu consumo.

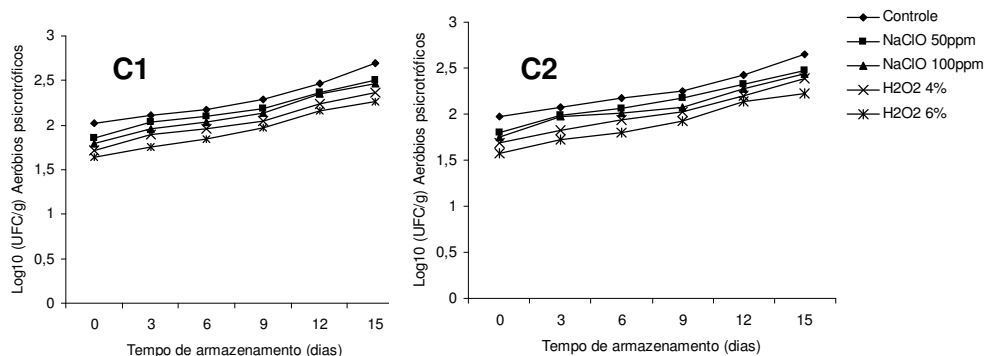
Os gêneros de fungos filamentosos encontrados no pequi minimamente processado foram *Fusarium*, *Penicilium* e *Aspergillus*, provavelmente oriundos do ambiente do processamento.

As bactérias psicotróficas têm sua importância nos produtos minimamente processados, uma vez que podem crescer em temperaturas baixas, como a da refrigeração ao longo do armazenamento, produzindo enzimas termorresistentes durante o seu crescimento, permitindo que alcancem números suficientes para causarem alterações físicas e organolépticas nesses produtos (Santos et al., 1999).





**FIGURA 2** Valores médios de coliformes a 35°C (A), coliformes a 45°C (B) e fungos filamentosos e leveduras (C) em pequi minimamente processado (C1 = “fatiado” e C2 = “inteiro”) em tratamentos com NaClO e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, em diferentes concentrações, armazenado a ± 6°C por 15 dias.



**FIGURA 3** Valores médios de microrganismos aeróbios psicrotróficos em pequi minimamente processado (C1 = “fatiado” e C2 = “inteiro”) em tratamentos com NaClO e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, em diferentes concentrações, armazenado a ± 6°C por 15 dias.

## 3.2 Análises físicas, físico-químicas, químicas e bioquímicas

### 3.2.1 Perda de massa

Houve diferenças estatísticas significativas de perda de massa, em função dos fatores isolados corte ( $p < 0,01$ ) e tempo de armazenamento ( $p < 0,01$ ), não tendo os sanificantes utilizados influenciado na perda de massa do pequi minimamente processado.

O caroço fatiado do pequi apresentou perda de massa média de 1,13% (a), ao passo que, o caroço inteiro a média foi de 1,07% (b). Essa diferença pode ser atribuída ao fatiamento efetuado no caroço do pequi, tornando-o mais perecível do que o produto intacto (caroço inteiro), devido ao estresse físico a que foi submetido, aumentando o seu metabolismo e acelerando muitos processos fisiológicos, dentre eles a perda de massa. Segundo Ben-Yehoshua (1985), um dos principais problemas durante o armazenamento de frutas e hortaliças é a perda de massa decorrente do processo respiratório. Ela ocorre em razão, principalmente, da transpiração, levando ao amolecimento dos tecidos, tornando os frutos mais suscetíveis às deteriorações e alterações na aparência e sabor, sobretudo diminuindo a aceitabilidade comercial do produto (Kluge &

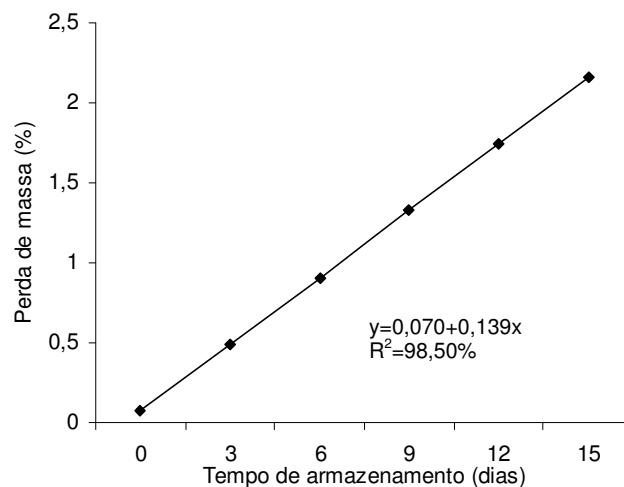
Minami, 1997). Essa perda promove efeitos marcantes sobre a fisiologia dos tecidos vegetais e, em alguns casos, antecipa a maturação e a senescência de frutos tropicais (Yang & Hoffmann, 1984).

Observou-se um incremento linear na perda de massa ao longo do período de armazenamento, sendo esse aumento mais pronunciado no 15º dia de armazenamento, atingindo 2,16% (Figura 4).

Carvalho & Lima (2002), observaram em kiwis minimamente processados perda de massa não chegando a 1%. Pinto (2005), estudando o uso de embalagens em melancias minimamente processadas, observou valores máximos dessa variável em torno de 0,93%.

Se comparado com esses trabalhos, a perda de massa do pequi minimamente processada pode ser considerada significativa, no entanto, essa perda não acarretou mudanças visíveis na aparência do produto até o final do armazenamento. De acordo com Vilas Boas (1999), em geral, perdas na ordem de 5% a 10% são suficientes para causarem um marcante declínio na qualidade em frutos, promovendo perdas na aparência, como o enrugamento do produto. Esses valores de perda de massa do pequi minimamente processado podem ser atribuídos ao tipo de filme polimérico utilizado (PVC 15µm), não se constituindo barreira eficiente à perda de água.

Geraldine (2000), utilizando bandejas de poliestireno expandido envoltas com filme de policloreto de vinila (PVC) de 15µm em alho minimamente processado, encontrou uma perda de 12%, comparada a 3%, quando envolta em 4 filmes de PVC da mesma espessura.



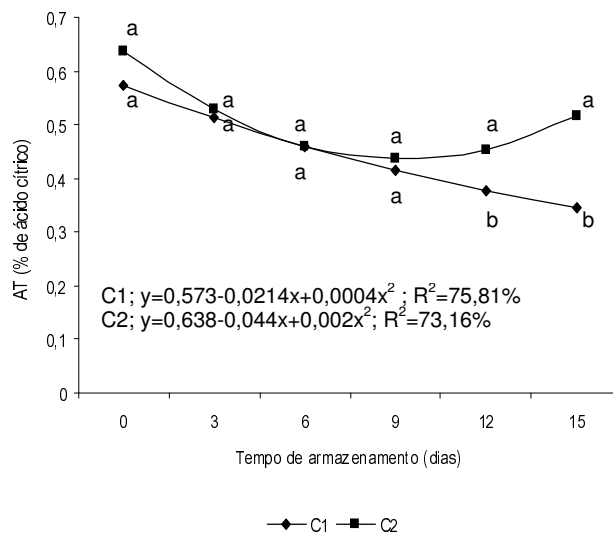
**FIGURA 4** Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação de perda de massa em pequi minimamente processado submetido a tratamentos com NaClO e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> em diferentes concentrações, armazenado a  $\pm 6^{\circ}\text{C}$  por 15 dias.

### 3.2.2 Acidez titulável (AT) e pH

As variáveis acidez titulável e pH foram influenciadas pela interação tipo de corte e tempo de armazenamento ( $p < 0,01$ ) (Figuras 5 e 6), não tendo a AT sido influenciada pelo fator sanificante, enquanto o pH foi afetado pela interação entre os fatores sanificantes e tempo de armazenamento ( $p < 0,01$ ) (Figura 7).

Os caroços fatiados (C1) e inteiros (C2) tiveram seus valores de acidez decrescidos com o tempo de armazenamento, porém, o caroço inteiro apresentou um aumento gradativo dessa variável a partir do 12º dia, seguindo até o final do armazenamento. Nenhuma diferença estatística foi notada na AT entre os caroços fatiados e inteiros até o 9º dia de armazenamento; a partir daí, os caroços fatiados apresentaram menores valores dessa variável. Esse comportamento sugere que o corte influenciou o metabolismo do fruto, induzindo aumento na atividade respiratória e, conseqüentemente, o maior consumo de substratos, entre eles os ácidos orgânicos, implicando nos valores

inferiores no caroço fatiado. O teor de ácidos orgânicos tende a diminuir durante o processo de oxidação dos ácidos no ciclo dos ácidos tricarbóxicos em decorrência do processo de respiração (Brody, 1996), sendo fundamentais na síntese de compostos fenólicos, lipídeos e voláteis do aroma (Chitarra & Chitarra, 1990).



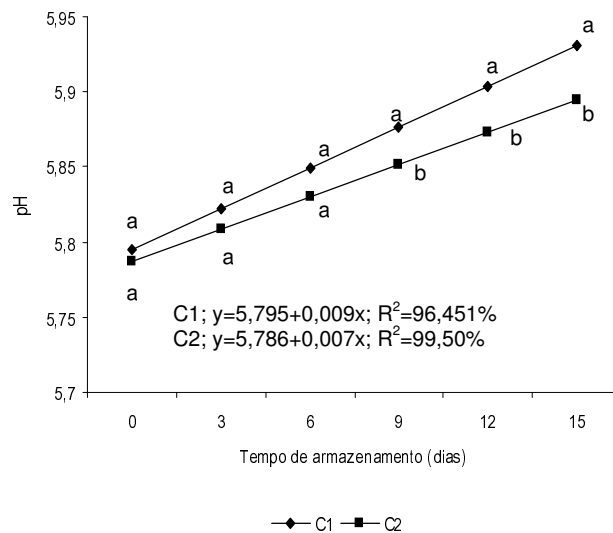
**FIGURA 5** Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação de acidez titulável (AT) em pequi minimamente processado submetido a diferentes cortes: C1 = “fatiado” e C2 = “inteiro” em tratamentos com NaClO e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, em diferentes concentrações, armazenado a ± 6°C por 15 dias.

\*Médias seguidas da mesma letra entre as equações de regressão representam semelhanças estatísticas entre os cortes, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Observou-se incremento do pH na porção comestível do pequi, a despeito do tipo de corte (Figura 6) e da aplicação de sanificantes (Figura 7), concordante com a redução na AT notada nos caroços fatiados ao longo do armazenamento e nos inteiros até o 9º dia de armazenamento (Figura 5). Segundo Chitarra & Chitarra (1990), o pH aumenta com a redução da acidez. Aumentos de pH têm sido relatados para vários produtos inteiros ou que foram

submetidos ao processamento mínimo. Morangos apresentaram aumento de pH e redução na acidez durante um período de 10 dias de armazenamento (Holcroft & Kader, 1999). Vilas Boas (2003) também observou redução nos valores de pH em mangas minimamente processadas armazenadas a 5°C. Em hortaliças minimamente processadas, esse comportamento foi observado em couves armazenadas a 5°C (Carnelossi, 2000) e acelgas armazenadas a 4°C (Roura et al., 2000).

Os cortes promoveram diferenças estatísticas em relação ao pH no 9º dia, quando o caroço fatiado (a) apresentou maiores valores dessa variável em comparação com o caroço inteiro (b), seguindo essa tendência até o final do armazenamento.

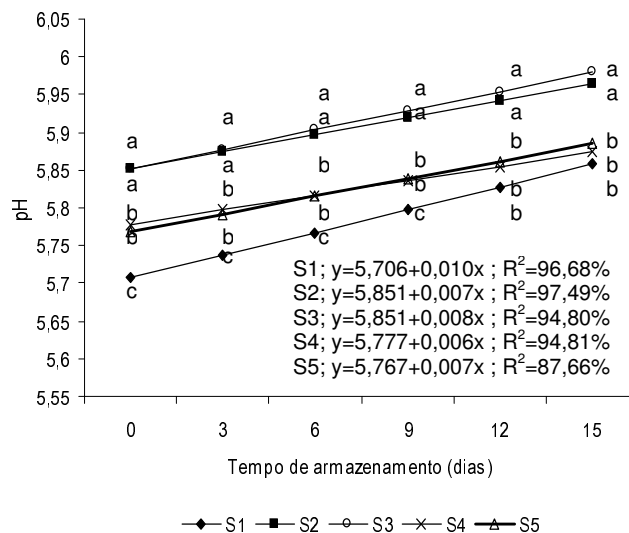


**FIGURA 6** Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação de pH em pequi minimamente processado submetido a diferentes cortes: **C1** = “fatiado” e **C2** = “inteiro” em tratamentos com NaClO e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, em diferentes concentrações, armazenado a ± 6°C por 15 dias.

\*Médias seguidas da mesma letra entre as equações de regressão representam semelhanças estatísticas entre os cortes, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

O pH dos pequis minimamente processados sanificados com hipoclorito de sódio 50 e 100ppm (S2 e S3) não diferiu estatisticamente, embora estes sanificantes tenham determinado maiores valores de pH, comparados com os sanificantes peróxido de hidrogênio 4% e 6% (S4 e S5) e o controle (S1), durante todo o período de armazenamento.

Beerli (2004) observou que cebolas minimamente processadas também apresentaram uma tendência à redução de pH, tendo os sanificantes à base de cloro promovido maiores valores em detrimento do peróxido de hidrogênio e do controle. O maior valor de pH dos pequis sanificados com hipoclorito de sódio pode estar parcialmente associado ao maior pH destas soluções sanificantes em comparação à água (controle) e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.



**FIGURA 7** Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação de pH em pequi minimamente processado submetido a tratamentos: **S1**= Controle, **S2**= NaClO 50ppm, **S3**= NaClO 100ppm, **S4**= H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 4% e **S5**= H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 6%, armazenado a  $\pm 6^{\circ}\text{C}$  por 15 dias.

\*Médias seguidas da mesma letra entre as equações de regressão representam semelhanças estatísticas entre os sanificantes, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

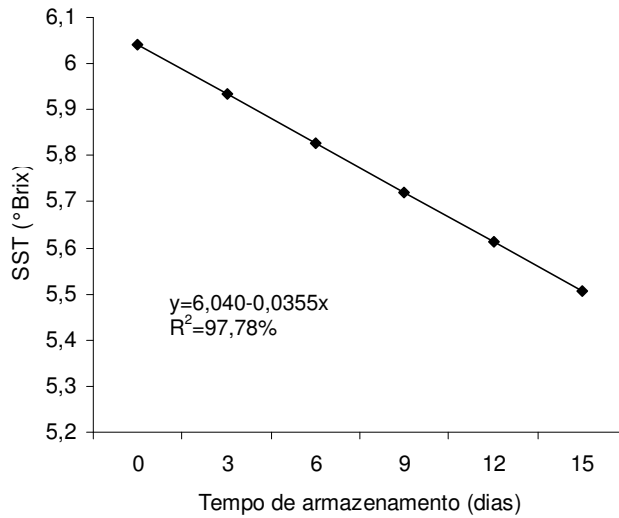
### 3.2.3 Sólidos solúveis totais (SST) e açúcares solúveis totais (AST)

A variável SST foi influenciada apenas pelo tempo de armazenamento ( $p < 0,01$ ), enquanto a AST apenas pela interação tipo de corte e tempo de armazenamento ( $p < 0,01$ ). Ambas as variáveis não foram influenciadas pela sanificação ( $p < 0,01$ ).

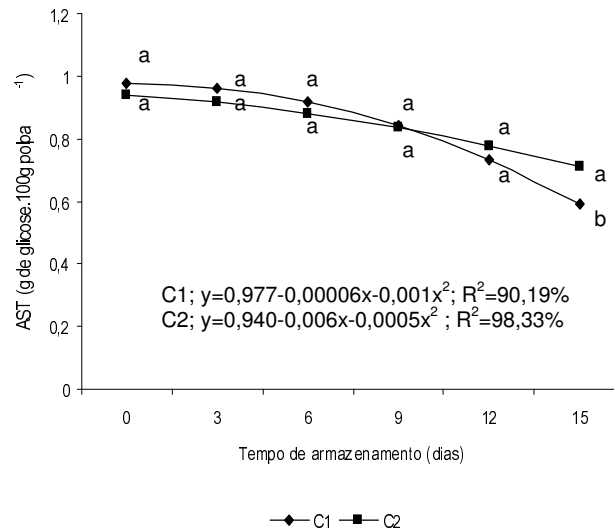
Observou-se, ao longo do armazenamento, redução nos SST de 6,04% a 5,5% (Figura 8) e AST de 0,93% a 0,63% (Figura 9). Os açúcares solúveis, presentes nos frutos, são responsáveis pela doçura e pelo *flavor*, por meio do balanço com os ácidos. São também fonte de energia para vários processos metabólicos (Chitarra & Chitarra, 1990; Kluge & Minami, 1997). Os açúcares são parte integrante dos sólidos solúveis totais, sendo que no pequi eles compreendem, em média, 13% dos SST. A redução dos AST e SST pode ser associada ao seu consumo no metabolismo respiratório do pequi. Mattiuz et al. (2000), Carvalho & Lima (2002) e Beerli (2004) também verificaram redução no SST de goiabas, kiwis e cebolas minimamente processados, ao longo do armazenamento, respectivamente.

Os caroços inteiros apresentaram maior teor de AST que os fatiados, apenas no 15º dia de armazenamento. Nenhuma diferença estatística foi notada entre caroços fatiados e inteiros até o 12º dia, quanto aos AST (Figura 9). O fatiamento no caroço do pequi provavelmente induziu à produção de etileno, chamado de “etileno de ferimento”, promovendo a elevação da taxa respiratória do fruto, sendo os açúcares então utilizados como substratos de reserva.





**FIGURA 8** Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação de sólidos solúveis totais (SST) em pequi minimamente processado submetido a tratamentos com NaClO e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, em diferentes concentrações, armazenado a ± 6°C por 15 dias.



**FIGURA 9** Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação de açúcares solúveis totais (AST) em pequi minimamente processado submetido a diferentes cortes: **C1** = “fatiado” e **C2** = “inteiro” em tratamentos com NaClO e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, em diferentes concentrações, armazenado a ± 6°C por 15 dias.

\*Médias seguidas da mesma letra entre as equações de regressão representam semelhanças estatísticas entre os cortes, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

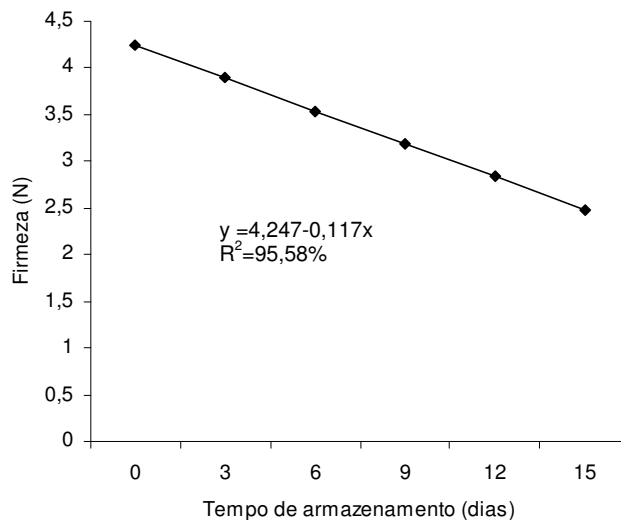
### 3.2.4 Firmeza

A firmeza foi afetada significativamente apenas pelo fator tempo de armazenamento ( $p < 0,01$ ), não tendo sido influenciada pelo fator sanificante.

A firmeza foi determinada somente nos frutos inteiros devido à dificuldade de se avaliar essa variável nos pequis fatiados. Durante o período de armazenamento observou-se um decréscimo linear na firmeza no pequi minimamente processado, de 4,24 a 2,48N imediatamente após o processamento aos 15 dias de armazenamento a  $\pm 6^{\circ}\text{C}$  (Figura 10).

A diminuição da firmeza pode estar relacionada, principalmente, com a perda de integridade da parede celular, relacionado com a sua hidrólise enzimática, devido à ação de enzimas pectinolíticas, como a poligalacturonase e pectinametilesterase, bem como celulasas e beta-galactosidases, uma vez que as células danificadas por ocasião do corte liberam essas enzimas, difundindo-se para o interior dos tecidos, promovendo intensa solubilização das pectinas. Essas enzimas degradam a estrutura celular que é responsável pela firmeza do tecido vegetal em frutas e hortaliças (Chitarra, 2000). Outro processo que pode ser associado com o amolecimento do pequi é a perda de massa (Figura 4).

Os frutos tropicais minimamente processados, como, por exemplo, a banana (Abe & Watada, 1991), o mamão e o kiwi (O'Connor-Shaw et al., 1994; Paull & Chen, 1997), são mais susceptíveis ao amaciamento dos seus tecidos após 2 dias de armazenamento a  $4^{\circ}\text{C}$ . Os danos físicos associados ao processamento resultam num rápido metabolismo em resposta ao corte, incluindo algumas enzimas da parede celular, que contribuem para a perda de firmeza (Dumville & Fry, 2000; Huber et al., 2001).



**FIGURA 10** Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação de firmeza em pequi minimamente processado submetido a tratamentos com NaClO e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, em diferentes concentrações, armazenado a  $\pm 6^{\circ}\text{C}$  por 15 dias.

### 3.2.5 Pectina total (PT) e solúvel (PS)

As variáveis pectina total e solúvel foram influenciadas pelo fator isolado sanificante ( $p < 0,01$ ) e pela interação corte e tempo de armazenamento ( $p < 0,01$ ).

Os pequis tratados com NaClO 100ppm, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 4% e 6% apresentaram teores de PT semelhantes entre si, superiores aos dos carços controle e sanificados com NaClO 50ppm, que também não diferiram entre si (Tabela 2).

Outros estudos com frutas minimamente processadas demonstram que essa variável permaneceu inalterada com o armazenamento, como é o caso de kiwis minimamente processados tratados com ácido ascórbico, cítrico e cloreto de cálcio (Carvalho & Lima, 2002). Vilas Boas (2003), avaliando tratamentos químicos (ácido ascórbico, cítrico e cloreto de cálcio) em mangas minimamente

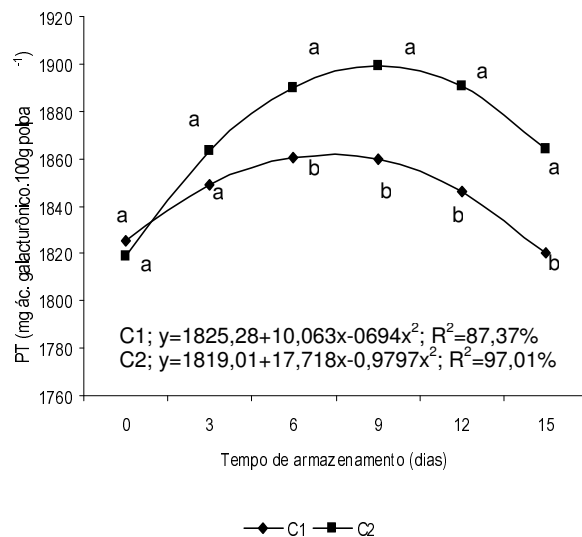
processadas, também não observou qualquer influência dos tratamentos e do tempo de armazenamento sobre essa variável.

**TABELA 2** Valores médios de pectina total (PT) em pequi minimamente processado submetido a tratamentos com NaClO e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, em diferentes concentrações, armazenado a ± 6°C por 15 dias.

Tratamentos	Pectina total (mg ac. galacturônico.100g polpa <sup>-1</sup> )
Controle	1850,528a
NaClO 50ppm	1851,033a
NaClO 100ppm	1859,922b
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 4%	1861,866b
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 6%	1862,997b

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Os valores de pectina total dos caroços fatiados e inteiros não diferiram até o 3° dia, porém, ao 6° dia de armazenamento, os caroços fatiados apresentaram-se com menores teores em comparação ao inteiro, seguindo esse comportamento até o 15° dia. Os teores de pectina total nos caroços fatiados aumentaram até o 6° dia de armazenamento, decrescendo até o final do armazenamento. Modificações semelhantes foram observadas nos caroços inteiros do pequi, porém, a redução iniciou-se no 6° dia, seguindo até o 15° dia de armazenamento (Figura 11).



**FIGURA 11** Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação de pectina total (PT) em pequi minimamente processado submetido a diferentes cortes: **C1** = “fatiado” e **C2** = “inteiro” em tratamentos com NaClO e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, em diferentes concentrações, armazenado a ± 6°C por 15 dias.

\*Médias seguidas da mesma letra entre as equações de regressão representam semelhanças estatísticas entre os cortes, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

O controle apresentou maiores teores de PS em relação aos pequis sanificados, tendo esses apresentado semelhanças estatísticas entre si (Tabela 3). Esse resultado pode estar relacionado com as contagens de microrganismos obtidas no presente trabalho (item 3.1), em que o controle promoveu maiores contagens, tanto de bactérias como fungos e leveduras, em detrimento dos sanificantes utilizados. Assim, os microrganismos, possivelmente, produziram enzimas que degradaram a celulose e ou pectinas e hemiceluloses da parede celular do fruto.

**TABELA 3** Valores médios de pectina solúvel (PS) em pequi minimamente processado submetido a tratamentos com NaClO e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, em diferentes concentrações, armazenado a ± 6°C por 15 dias.

Tratamentos	Pectina solúvel (mg ac. galacturônico.100g polpa <sup>-1</sup> )
Controle	282,255 b
NaClO 50ppm	275,748 a
NaClO 100ppm	275,154 a
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 4%	276,801 a
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 6%	271,399 a

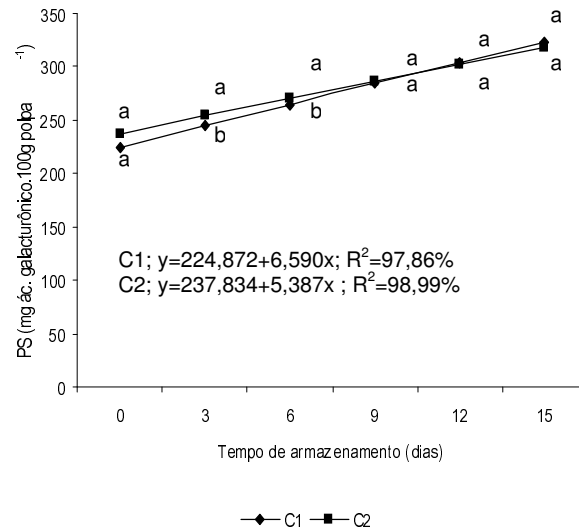
Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Observou-se um aumento linear no teor de pectina solúvel dos caroços fatiados e inteiros, no decorrer do armazenamento (Figura 12).

Era de se esperar teores mais elevados de pectina solúvel no caroço fatiado do que no inteiro, devido ao rompimento celular nas regiões do corte, promovendo o contato entre enzimas e substrato. Entretanto, essa situação só foi observada no 3° e 6° dias de armazenamento.

O incremento da pectina solúvel com o armazenamento pode ser associado à perda de firmeza no pequi minimamente processado (Figura 10). O amaciamento é marcado por modificações das substâncias pécticas da parede celular, que vão sendo solubilizadas, transformando a pectina insolúvel (protopectina) em pectina solúvel. Esse amolecimento ocorre em razão da diminuição das forças coesivas que mantêm as células unidas decorrentes da decomposição da protopectina pela ação das enzimas poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME) (Vilas Boas et al., 2000; Fachin, 2003).

Tal comportamento é análogo ao mostrado por Vilas Boas (2003), em mangas minimamente processadas e por Reis (2002), em banana minimamente processada.



**FIGURA 11** Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação de pectina solúvel (PS) em pequi minimamente processado submetido a diferentes cortes: **C1** = “fatiado” e **C2** = “inteiro” em tratamentos com NaClO e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, em diferentes concentrações, armazenado a  $\pm 6^\circ\text{C}$  por 15 dias.

\*Médias seguidas da mesma letra entre as equações de regressão representam semelhanças estatísticas entre os cortes, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

### 3.2.6 Pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG)

A atividade da enzima pectinametilesterase (PME) não foi detectada no pequi minimamente processado. Santos et al. (2005), Vilas Boas (2003) e Carvalho & Lima (2002) também não observaram atuação dessa enzima em abacaxi, mangas e kiwis minimamente processados, creditando a sua ausência ao estágio de maturação avançado dos frutos, visto que o ápice de ação da enzima

ocorre em estádios verdes da maturação. Tal fato possivelmente ocorreu no pequi minimamente processado.

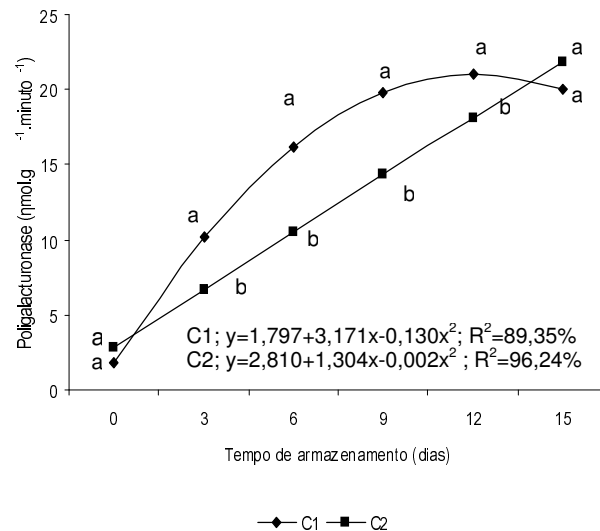
A atividade da enzima poligalacturonase foi afetada significativamente pela interação corte e tempo de armazenamento (Figura 13) ( $p < 0,01$ ), não tendo sido afetada pelo fator sanificante.

Observou-se incremento linear na atividade da PG nos caroços inteiros, variando de 2,81 a 21,82  $\eta\text{mol.g}^{-1}.\text{min}^{-1}$  e comportamento quadrático nos caroços fatiados, com elevação na atividade até o 12º dia (1,79 a 21,09  $\eta\text{mol.g}^{-1}.\text{min}^{-1}$ ), seguida de estabilização, ou queda (Figura 13).

Os caroços inteiros apresentaram menor atividade de PG do 3º ao 12º dias de armazenamento, e nenhuma diferença foi observada aos 0 e 15 dias.

O maior índice de pectina solúvel e a perda de firmeza ao longo do armazenamento (Figuras 12 e 10) podem ser relacionados ao incremento da atividade da enzima poligalacturonase, principalmente no pequi fatiado. A maior atividade da PG no caroço do pequi fatiado ocorreu, provavelmente, como consequência do corte, que induziu a descompartmentalização celular, promovendo o contato entre enzima e substrato. Presume-se que no 15º dia de armazenamento, esta enzima já tenha atingido o seu pico de atuação no caroço fatiado, devido ao estágio de maturação avançado dos frutos, resultando no decréscimo de sua atividade. Santos et al. (2005), Vilas Boas (2003) e Reis (2002) também reportaram uma relação entre a atividade da PG na degradação de pectinas, devido ao acréscimo de pectina solúvel e o amaciamento, em abacaxi, manga e banana minimamente processados, respectivamente.





**FIGURA 13** Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação de poligalacturonase (PG) em pequi minimamente processado submetido a diferentes cortes: C1 = “fatiado” e C2 = “inteiro” em tratamentos com NaClO e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, em diferentes concentrações, armazenado a ± 6°C por 15 dias.

\*Médias seguidas da mesma letra entre as equações de regressão representam semelhanças estatísticas entre os cortes, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

### 3.2.7 Vitamina C

Observou-se efeito significativo apenas do tempo de armazenamento ( $p < 0,01$ ) para a variável vitamina C, que não foi influenciada pelo tipo de corte, tampouco pelos sanificantes.

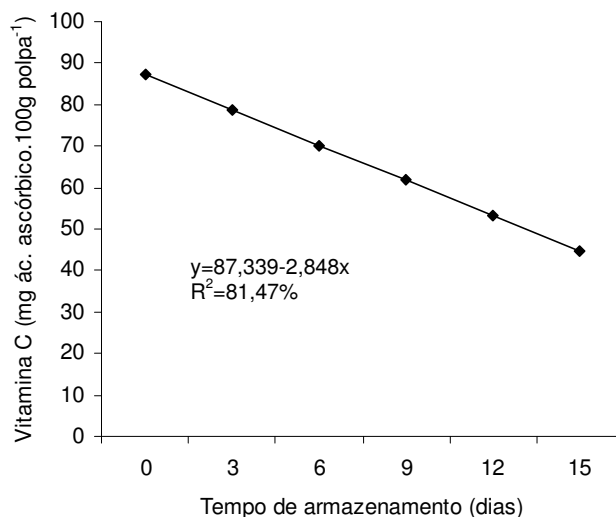
O pequi minimamente processado apresentou diminuição nos teores de vitamina C ao longo do armazenamento, chegando a uma perda de 48,93% (Figura 14).

Moreira (2004) também relatou perdas expressivas em tanger ‘Murcot’ minimamente processado após 6 dias de armazenamento, da ordem de 33,5%. Por outro lado, essas perdas representam de 3 a 4 vezes mais em manga e mamão minimamente processados. Vilas Boas (2003) apresentou perdas de

vitamina C em mangas minimamente processadas durante 12 dias de armazenamento da ordem de 10%. Sarzi (2002) também observou perdas no teor de ácido ascórbico ao redor de 15% em mamão minimamente processado, armazenado por 15 dias.

Esse comportamento pode ser relacionado com o processamento mínimo, pois os danos mecânicos causados pelo corte nos tecidos promovem a desorganização celular ocasionando a oxidação do ácido ascórbico.

Segundo Chitarra (1998), o ácido ascórbico pode ser oxidado por uma série de mecanismos bioquímicos que são responsáveis não só pela perda de sua atividade vitamínica como também pela formação de pigmentos escuros. Diferentes enzimas podem catalisar a sua degradação direta (ácido ascórbico oxidase) ou indireta (peroxidase, polifenoloxidase e citocromo oxidase). De acordo com Lee & Kader (2000), produtos hortícolas severamente cortados ou picados perdem muita vitamina C.



**FIGURA 14** Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação de vitamina C em pequi minimamente processado submetido a tratamentos com NaClO e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, em diferentes concentrações, armazenado a ± 6°C por 15 dias.

### 3.2.8 Polifenoloxidase (PFO) e peroxidase (PER)

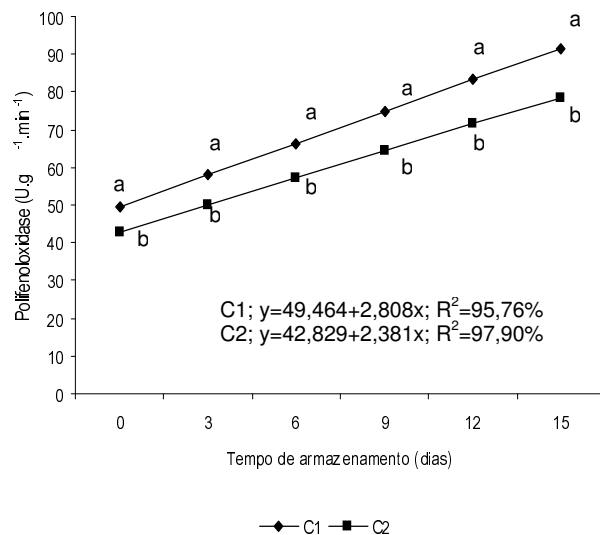
Houve efeito significativo da interação corte e tempo de armazenamento sobre a atividade da enzima polifenoloxidase, que não foi influenciada pelo fator sanitizante.

A atividade da PFO aumentou linearmente com o período de armazenamento, tendo o caroço fatiado (a) apresentado maiores valores dessa enzima do que o inteiro (b), durante todo o armazenamento (Figura 15).

No caroço fatiado, a atividade da polifenoloxidase variou de 49,464 a 91,592U.g<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>; já no inteiro, essa variação foi de 42,829 a 78,545U.g<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup> (Figura 15).

A descoloração, ou escurecimento, na superfície de frutas e hortaliças cortadas pode ocorrer devido à descompartimentalização que ocorre quando as células são rompidas, liberando e colocando em contato enzimas e substratos (Rolle & Chism, 1987). A principal enzima associada com o escurecimento em frutos é a polifenoloxidase. Essa enzima reage com alguns substratos endógenos, tais como o-diidroxifenóis, produzindo pigmentos de coloração marrom (King & Bolin, 1989). O escurecimento oxidativo na superfície cortada é um fator limitante no armazenamento de frutas e hortaliças minimamente processadas (Brecht, 1995).

O escurecimento no pequi minimamente processado em resposta a injúrias do fatiamento pode ser devido ao teor de compostos fenólicos presentes no fruto, em torno de 102,372mg.100g<sup>-1</sup> de polpa (Rodrigues, dados não publicados). O fermento induz o colapso celular, que promove o contato dos fenólicos presentes com a PFO, resultando no escurecimento do pequi.



**FIGURA 15** Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação de polifenoloxidase (PFO) em pequi minimamente processado submetido a diferentes cortes: **C1** = “fatiado” e **C2** = “inteiro” em tratamentos com NaClO e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, em diferentes concentrações, armazenado a ± 6°C por 15 dias.

\*Médias seguidas da mesma letra entre as equações de regressão representam semelhanças estatísticas entre os cortes, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

A enzima peroxidase foi afetada significativamente pela interação tripla entre corte, sanificante e tempo de armazenamento ( $p<0,01$ ).

Os sanificantes não influenciaram a atividade da PER até o 3º dia de armazenamento.

O H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> determinou maior atividade de PER tanto maior quanto maior a concentração de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> que o NaClO e controle, nos caroços fatiados do 6º ao 12º dias e nos caroços inteiros do 9º ao 15º dias. Não foi observado efeito dos sanificantes sobre a atividade da PER nos caroços fatiados aos 15 dias de armazenamento.

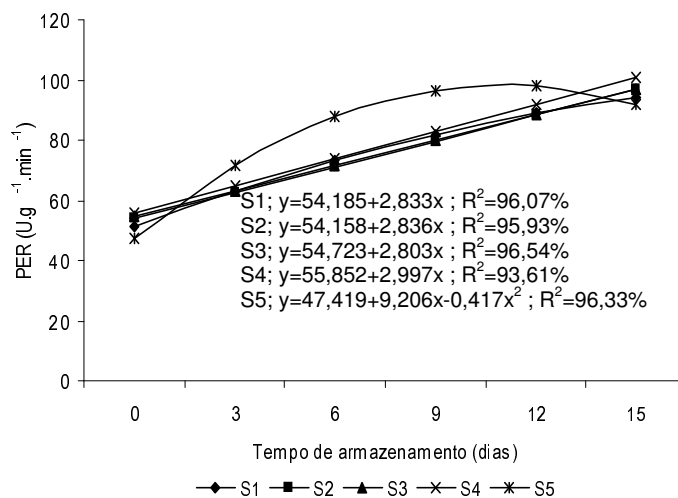
Caroços inteiros, aos 6 dias de armazenamento, apresentaram maior atividade de PER quando sanificados com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 6%, em comparação aos caroços submetidos aos demais sanificantes, incluindo o controle, que não diferiram entre si. Logo, observou-se, em geral, maior atividade de PER nos pequis minimamente processados sanificados com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, a partir do 6° dia de armazenamento, provavelmente devido à capacidade dessa enzima em catalisar a oxidação de alguns compostos amínicos aromáticos de outros fenólicos na presença do peróxido de hidrogênio com posterior formação de polímeros escuros. A peroxidase promove a oxidação de compostos fenólicos na presença de peróxido de hidrogênio (Dunford & Stillman, 1976). A liberação de peróxido de hidrogênio na oxidação de alguns compostos fenólicos, catalisada pela polifenoloxidase, poderia indicar uma possível ação sinérgica entre essas duas enzimas, o que sugere a participação da peroxidase nos processos de escurecimento (Subramanian et al., 1999).

Observou-se incremento linear na atividade da PER dos caroços fatiados e inteiros, a despeito da sanificação, à exceção dos caroços fatiados sanificados com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 6%, que apresentaram um comportamento quadrático da atividade dessa enzima, com incremento até o 12° dia, seguido de estabilização (Figuras 16 e 17).

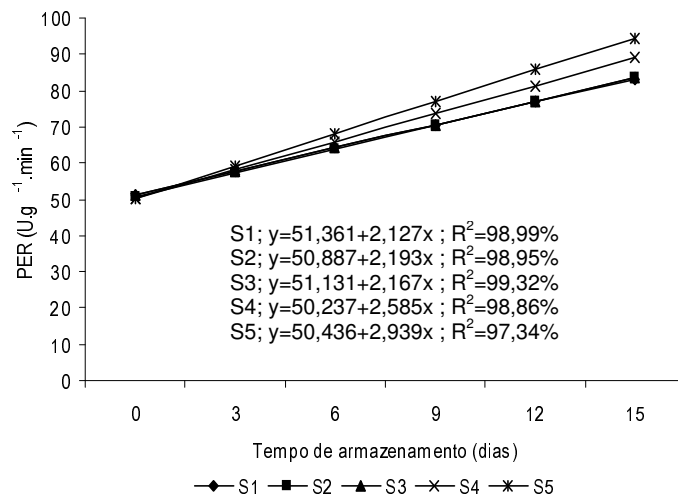
**TABELA 4** Valores médios de peroxidase (PER) em pequi minimamente processado (C1= Fatiado e C2= Inteiro) submetido aos tratamentos: S1= Controle, S2= NaClO 50ppm, NaClO 100ppm, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 4% e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 6%, armazenado a  $\pm$  6°C por 15 dias.

<b>Tempo de armazenamento (dias)</b>							
		<b>0</b>		<b>3</b>		<b>6</b>	
<b>Sanificantes</b>		<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>
S1		49,80aA	51,13aA	65,01aA	56,37bA	75,81aA	66,12bA
S2		49,66aA	50,73aA	65,00aA	56,14bA	75,87aA	66,18bA
S3		50,82aA	51,26aA	65,05aA	56,46bA	76,00aA	65,46bA
S4		50,54aA	51,13aA	65,22aA	56,48bA	80,35aB	66,19bA
S5		49,77aA	51,37aA	65,63aA	56,60bA	91,60aC	71,00bB
<b>Tempo de armazenamento (dias)</b>							
		<b>9</b>		<b>12</b>		<b>15</b>	
<b>Sanificantes</b>		<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>
S1		80,13aA	71,25bA	86,00aA	76,03bA	95,83aA	82,99bA
S2		80,29aA	71,06bA	86,04aA	76,00bA	95,71aA	83,89bA
S3		80,34aA	71,27bA	86,09aA	75,93bA	96,20aA	83,94bA
S4		85,86aB	74,80bB	91,21aB	78,88bB	96,79aA	90,26bB
S5		98,38aC	77,46bC	95,08aC	81,76bC	96,71aA	92,18bC

Médias seguidas da mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas representam semelhanças estatísticas entre os cortes e os sanificantes, respectivamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.



**FIGURA 16** Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação da peroxidase (PER) do pequi minimamente processado (C1= “Fatiado”) submetido aos tratamentos: S1= Controle, S2= NaClO 50ppm, S3= NaClO 100ppm, S4= H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 4% e S5= H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 6%, armazenado a  $\pm 6^\circ\text{C}$  por 15 dias.



**FIGURA 17** Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação da peroxidase (PER) do pequi minimamente

processado (**C2= “Inteiro”**) submetido aos tratamentos: **S1=** Controle, **S2=** NaClO 50ppm, **S3=** NaClO 100ppm, **S4=** H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 4% e **S5=** H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 6%, armazenado a  $\pm 6^{\circ}\text{C}$  por 15 dias.

### **3.2.9 Coloração (L\*, a\* e b\*)**

O valor L\* foi afetado significativamente apenas pela interação sanificante e tempo de armazenamento ( $p < 0,01$ ).

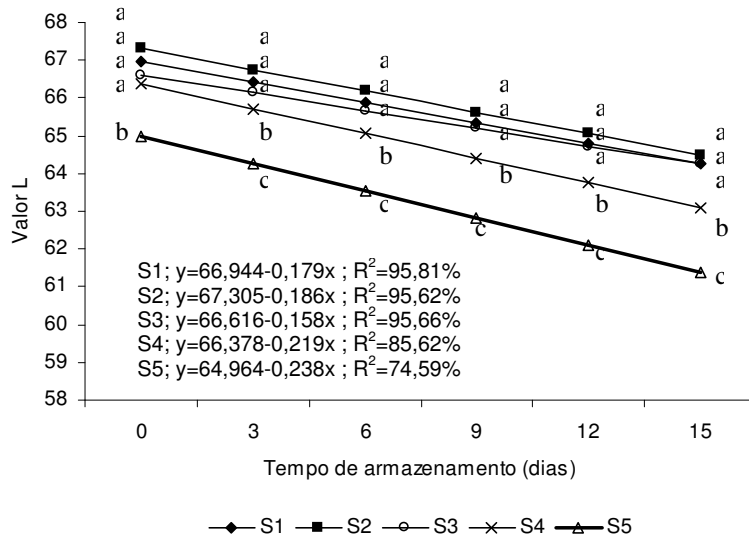
A cor do pequi minimamente processado foi avaliada por meio dos parâmetros L\*, a\* e b\* no modo CIE.

Observou-se redução do valor L\* durante o armazenamento do pequi minimamente processado, independente do sanificante utilizado (Figura 18), sugerindo o escurecimento do produto. Esta redução no valor L\* pode ser associado ao aumento verificado nas atividades das enzimas PFO e PER, ao longo do armazenamento (Figuras 15, 16 e 17).

O sanificante H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> promoveu os menores valores de L\*, tanto menores quanto maiores a concentração de peróxido de hidrogênio, o que também pode ser associado à maior atividade de PER promovida por esse sanificante (Tabela 4).

O escurecimento, geralmente, prejudica as propriedades sensoriais dos produtos porque está associado a mudanças na cor, sabor e amaciamento (Martinez e Whitaker, 1995). O processo enzimático pode estar associado a um grande número de reações oxidativas e de biodegradação, como degradação da clorofila ou auxinas, oxidação de fenóis, oxidação do ácido indol acético e biossíntese de ligninas (Valderrama et al., 2001). Uma vez quebrada a integridade das paredes celulares e das membranas celulares, a oxidação enzimática ocorre de forma muito mais acentuada.





**FIGURA 18** Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação do valor L\* em pequi minimamente processado submetido a tratamentos com NaClO e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, em diferentes concentrações, armazenado a ± 6°C por 15 dias.

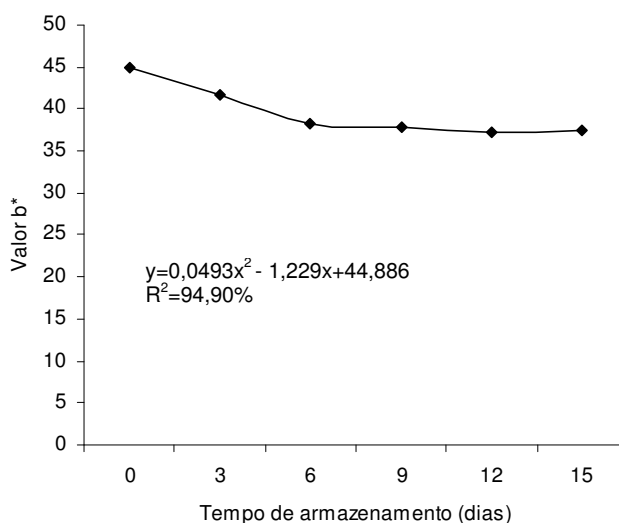
\*Médias seguidas da mesma letra entre as equações de regressão representam semelhanças estatísticas entre os sanificantes, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

O valor a\* não foi influenciado por nenhum dos fatores avaliados, uma vez que nem o verde nem o vermelho são as colorações predominantes na parte comestível (mesocarpo interno) do pequi.

A coordenada b\* foi afetada significativamente apenas pelo fator tempo de armazenamento (p<0,01).

Verificou-se que os valores de  $b^*$  reduziram com o período de armazenamento (Figura 19). Essa redução indica que o pequi minimamente processado tendeu a uma diminuição da coloração amarela, em que o processo metabólico envolvido nessa mudança de cor pode ser a degradação dos carotenóides, sobretudo o  $\beta$ -caroteno, cuja cor característica é a amarela (Cross, 1987), visto que o pequi é uma fruta com altos teores desse carotenóide (Vilas Boas, 2004).

Entre os fatores que interferem na degradação dos carotenóides estão a luz, o calor e o oxigênio, dentre outros (Britton, 1992).



**FIGURA 19** Valores médios, equação de regressão e coeficiente de determinação da coordenada  $b^*$  em pequi minimamente processado submetido a tratamentos com  $\text{NaClO}$  e  $\text{H}_2\text{O}_2$ , em diferentes concentrações, armazenado a  $\pm 6^\circ\text{C}$  por 15 dias.

### 3.2.10 Índice de peróxidos (IP)

Observou-se efeito significativo apenas da interação corte e tempo de armazenamento ( $p < 0,01$ ) sobre o índice de peróxidos.

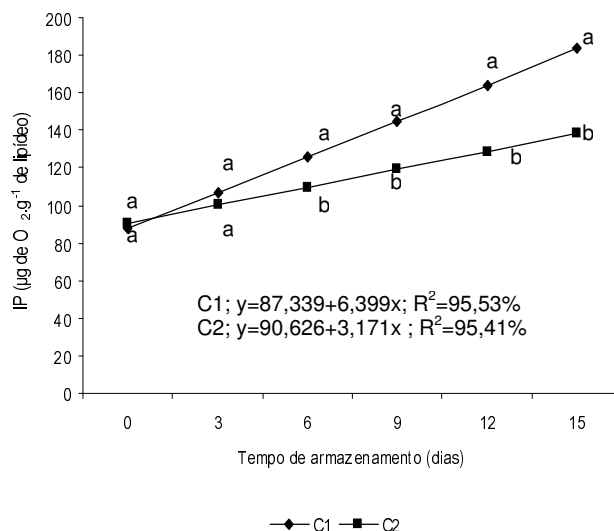
De acordo com o gráfico da Figura 20, verifica-se um aumento linear no IP no pequi minimamente processado com o período de armazenamento. Os caroços fatiados apresentaram maior índice de peróxidos que os inteiros a partir do 6º dia de armazenamento, devido, provavelmente, à sua maior exposição ao oxigênio e maior contato enzimas/substrato propiciados pelo fatiamento. O pequi inteiro apresentou valores variando de 90,626 a 138,205 $\mu\text{g}$  de  $\text{O}_2\cdot\text{g}^{-1}$  de lipídeo. Já para o fatiado, essa variação foi de 87,339 a 183,332 $\mu\text{g}$  de  $\text{O}_2\cdot\text{g}^{-1}$  de lipídeo.

De modo geral, um lipídeo apresenta gosto de ranço quando o índice de peróxido atinge de 160 a 320 $\mu\text{g}$  de  $\text{O}_2\cdot\text{g}^{-1}$  de lipídeo (Instituto Adolfo Lutz, 1977). O pequi fatiado apresentou teores acima desse limite a partir do 12º dia de armazenamento (164,33 $\mu\text{g}$  de  $\text{O}_2\cdot\text{g}^{-1}$  de lipídeo).

Os lipídeos ou óleos são substâncias que podem sofrer oxidação na presença de oxigênio, com formação inicial de peróxidos, a partir dos ácidos graxos insaturados. A deterioração oxidativa, ou rancidez oxidativa, tem como consequência a destruição das vitaminas lipossolúveis e dos ácidos graxos essenciais, além da decomposição dessas substâncias com formação de aldeídos, hidrocetonas (responsáveis pelo odor de ranço) e diversos produtos oxigenados. Evidências experimentais demonstram que os peróxidos são os produtos primários predominantes quando uma gordura se deteriora (Cecchi, 2003).

A rancidez, deterioração da gordura, pode ser um sério problema no processamento mínimo do pequi, visto que o fruto possui alto teor de gordura, em torno de 20,5% na matéria fresca (Vilas Boas, 2004).

A peroxidação enzimática de ácidos graxos insaturados é um exemplo de modificações bioquímicas de aromas naturais de produtos minimamente processados. Esta peroxidação é catalizada pela lipoxigenase e leva à formação de inúmeros aldeídos e cetonas, responsáveis pelos sabores e odores desagradáveis (Hildebrand, 1989).



**FIGURA 20** Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação de índice de peróxidos em pequi minimamente processado submetido a diferentes cortes: **C1** = “fatiado” e **C2** = “inteiro” em tratamentos com NaClO e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, em diferentes concentrações, armazenado a ± 6°C por 15 dias.

\*Médias seguidas da mesma letra entre as equações de regressão representam semelhanças estatísticas entre os cortes, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

### 3.3 Análise sensorial

De acordo com o “teste afetivo de qualidade” em relação à aparência, houve interação significativa entre os fatores corte e tempo de armazenamento ( $p < 0,01$ ) e significativo e tempo de armazenamento ( $p < 0,01$ )

Tanto os carochos fatiados quanto os inteiros sofreram depreciação de sua qualidade, considerando-se decréscimo de suas notas ao longo do período de

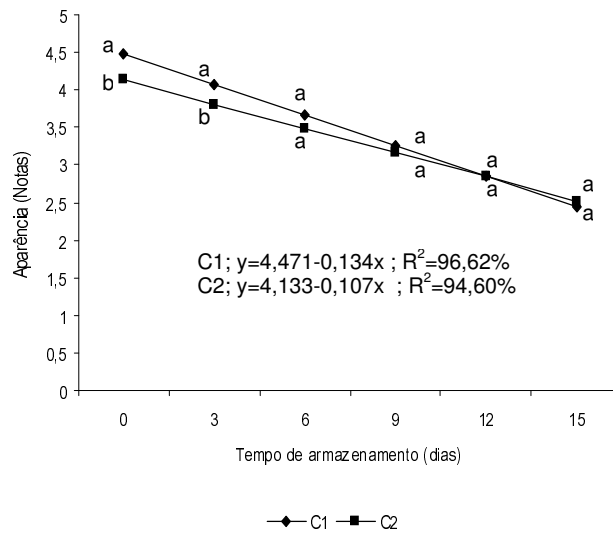
armazenamento, de 4,46 para 2,50 e de 4,28 para 2,49, respectivamente (Figura 21). De acordo com as notas atribuídas pelos julgadores, o pequi minimamente processado recebeu conceitos entre “excelente” (5) e “limite de consumo” (2).

Maiores notas de aparência foram atribuídas aos caroços fatiados, em comparação aos inteiros, aos 0 e 3 dias de armazenamento. A partir do 6º dia, nenhuma diferença foi notada quanto à aparência, em função do tipo de corte (Figura 21).

O único efeito notado foi o do NaClO 100ppm, que ditou melhor aparência que os demais sanificantes, incluindo o controle, nos 12º e 15º dias de armazenamento (Figura 22). De acordo com a análise sensorial, os pequis sanificados com NaClO 100ppm podem ser comercializados até o 12º dia de armazenamento, enquanto os pequis sob os demais sanificantes, incluindo o controle, podem ser comercializados até o 9º dia.

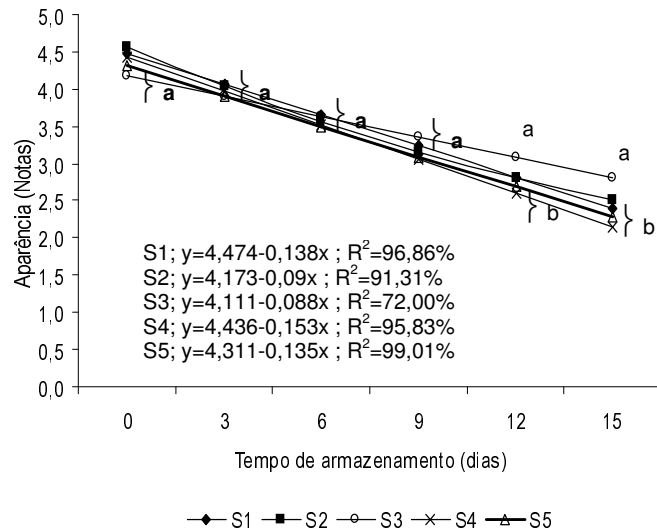
A escolha de um produto por parte do consumidor pode ser associada à cor, mesmo que inconscientemente. Assim, se faz necessário que o pequi minimamente processado apresente uma cor agradável aos olhos dos consumidores.

A depreciação da qualidade do pequi, com base na aparência, pode ser relacionada à redução do valor  $L^*$ , já associada ao escurecimento e aumento nas atividades da PFO e PER e redução do valor  $b^*$ , associadas a alterações na coloração amarela do pequi, cor característica do produto.



**FIGURA 21** Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação das notas da aparência (5- excelente, 4- bom, 3- limite de comercialização, 2- limite de consumo e 1- não consumível) atribuídas ao queijo minimamente processado submetido a diferentes cortes: **C1** = “fatiado” e **C2** = “inteiro” em tratamentos com NaClO e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, em diferentes concentrações, armazenado a ± 6°C por 15 dias.

\*Médias seguidas da mesma letra entre as equações de regressão representam semelhanças estatísticas entre os cortes, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.



**IGURA 22** Valores médios, equações de regressão e coeficientes de determinação das notas da aparência (5- excelente, 4- bom, 3- limite de comercialização, 2- limite de consumo e 1- não consumível) atribuídas ao pequi minimamente processado submetido a tratamentos: **S1**= Controle, **S2**= NaClO 50ppm, **S3**= NaClO 100ppm, **S4**= H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 4% e **S5**= H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 6%, armazenado a ± 6°C por 15 dias.

\*Médias seguidas da mesma letra entre as equações de regressão representam semelhanças estatísticas entre os sanificantes, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

## 4 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos nas condições experimentais estudadas, pôde-se concluir que:

- os caroços fatiados e inteiros de pequi sanificados com NaClO 50ppm e 100ppm e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 4% e 6%, incluindo o controle, apresentam contagens microbiológicas dentro dos limites preconizados pela legislação vigente (ANVISA - RDC n°12 de 2001), durante os 15 dias de armazenamento a 6°C e 90%-95% de UR, tendo o sanificante com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 6% sido mais efetivo na redução microbiana;
- os caroços fatiados apresentam maior atividade das enzimas PFO e PER em relação aos caroços inteiros, tendo os caroços sanificados com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> maior atividade de PER que os demais sanificantes e o controle, resultando o escurecimento do produto com o armazenamento;
- os caroços fatiados apresentam maior índice de peróxidos em relação aos caroços inteiros; no 12° dia de armazenamento a 6°C e 90%-95% de UR, o pequi fatiado apresenta elevados teores de peróxidos, contribuindo para a rancidez do produto, constituindo uma limitação na sua qualidade;
- de acordo com a análise sensorial por meio do “teste afetivo qualitativo” de aparência do pequi minimamente processado, o caroço fatiado sanificado com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 6% apresenta melhor aparência que os demais sanificantes, incluindo o controle, podendo ser comercializado até o 9° dia de armazenamento. O caroço inteiro sanificado com NaClO 100ppm apresenta melhor aparência que os demais sanificantes e o controle, sendo atribuídas notas referentes ao “limite de comercialização” até o 12° dia de armazenamento.



## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABE, K., WATADA, A.E. Ethylene absorbent to maintain quality of lightly processed fruits and vegetables. **Journal Food and Science**, Chicago, v.56, p.1493- 1496, Nov./Dez. 1991.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of the Association of the Agricultural Chemists**. Washington, 15th, Ed. 1990, 2v.
- AYHAN, Z.; CHISM, G.W.; RICHTER, E.R. The shelf-life of minimal processed fresh cut melons. **Journal of Food Quality**, Westport, v.21, n.1, p.29-40, Jan. 1998.
- BEERLI, K. M. C.; VILAS BOAS, E. V. de B.; PICCOLI, R. H. Influência de sanificantes nas características microbiológicas, físicas e físico-químicas de cebola (*Allium cepa* L.) minimamente processada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.1, p.107-112, Jan./Fev. 2004.
- BEN-YEHOSHUA, S. Individual seal-packaging of fruit and vegetables in plastic film: a new postharvest technique. **HortScience**, v.20, n.1, p.32-37, Fev. 1985.
- BEUCHAT, L.R. Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 59, n.2, p.204-216, Feb.1996.
- BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, New York, v.4, n.4, p. 330-334, 1973.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução – RDC nº12**, de 2 de janeiro de 2001. Disponível <[http://www.anvisa.gov.br/legis/resolucoes/12\\_01.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resolucoes/12_01.htm)>.
- BRECHT, J.K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **Hostscience**, Alexandria, v. 30, n.1, p.18-22, Feb. 1995.
- BRITTON, G. Carotenoids. In: HENDRY, G.F. (ed.). **Natural foods colorants**, New York: Blackie, 1992, p.141-148.

BRODY, A.L. Envasado de alimentos en atmosferas controladas, modificadas y vazio. Zaragoza: Acribia, 1996, 220p.

BUESCHER, R.W.; FURMANSKI, R.J. Role of pectinesterase and polygalacturonase in the formation of woolliness un peaches. **Journal of Food Science**, Chicago, v.43, n.1, p.264-266, Jan./Fev. 1978.

CARLOS, L.A.; COELHO, E.M.; CORDEIRO, C.A.M.; OLIVEIRA JÚNIOR, L.F.G.; ARAÚJO, T.M.R. Influência da temperatura e do período de armazenamento nas características físico-químicas, sensoriais e microbiológicas de goiaba (*Psidium guajava* L.) minimamente processada. In: Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, 2, 2000, Viçosa, **Resumos...** Viçosa: UFV, 2000, p.7.

CARNELOSSI, M.A.G. **Fisiologia pós-colheita de folhas de couve (*Brassica oleraceae* cv. *acephala*) minimamente processadas**. 2000. 81p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CARVALHO, A.V.; LIMA, L.C.O. Qualidade de kiwis minimamente processados e submetidos a tratamento com ácido ascórbico, ácido cítrico e cloreto de cálcio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.5, p.679-685, Mai. 2002.

CECCHI, H.M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2 ed. Campinas: Editora da UNICAMP, 2003. 207p.

CHITARRA, M. I. F. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 113 p. Apostila.

CHITARRA, M.I.F. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Viçosa: Centro de produções técnicas. 1998. 88 p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL, Fundação de Apoio, Pesquisa e Extensão ao Ensino, 1990. 293p.

CROSS, J. **Pigments in fruit**. London: Academic, 1987. 303p.

DISCHE, E. Color ractions of carbohydrates. In: **Methods in carbohydrates chemistry**. New York, v.1, 1962. P.477-512.

DUMVILLE, J.C., FRY, S.C. Uronic-acid oligosaccharins: their biosynthesis, degradation and signalling roles in nondiseased plant tissues. **Plant Physiology Biochemistry**, Paris, v.38, n.1-2, p.125- 140, Jan./Feb. 2000.

DUNDFORD, H.B.; STILLMAN, J.S. On the function and Mechanism of Action of Peroxidases. **Coordination Chemistry Review**, Lausanne, v.19, p.187-251, 1976.

FACHIN, D. **Temperature and pressure inactivation of tomato pectinases: a kinetic study**. 2003. 133 p. Proefschrift (Doctorats in de Toegepaste Biologische Wetenschappen door). Katholieke Universiteit Leuven.

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.

FLURKEY, W.H.; JEN, J. Peroxidase and polyphenol oxidase activities in developing peaches. **Journal of Food Science**, Chicago, v.43, p.1826-1828, 1978.

GERALDINE, R.M. Parâmetros tecnológicos para o processamento mínimo de alho (*Allium sativum* L.) Viçosa, M.G. 84p. Dissertação Mestrado em Ciência e Tecnologia de alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

GOMES ,F.P. Curso de Estatística Experimental, **Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, 14<sup>a</sup> edição, Piracicaba, 2000.

HILDEBRAND, D.F. Lipoxygenase. **Physiologia Plantarum**, Copinhagen, v.76, n.2, p.249-253, Feb. 1989.

HOLCROFT, D.M.; KADER, A.A. Controlled atmosphere-induced changes in pH and organic acids metabolism may affect color of stored strawberry fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.17, n.1, p.19-32, Sept. 1999.

HUBER, D.J.; KARAKURT, Y.; JEONG, J. Pectin degradation in ripening and wounded fruits. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Londrina, v.13, n.3, p.224- 241, 2001.

HULTIN, H. O.; SUN, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterases of the banana. Purification and properties. **Journal of Food Science**, Chicago, v.31, n.3, p.320-327, May./June 1966.

IFPA, 2005. International fresh-cut produce association. Disponível em : < <http://www.fresh-cuts.org> >. Acesso em: 29 mar.2005.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo, 2ªed. V.1, 1977. 371p.

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.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS - ICMSF. **Microorganisms in foods**. 2.ed. Toronto: University of Toronto, 1983. 436 p.

KING JUNIOR, A.D.; BOLIN, H.R. **Physiological and Microbiological Storage Stability of Minimally Processed Fruits and Vegetables**. In: OVERVIEW OUTSTANDING SYMPOSIA IN FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY, 1988, New Orleans, **Anais...** Chicago: Institute of Food Technologists, 1989, p. 132-135.

KLUGE, R. A. ; MINAMI, K. Efeito de esters de sacarose no armazenamento de tomates Santa Clara. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.54. n.1, p.39-44, Jan./Fev. 1997.

LEE, S.K.; KADER, A.A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20, n.3, p.207-220, Nov. 2000.

MARKOVIC, O.; HEINRICHOVÁ, K.; LENKEY, B. Pectolytic enzymes from banana. **Collection Czechoslovak Chemistry Community**, London, v.40, p.769-774, 1975.

MARTINEZ, M. V.; WHITAKER, J. R. The biochemistry and control of enzymatic browning. **Trends in Food Science & Technology**, Oxford, v.6, n.6, p.195-200, 1995.

MATTIUZ, B.; DURIGAN, J. F.; TEIXEIRA, G. H. de A.; SARZ, B.; PINTO, S. A. A. Processamento mínimo de goiabas 'Pedro Sato'. In: ENCONTRO

NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FUTAS E HORTALIÇAS, 2, 2000, viçosa, MG. **Resumos...** Viçosa, MG: UFV, 2000. p.8

MATSUNO, H.; URITANE, I. Physiological behavior of peroxidase enzymes in sweet potato root tissue injured by cutting or black root. **Plant and Cell Physiology**, Tokyo, v.13, n.6, p.1091-1101, 1972.

McCREADY, P.M.; McCOMB, E.A. Extraction and determination of total pectic material. **Analytical Chemistry**, New York, v.24, n.12, p.1586-, 1952.

MEILGOARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. R. Sensory evaluation techniques. 2 ed. Florida. USA: CRC Press, 1991. 354p.

MOREIRA, R.C. **Processamento mínimo de tangor ‘Murcot’: caracterização fisiológica e recobrimento comestíveis**. 2004. 84p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - ESALQ, Piracicaba..

O’CONNOR-SHAW, R.E., ROBERTS, R., FORD, A.L., NOTTINGHAM, S.M. Shelf life of minimally processed honeydew, kiwifruit, papaya, pineapple and cantaloupe. **Journal Food Science**, Chicago, v.59, n.6, p.1202-1206, Nov./Dez. 1994.

PAULL, R.E., CHEN, W. Fresh-cut of papaya (*Carica papaya* L.) and the physiology of halved fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.12, n.1, p.93-99, Aug. 1997.

PERONI, K. M.da C. **Influência do cloreto de cálcio sobre a vida de prateleira de melão ‘Amarelo’ minimamente processado**. 2002. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – UFLA, Lavras.

PINTO, D. M. **Efeito de diferentes embalagens na manutenção da qualidade em melancia minimamente processada**. 2005. 41p. Monografia (Pós-Graduação *Lato Sensu* em Tecnologia Pós-colheita de Frutos e Hortaliças) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

RATNER, A.; GOREN, R.; MONSELINE, S. P. Activity of pectin esterase and cellulase in the abscission zone of citrus leaf explants. **Plant Physiology**, Rockville, v.44, n.12, p.1717-1723, Dec. 1969.

REIS, C. M. F. **Manutenção da qualidade de banana prata minimamente processada**. 2002. 92p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ROLLE, R.S.; CHISM, III, G.W. Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. **Journal of Food Science**, Chicago, v.10, n.3, p.57-178, May./June 1987.

ROURA, S.I.; DAVIDOVICH, L.A.; DEL VALLE, C.E. Postharvest changes in fresh swiss chard (*Beta vulgaris, type cycla*) under different storage conditions. **Journal of Food Quality**, Trumbull, v.23, n.2, p.137-147, May. 2000.

SANTOS, E. S.; CARVALHO, E. P.; ABREU, L. R. Psicotróficos: conseqüências de sua presença em leites e queijos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.33, n.;1, p.129-138. Jun. 1999.

SANTOS, H.P. **Influência da sanificação sobre a qualidade de melão amarelo (*Cucumis melo L*) minimamente processado**. 2003. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SANTOS, J.C.B.; VILAS BOAS, E.V.B.; PRADO, M.E.T.; PINEIRO, A.C.M. Avaliação da qualidade de abacaxi ‘Pérola’ minimamente processado armazenado sob atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 353-361, Mar./Abr. 2005.

SARZI, B. **Conservação de abacaxi e mamão minimamente processados: associação entre o preparo, a embalagem e a temperatura de armazenamento**. 2002. 100 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, Jaboticabal..

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A. & SILVEIRA, N.F.A.. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. São Paulo, Livraria Varela, 295 p., 1997.

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

SUBRAMANIAN, N.; VENKATESH, P.; GANGULI, S.; SINKAR, V.P. Role of Poliphenol Oxidase and Peroxidase in the Generation of Black Tea Theaflavins. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v.47, n.7, p. 2571-2578, July 1999.

TEISSON, C. Le brunissement interne de l'ananas. I-Historique. II-Materiel et Méthodes. **Fruits**, Paris, v.34, n.4p. 245-281, Avr. 1979.

VALDERRAMA, P.; MARANGONI, F.; CLEMENTE, E. Efeito do Tratamento Térmico sobre a atividade de peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) em maçã (*Mallus comunis*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 3, 321-325, set-dez, 2001.

VANETTI, M. C. D. Segurança microbiológica em produtos minimamente processados. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MINIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3, 2004, Viçosa, MG, **Anais...** Viçosa, MG: UFV, p. 30-32.

VILAS BOAS, B. M. **Aplicação da qualidade de mangas 'Tommy Atkins' minimamente processadas e tratadas quimicamente**. 2003, 89p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

VILAS BOAS, E.V. de B. Frutas minimamente processadas: pequi. In: III ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MINIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2004, Viçosa, MG, **Anais...** Viçosa, MG: UFV, p. 122-127.

VILAS BOAS, E. V. B.; CHITARRA, A. B.; MALUF, W. R.; CHITARRA, M. I. F. Modificações texturais de tomates heterozigotos no loco *Alcobaça*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p.1447-1453, Jul. 2000.

VILAS BOAS, E. V. de B. Aspectos fisiológicos do desenvolvimento de frutos. Lavras: UFLA, Fundação de Apoio, Pesquisa e Extensão ao Ensino, 1999. 75p.

VILAS BOAS, E. V. de B. **Modificações pós-colheita de banana 'Prata' (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana* grupo AAB) •-irradiada**. 1995. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

YANG, S. F.; HOFFMANN, N. E. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Annual Review Plant Physiology**, Palo alto, v. 35, p. 155-189, 1984.

## ANEXO

ANEXO A		Páginas
<b>TABELA 1A</b>	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para massa, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal do pequi, durante o seu crescimento.....	143
<b>TABELA 2A</b>	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para a coloração (coordenadas L*, a* e b*) da casca do pequi, durante o seu crescimento.....	143
<b>TABELA 3A</b>	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para massa, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal do caroço com o mesocarpo interno (polpa) do pequi, durante o seu crescimento.....	143
<b>TABELA 4A</b>	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para as coordenadas L*, a* e b* do mesocarpo interno (polpa) do pequi, durante o seu crescimento.....	144
<b>TABELA 5A</b>	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para $\beta$ -caroteno, acidez titulável (AT) e pH e umidade do mesocarpo interno (polpa) do pequi, durante o seu crescimento.....	144
<b>TABELA 6A</b>	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para sólidos solúveis totais (SST), umidade e extrato etéreo do mesocarpo interno (polpa) do pequi, durante o seu crescimento.....	144



<b>TABELA 7A</b>	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para proteína, fibra e cinzas do mesocarpo interno (polpa) do pequi, durante o seu crescimento.....	145
<b>TABELA 8A</b>	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para fração glicídica e vitamina C do mesocarpo interno (polpa) do pequi, durante o seu crescimento.....	145
<b>TABELA 1B</b>	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para perda de massa, AT e pH de pequi minimamente processado submetido aos cortes, aos sanificantes e armazenado a $\pm 6^{\circ}\text{C}$ por 15 dias.....	146
<b>TABELA 2B</b>	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para sólidos solúveis totais (SST) e açúcares solúveis totais (AST) de pequi minimamente processado submetido aos cortes, sanificantes e armazenado a $\pm 6^{\circ}\text{C}$ , por 15 dias.....	146
<b>TABELA 3B</b>	Quadrado médio da ANAVA e respectivo nível de significância para firmeza de pequi minimamente processado submetido aos cortes, aos sanificantes e armazenado a $\pm 6^{\circ}\text{C}$ , por 15 dias.....	147
<b>TABELA 4B</b>	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para pectina total (PT), pectina solúvel (PS) e poligalacturonase (PG) de pequi minimamente processado submetido aos cortes, aos sanificantes e armazenado a $\pm 6^{\circ}\text{C}$ , por 15 dias.....	147

<b>TABELA 5B</b>	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para vitamina C, polifenoloxidase (PFO) e peroxidase (PER) de pequi minimamente processado submetido aos cortes, aos sanificantes e armazenado a $\pm 6^{\circ}\text{C}$ , por 15 dias.....	148
<b>TABELA 6B</b>	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para L*, a* e b* de pequi minimamente processado submetido aos cortes, aos sanificantes e armazenado a $\pm 6^{\circ}\text{C}$ , por 15 dias.....	148
<b>TABELA 7B</b>	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para índice de peróxidos (IP) e análise sensorial (aparência) de pequi minimamente processado submetido aos cortes, aos sanificantes e armazenado a $\pm 6^{\circ}\text{C}$ , por 15 dias.....	149
<b>QUADRO 1A</b>	Formulário com a escala do teste afetivo de qualidade utilizado na avaliação da aparência do pequi minimamente processado utilizando os sanificantes: controle (A), NaClO 50ppm (B), NaClO 100ppm (C), H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 4% (D) e H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 6% (E), submetido a diferentes processamentos: “fatiado” e “inteiro”.....	150

**TABELA 1A** Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para massa, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal do pequi, durante o seu crescimento.

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		Massa	Diâmetro longitudinal	Diâmetro transversal
Tempo	10	7067,781**	16,075**	15,234**
Erro	22	4,779	0,005	0,005
Média geral		52,757	3,943	3,727
CV (%)		4,14	1,83	1,93

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

**TABELA 2A** Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para a coloração (coordenadas L\*, a\* e b\*) da casca do pequi, durante o seu crescimento.

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		L*	a*	b*
Tempo	10	375,950**	135,992**	0,017
Erro	22	0,450	0,287	0,030
Média geral		17,884	-14,214	5,691
CV (%)		3,75	-3,77	3,08

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

**TABELA 3A** Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para massa, diâmetro longitudinal e diâmetro transversal do caroço com o mesocarpo interno (polpa) do pequi, durante o seu crescimento.

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		Massa	Diâmetro longitudinal	Diâmetro transversal
Tempo	7	46,132**	2,868**	2,790**
Erro	16	0,188	0,006	0,010
Média geral		14,597	2,639	2,430
CV (%)		2,98	2,94	4,26

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

**TABELA 4A** Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para L\*, a\* e b\* do mesocarpo interno (polpa) do pequi, durante o seu crescimento.

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		L*	a*	b*
Tempo	7	28,511**	313,595**	1103,716**
Erro	16	0,352	1,958	0,213
Média geral		70,841	8,250	22,206
CV (%)		0,84	16,96	2,08

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

**TABELA 5A** Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para  $\beta$ -caroteno, acidez titulável (AT) e pH e umidade do mesocarpo interno (polpa) do pequi, durante o seu crescimento.

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		$\beta$ -caroteno	Acidez titulável	pH
Tempo	7	1624981,539**	0,040**	0,047**
Erro	16	31,272	0,0001	0,0006
Média geral		541,558	0,456	5,833
CV (%)		1,03	2,20	0,43

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

**TABELA 6A** Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para sólidos solúveis totais (SST), umidade e extrato etéreo do mesocarpo interno (polpa) do pequi, durante o seu crescimento.

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		Sólidos solúveis	Umidade	Extrato etéreo
Tempo	7	4,246**	172,648**	72,948**
Erro	16	0,057	0,544	0,086
Média geral		4,482	56,665	3,280
CV (%)		5,34	1,30	8,96

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

**TABELA 7A** Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para proteína, fibra e cinzas do mesocarpo interno (polpa) do pequi, durante o seu crescimento.

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		Proteína	Fibra	Cinzas
Tempo	7	0,601**	12,817**	0,083**
Erro	16	0,002	0,030	0,001
Média geral		1,280	3,540	0,499
CV (%)		3,63	4,92	8,04

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

**TABELA 8A** Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para fração glicídica e vitamina C do mesocarpo interno (polpa) do pequi, durante o seu crescimento.

Causas de variação	GL	Quadrados médios	
		Fração glicídica	Vitamina C
Tempo	7	615,522**	3260,390**
Erro	16	0,782	13,653
Média geral		34,743	63,972
CV (%)		2,55	5,78

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

**TABELA 1B** Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para perda de massa, AT e pH de pequi minimamente processado submetido aos cortes, aos sanificantes e armazenado a  $\pm 6^{\circ}\text{C}$ , por 15 dias.

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		Perda de massa	AT	pH
Cortes (C)	1	0,140**	0,151**	0,022**
Sanificantes (S)	4	0,519	0,0004	0,121**
C x S	4	0,0007	0,0002	0,0001
Erro a=Rep(C x S)	20	0,0055	0,001	0,0002
Tempo (T)	5	18,695**	0,166**	0,062**
T x C	5	0,006	0,091**	0,001**
T x S	20	0,017	0,0002	0,001**
T x C x S	20	0,0008	0,0002	0,0001
Erro	100	0,014	0,0008	0,0002
Média geral		1,102	0,476	5,851
CV 1 (%)		6,79	7,52	0,28
CV 2 (%)		10,83	6,23	0,25

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

**TABELA 2B** Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para sólidos solúveis totais (SST) e açúcares solúveis totais (AST) de pequi minimamente processado submetido aos cortes, aos sanificantes e armazenado a  $\pm 6^{\circ}\text{C}$ , por 15 dias.

Causas de variação	GL	Quadrados médios	
		SST	AST
Cortes (C)	1	0,00005	0,002
Sanificantes (S)	4	0,0006	0,001
C x S	4	0,001	0,0005
Erro a=Rep(C x S)	20	0,005	0,0006
Tempo (T)	5	1,223**	0,440**
T x C	5	0,002	0,045**
T x S	20	0,001	0,0006
T x C x S	20	0,001	0,0008
Erro	100	0,004	0,001
Média geral		5,773	0,840
CV 1 (%)		1,31	2,97
CV 2 (%)		1,14	5,08

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

**TABELA 3B** Quadrado médio da ANAVA e respectivo nível de significância para firmeza de pequi minimamente processado submetido aos cortes, aos sanificantes e armazenado a  $\pm 6^{\circ}\text{C}$ , por 15 dias.

Causas de variação	GL	Quadrado médio
		Firmeza
Sanificantes (S)	4	0,032
Tempo (T)	5	6,851**
S x T	20	0,013
Erro	60	0,027
Média geral		3,364
CV (%)		4,95

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

**TABELA 4B** Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para pectina total (PT), pectina solúvel (PS) e poligalacturonase (PG) de pequi minimamente processado submetido aos cortes, aos sanificantes e armazenado a  $\pm 6^{\circ}\text{C}$ , por 15 dias.

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		PT	PS	PG
Cortes (C)	1	34203,308**	697,223	269,321**
Sanificantes (S)	4	1307,681**	552,172*	0,269
C x S	4	48,362	76,746	0,124
Erro a=Rep(C x S)	20	184,658	166,468	1,451
Tempo (T)	5	14530,248**	34116,909**	1654,397**
T x C	5	3959,229**	710,333**	89,657**
T x S	20	317,962	199,638	0,255
T x C x S	20	310,504	220,969	0,378
Erro	100	276,068	177,207	0,970
Média geral		1857,269	276,271	13,612
CV 1 (%)		0,73	4,67	8,85
CV 2 (%)		0,89	4,82	7,24

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



**TABELA 5B** Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para vitamina C, polifenoloxidase (PFO) e peroxidase (PER) de pequi minimamente processado submetido aos cortes, aos sanificantes e armazenado a  $\pm 6^{\circ}\text{C}$ , por 15 dias.

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		Vitamina C	PFO	PER
Cortes (C)	1	273,588	4357,939**	3298,022**
Sanificantes (S)	4	2272,390	2,857	236,318**
C x S	4	2212,356	4,518	3,197
Erro a=Rep(C x S)	20	2151,399	11,495	3,589
Tempo (T)	5	9413,470	6413,876**	6810,750**
T x C	5	2511,252**	214,233**	193,322**
T x S	20	2257,613	1,319	31,459**
T x C x S	20	2243,644	1,284	30,861**
Erro	100	2258,156	8,021	1,608
Média geral		65,973	65,608	73,112
CV 1 (%)		70,31	5,17	2,59
CV 2 (%)		72,03	4,42	1,73

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

**TABELA 6B** Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para as coordenadas L\*, a\* e b\* de pequi minimamente processado submetido aos cortes, aos sanificantes e armazenado a  $\pm 6^{\circ}\text{C}$ , por 15 dias.

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		L*	a*	b*
Cortes (C)	1	3,957	0,000	0,007
Sanificantes (S)	4	42,826**	0,005	2,384**
C x S	4	3,448	0,000	0,068
Erro a=Rep(C x S)	20	0,950	0,079	0,058
Tempo (T)	5	37,417**	0,003	284,757**
T x C	5	0,740	0,000	0,068
T x S	20	1,462**	0,003	0,543**
T x C x S	20	0,399	0,000	0,028
Erro	100	0,679	0,025	0,045
Média geral		64,967	5,679	39,737
CV 1 (%)		1,50	4,96	0,61
CV 2 (%)		1,27	2,82	0,54

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

**TABELA 7B** Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para índice de peróxidos (IP) e análise sensorial (aparência) de pequi minimamente processado submetido aos cortes, aos sanificantes e armazenado a  $\pm 6^{\circ}\text{C}$ , por 15 dias.

Causas de variação	GL	Quadrados médios	
		IP	aparência
Cortes (C)	1	19693,899**	4,134**
Sanificantes (S)	4	10,991	1,658**
C x S	4	10,969	0,365
Erro a=Rep(C x S)	20	10,626	0,335
Tempo (T)	5	22429,431**	71,294**
T x C	5	2810,048**	1,897**
T x S	20	2,809	1,658**
T x C x S	20	2,412	0,467
Erro	100	10,674	0,301
Média geral		124,876	3,394
CV 1 (%)		2,61	17,05
CV 2 (%)		2,62	16,10

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

**QUADRO 1A** Formulário com a escala do teste afetivo de qualidade utilizado na avaliação da aparência do pequi minimamente processado utilizando os sanificantes: controle (A), NaClO 50ppm (B), NaClO 100ppm (C), H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 4% (D) e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 6% (E), submetido a diferentes processamentos: “fatiado” e “inteiro”.

Por favor, avalie as amostras utilizando a escala abaixo para descrever a aparência do produto. Marque com o número que melhor reflita o seu julgamento.

- 5. excelente
- 4. bom
- 3. limite de comercialização
- 2. limite de consumo
- 1. não consumível

Amostra \ Atributo	A	B	C	D	E
Aparência					

Comentários:

---

---

---

---