



**APLICAÇÃO DE LACTATO DE  
CÁLCIO E ÁCIDO ASCÓRBICO NA  
CONSERVAÇÃO DE MINIMILHO  
MINIMAMENTE PROCESSADO**

**KELEN CRISTINA DOS REIS**

**2003**

**KELEN CRISTINA DOS REIS**

**APLICAÇÃO DE LACTATO DE CÁLCIO E ÁCIDO ASCÓRBICO  
NA CONSERVAÇÃO DE MINIMILHO MINIMAMENTE  
PROCESSADO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de “Mestre”.

**Orientadora**

**Profa. Dra. Joelma Pereira**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2003**



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

Reis, Kelen Cristina dos

Aplicação de lactato de cálcio e ácido ascórbico na conservação de  
minimilho minimamente processado / Kelen Cristina dos Reis. -- Lavras :  
UFLA, 2003.

61 p. : il.

Orientadora: Joelma Pereira.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Minimilho. 2. Processamento mínimo. 3. Lactato de cálcio. 4. Ácido  
ascórbico. 5. Embalagem. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-664.725

-641.6315

**KELEN CRISTINA DOS REIS**

**APLICAÇÃO DE LACTATO DE CÁLCIO E ÁCIDO ASCÓRBICO  
NA CONSERVAÇÃO DE MINIMILHO MINIMAMENTE  
PROCESSADO**

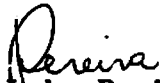
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de "Mestre".

**APROVADA em 13 de agosto de 2003.**

**Prof. Dr. Renzo Garcia Von Pinho                      DAG-UFLA**

**Prof. Dr. Augusto Ramalho de Moraes              DEX-UFLA**

**Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas    DCA-UFLA**

  
**Profa. Dra. Joelma Pereira**  
**UFLA**  
**(Orientadora)**

**LAVRAS**  
**MINAS GERAIS - BRASIL**

**À minha mãe, Cirene, exemplo de vida e minha inspiração,  
agradeço acima de tudo pelo amor.**

**A meu irmão Daniel e minha irmã Helen, pelo imenso carinho.**

**A doce lembrança do vovô Vitor e Tio Sinval.**

**Ao meu marido, Ari, que sempre esteve ao meu lado,  
apoiando-me com muito amor e compreensão, agradeço a força. Esta grande  
conquista não é só minha é dele também...**

**DEDICO.**

**À professora doutora, Joelma Pereira, pela amizade,  
ensinamentos e confiança em mim depositados,**

**MINHA HOMENAGEM.**

***À minha mãe, Cirene; meus irmãos, Daniel e Helen e familiares.***

O tempo de ausência, de dedicação e um compromisso de luta pelo  
próprio ideal;  
ausência que foi vivida e chorada ao longo destes anos,  
você souberam entender.

Compreenderam, às vezes até com o coração apertado,  
a atenção que não lhes foi dada devidamente,  
as datas que não pudemos comemorar,  
sempre justificando minha ausência pelo compromisso de estudo.

Hoje, ao fim desta longa caminhada,  
paro para dizer muito obrigada pela compreensão,  
pelo estímulo nas horas de desânimo e peço perdão  
pela atenção que não dei e pelas alegrias e tristezas que não compartilhamos.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela força concedida para vencer os desafios e obter esta conquista.

À minha querida mãe, ao meu pai, meu irmão Daniel e minha irmã Helen, pelo amor e por tudo que representam na minha vida.

A todos os meus familiares, pela força e união que representam para mim.

Ao meu esposo, Ari, pela força, companheirismo, carinho e dedicação, e a seus pais pelo grande incentivo.

A Lia e Terezinha, pelo carinho e apoio.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, que contribuíram para a obtenção deste título.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

À professora Joelma Pereira, pela amizade, incentivos e valiosos ensinamentos.

Ao professor Augusto Ramalho de Moraes, pela orientação na análise estatística.

Ao professor Luiz Carlos de Oliveira Lima, pela orientação e amizade.

À professora Roberta Hilsdorf P. do Valle, pelas sugestões das análises microbiológicas.

Ao professor Renzo Garcia Von Pinho, pela co-orientação.

A Heloiza Helena, pela amizade, convivência e, principalmente, sua ajuda na montagem do experimento.

Às laboratoristas Tina e Sandra, pelos esclarecimentos, pela convivência e amizade.

Ao estagiário Nélio, pelo auxílio na montagem do experimento.

**Ao Departamento de Química da UFLA, pelo apoio na execução de análises deste trabalho.**

**Aos funcionários do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA.**

**Enfim, a todos os meus colegas do curso pelo companheirismo e amizade, e a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho.**



# SUMÁRIO

## Página

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO. ....	03
2.1 Aspectos gerais .....	03
2.2 Processamento mínimo .....	04
2.2.1 Conseqüências fisiológicas do processamento mínimo .....	06
2.2.2 Conseqüências nutricionais do processamento mínimo .....	08
2.2.3. Conseqüências microbiológicas do processamento mínimo .....	09
2.3 Tratamentos pós-colheita .....	10
2.3.1 Lactato de cálcio.....	10
2.3.2 Ácido ascórbico.....	12
2.4 Peroxidase (PER) e polifenoloxidase (PFO).....	13
2.5.Força de cisalhamento.....	15
2.6 Embalagem para produto minimamente processado.....	15
2.7 Armazenamento refrigerado.....	18
2.8 Parâmetros avaliados na escolha da amostra de minimilho .....	19
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	22
3.1 Procedência das amostras.....	22
3.2 Coleta e preparo das amostras .....	22
3.3 Análises físicas, físico-químicas, químicas.....	25
3.3.1 Acidez total titulável .....	25
3.3.2 pH.....	25
3.3.3 SST.....	25
3.3.4 Açúcares totais, redutores e não-redutores.....	25

3.3.5 Amido.....	26
3.3.6 Vitamina C total .....	26
3.3.7 Cálcio .....	26
3.3.8 Polifenóis.....	26
3.3.9 Atividade enzimática da peroxidase (PER).....	26
3.3.10 Atividade enzimática da polifenoloxidase (PFO) .....	27
3.3.11 Força de cisalhamento.....	27
3.3.12 Cor.....	28
3.4 Análises microbiológicas .....	28
3.4.1 Preparo das amostras.....	28
3.4.1.1 Análises efetuadas .....	28
3.4.1.1.1 Contagem total de fungos filamentosos e leveduras .....	28
3.4.1.1.2 Contagem total de bactérias psicrótróficas.....	29
3.4.1.1.3 Contagem de coliformes a 35° e 45°C.....	29
3.5 Delineamento experimental e análise estatística .....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	31
4.1 Acidez total titulável .....	31
4.2 pH.....	32
4.3 SST.....	34
4.4 Açúcares totais, redutores e não-redutores.....	36
4.5 Amido.....	38
4.6 Vitamina C .....	40
4.7 Cálcio .....	41
4.8 Polifenóis.....	42
4.9 Atividade da peroxidase (PER).....	43
4.10 Atividade da polifenoloxidase (PFO).....	44
4.11 Força de cisalhamento.....	45
4.12 Determinação de cor.....	45

4.12.1 Parâmetro a.....	46
4.12.2 Parâmetro b .....	46
4.12.3 Parâmetro de luminosidade- L .....	46
4.13 Análise microbiológica .....	47
5 CONCLUSÕES.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	51
ANEXOS.....	58

## RESUMO

**REIS, Kelen Cristina dos. Aplicação de lactato de cálcio e ácido ascórbico na conservação de minimilho minimamente processado, 2003, 61p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\***

O milho é um dos cereais mais utilizado na cadeia alimentícia, podendo ser consumido sob diversas formas. Uma forma especial de consumo não industrializado deste cereal é o minimilho, que consiste de espigas jovens que são utilizadas dois ou três dias após a exposição dos cabelos da espiga, os chamados estilo-estigmas. Este trabalho teve como objetivo avaliar o uso de lactato de cálcio e ácido ascórbico no processamento mínimo de minimilho e verificar as possíveis alterações do produto minimamente processado durante o armazenamento. Estudaram-se características físicas, físico-químicas, químicas e bioquímicas, além de aspectos microbiológicos. O experimento foi realizado no Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, MG e conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três repetições. Os tratamentos foram dispostos em fatorial 3x5, constituídos pela imersão do minimilho em água destilada, lactato de cálcio 1% e ácido ascórbico 1% e armazenados por 0, 3, 6, 9 e 12 dias. As amostras foram acondicionadas em embalagens de poliestireno, revestidas com filme de PVC (20 $\mu$ m) e armazenadas em câmara fria a 5  $\pm$  1°C e 90 $\pm$  1% de UR. Não foi observado aumento nas concentrações de cálcio nas espiguetas submetidas ao tratamento com lactato de cálcio. O tratamento com ácido ascórbico aumentou o teor de vitamina C no minimilho minimamente processado, sugerindo que o mesmo foi eficientemente absorvido pelos tecidos. Observando-se as condições de higiene adotadas, pode-se obter minimilho minimamente processado com contagens microbiológicas baixas ou ausentes. As espiguetas tratadas com lactato de cálcio 1% e ácido ascórbico 1%, armazenadas a 5°C e 90% de UR e embalagem adequada, permitiram o armazenamento de minimilho minimamente processado por 12 dias. As espiguetas imersas somente em água destilada (controle) também alcançaram 12 dias de armazenamento, porém, apresentaram, ao final do armazenamento, contagens maiores de microrganismos do grupo bolores e leveduras.

---

\*Comitê Orientador: Joelma Pereira - UFLA (Orientadora), Renzo Garcia Von Pinho - UFLA, Luiz Carlos de Oliveira Lima - UFLA, Augusto Ramalho de Moraes - UFLA e Roberta Hilsdorf Piccoli do Valle - UFLA.

## ABSTRACT

**REIS, Kelen Cristina dos. Application of calcium lactate and ascorbic acid in the conservation of babycorn minimally processed, 2003, 61p. Dissertation (Master in Food Science) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\***

The corn is one of the cereals more used in the food chain, and it can be consumed under several forms. A special form of not industrialized consumption of that cereal is the babycorn, that consists of young spikes that are used two or three days after the exhibition of the hair of the spike, called style-stigmas. This work had as objective to evaluate the treatments with calcium lactate and ascorbic acid fresh-cut of babycorn and to verify the possible alterations of the product minimally processed during the storage. Physical, physical-chemistries, chemical, biochemical and microbiological characteristics were studied. The experiment was accomplished in the Food Science Department at Federal University of Lavras, MG and conducted in completely randomized design, with three replicates. The treatments was arranged in factorial 3x5, constituted by the immersion of the babycorn in distilled water, calcium lactate 1%, ascorbic acid 1% and stored for 0, 3, 6, 9 and 12 days. The samples were conditioned in poliestireno packings, covered with PVC film (20 $\mu$ m) and stored in cold chamber to 5  $\pm$ 1 $^{\circ}$ C and 90 $\pm$  1% RH. Increase was not observed in the concentrations of calcium in the young ear submitted to the treatment with calcium lactate. The treatment with ascorbic acid increased the amount vitamin C in the babycorn minimally processed, suggesting that the same was absorbed by the tissue. The hygiene conditions adopted being observed, it was concluded that babycorn minimally processed can be obtained with low count or absent of microorganisms. The young ear treated with calcium lactate 1% and ascorbic acid 1%, stored to 5 $^{\circ}$ C and 90% of RH in an appropriate packing, allow the storage of babycorn minimally processed for 12 days. The young ear only immersed in distilled water (it controls) they also reached 12 days of storage, even so, they presented, to the end of the storage, larger countim of microorganisms of the group mold and yeasts.

---

\*Guidance Committe: Joelma Pereira - UFLA (Adviser), Renzo Garcia Von Pinho- UFLA, Luiz Carlos de Oliveira Lima - UFLA, Augusto Ramalho de Moraes – UFLA and Roberta Hilsdorf Piccoli do Valle – UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

O milho é um dos cereais mais utilizado na cadeia alimentícia, podendo ser consumido sob diversas formas. Uma forma especial de consumo não industrializado desse cereal é o minimilho, que consiste de espigas jovens que são utilizadas dois ou três dias após a exposição dos cabelos da espiga, os chamados estilo-estigmas.

As condições de clima e solo brasileiras são propícias ao cultivo de minimilho, que é um dos principais alimentos utilizados na culinária asiática. Esta hortaliça representa uma atividade econômica para países como Tailândia, Sri Lanka, China, Zimbábwe, Zâmbia, Indonésia, Nicarágua, Costa Rica, Guatemala e Honduras, que são os principais exportadores. A Tailândia é o maior produtor e vem dominando o mercado, tanto do produto fresco quanto processado.

A produção de minimilho no Brasil está apenas começando, sendo destinada à indústria de alimentos enlatados, conservas e produtos frescos. Novas pesquisas sobre a avaliação de cultivares, manejo e processamento do minimilho precisam ser incentivadas, pois são bastante escassas, sendo poucos os trabalhos no Brasil. Desse modo, é de grande importância a realização de pesquisas, que possibilitarão maior eficiência no processamento do minimilho com o objetivo de se estender a sua vida pós-colheita, mantendo características de frescor pelo uso de uma série de parâmetros de conservação, como: baixa temperatura, embalagem, boas práticas de higiene e sanitização e tratamentos químicos.

Dentre os tratamentos químicos mais utilizados estão a utilização de cálcio e de ácido ascórbico. O cálcio desempenha um papel importante na manutenção da qualidade de frutas e hortaliças. Além das desordens fisiológicas,

o cálcio está associado à própria qualidade, com efeitos sobre a respiração e a textura e também acha-se relacionado a diversas doenças de natureza microbiana. O ácido ascórbico (vitamina C) é um dos principais antioxidantes para uso em frutas e hortaliças para prevenir escurecimento e outras reações oxidativas.

Nos últimos anos, tem-se enfatizado a necessidade do consumo de frutas e hortaliças frescas, buscando-se uma dieta saudável e, ao mesmo tempo, há uma demanda crescente por alimentos mais convenientes, frescos, que sejam menos processados e estejam prontos para o consumo. O objetivo da indústria é disponibilizar produtos frescos, prontos para o consumo, com a vida útil aumentada e, também seguros, com as qualidades nutricionais, sensoriais e microbiológicas mantidas.

O alimento minimamente processado apresenta características, em geral, mais próximas da forma *in natura*, comparado aos que são processados de forma convencional. Esses produtos são submetidos a operações de limpeza, lavagem, sanificação, seleção, descascamento, corte, embalagem e armazenamento, podendo ou não sofrer tratamentos químicos, prolongando assim sua vida de prateleira. O processamento mínimo de minimilho vem despertando interesse, no entanto, não está muito difundido no Brasil, talvez por falta de maiores informações sobre seu processamento, mas com enorme potencial.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a utilização de lactato de cálcio e ácido ascórbico no processamento mínimo de minimilho e verificar as possíveis alterações físicas, físico-químicas, químicas, bioquímicas e aspectos microbiológicos que ocorreu durante o armazenamento.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Aspectos gerais

Minimilho, ou “baby corn”, é o nome dado à espiga de milho jovem, em desenvolvimento, não fertilizada ou ao sabugo jovem da espigueta de uma planta de milho (Galinat & Lin, 1988).

O minimilho é popular na culinária asiática e tornou-se muito consumido em pratos chineses e em saladas nos Estados Unidos, por seu tamanho em miniatura, sabor, cor e crocância atraírem, pode ser ingerido cru (Wilai-Satitsirikul, 1989).

O minimilho é similar às demais hortaliças quanto à sua composição, apresentando cerca de 89,1% de umidade, 0,20% de gordura, 1,90% de proteína, 8,20% de carboidratos e 0,06% de cinzas. Em 100 gramas do minimilho têm-se, em média, 28 mg de cálcio, 86 mg de fósforo, 0,10 mg de ferro, 0,05 mg de tiamina, 0,80 mg de riboflavina, 11,0 mg de ácido ascórbico e 0,30 mg de niacina. Das necessidades diárias recomendadas de nutrientes, 100 g de minimilho fornecem 13% de potássio, 14% de vitamina B6, 17% de vitamina C e 11% de fibras (Pereira Filho et al., 1998b).

O sabor e a qualidade do minimilho são julgados principalmente pelo teor de açúcar que diminui rapidamente depois da colheita se as espigas forem mantidas à temperatura ambiente (Jan-Orn et al., 1989). Dependendo da variedade, a parte interna do minimilho (núcleo) pode ser amarela, branca, azul ou até mesmo rosa.

O minimilho com núcleo amarelo contém carotenóides, que são substâncias que podem ajudar a prevenir doenças de artérias coronárias, certos cânceres e cataratas. Em particular o milho amarelo é abundante em dois



carotenóides, zeaxantina e luteína, os quais auxiliam na manutenção da boa saúde dos olhos (Wilai-Satitsirikul, 1989).

Devido à carência de pesquisas e protocolos para o processamento de minimilho antes da comercialização, ele é processado, nas indústrias, utilizando-se os mesmos processos comumente utilizados para outros legumes (Cheva-Isarakul & Paripattanamont, 1988).

Todo o restante da planta, após a retirada do minimilho, como folhas, pendão, colmo, espigas não comerciais e as palhas oriundas das espiguetas, pode ser utilizado como forragem para bovinos e outros animais (Pereira Filho et al., 1998a).

Atualmente, em várias partes do mundo, um grande número de produtores cultiva o minimilho, aproveitando as partes das plantas e das espigas que sobram para alimentação de vacas leiteiras, maximizando a exploração da área, diminuindo desperdício e obtendo lucratividade. O colmo, as folhas, as palhas e os estilo-estimas das plantas de minimilho são ricos em nutrientes, especialmente proteína, que podem variar de 6-14 % (Lekagul et al., 1981).

## **2.2 Processamento mínimo**

Nos últimos anos, os consumidores vêm apresentando uma maior consciência na escolha de sua alimentação, porém, com menor tempo disponível para preparar refeições saudáveis. Como resultado, 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.

O processamento mínimo de hortaliças é uma atividade em franca expansão em médios e grandes centros urbanos, com tendência de crescimento em outras regiões do território brasileiro. Dentre outros objetivos, o

processamento mínimo pretende satisfazer à necessidade crescente de maior consumo de frutas e hortaliças por parte da população mundial, adaptando-se à tendência contemporânea de consumo de alimentos saudáveis e convenientes para o uso em refeições domésticas e institucionais, em sociedades em que os indivíduos têm cada vez menos tempo para se dedicarem ao preparo de refeições (Moretti, 1999).

O consumo de produtos minimamente processados tem aumentado no cenário mundial. A utilização desses produtos no Brasil é recente, tendo iniciado no final dos anos 1980. Todavia, tem-se observado um crescimento espantoso nos últimos anos, notadamente devido ao aumento de interesse por parte de empresas de alimentação rápida (fast-food), hotéis, restaurantes de comida a quilo, empresas de refeições para aeroportos e portos (*catering* aéreo e marinho) e também para consumo doméstico. Somente na grande São Paulo, no triênio de 1996-1998, verificou-se um aumento de 200% na quantidade de produtos minimamente processados comercializados no varejo. Em Brasília, estima-se que sejam comercializados aproximadamente 250 mil pacotes de couve minimamente processada por mês (Moretti, 1999).

A produção de minimilho está apenas começando e é destinada à indústria de alimentos enlatados, conservas e produtos frescos. O processamento mínimo não está muito difundido no Brasil, porém, a indústria de alimentos minimamente processado está se desenvolvendo rapidamente em diversas regiões do território brasileiro (Tomé, 2002).

No Brasil, o minimilho é importado exclusivamente na forma de conservas ou enlatado. Essas conservas são reembaladas em recipientes menores com rótulos da empresa importadora (Santos, 2002). Existem relatos no Brasil, assim como nos Estados Unidos e Japão, da produção de minimilho para o consumo *in natura*, devido à preferência dos consumidores pelo produto

nacional e por não apresentar conservantes e outros aditivos químicos, os quais estão presentes no produto importado (Miles & Zenz, 1998). Por isso, a produção de minimilho in natura cresceu em países importadores e mais especificamente no Brasil, dando oportunidades aos produtores de processar e enlatar seus produtos para o mercado consumidor (Miles & Zenz, 1998; Santos, 2002)

Rolle & Chism III (1987) definem frutos e hortaliças minimamente processados como sendo produtos preparados por uma ou por algumas das unidades de operação apropriadas, tais como descascamento, fatiamento, corte, raspagem, retalhamento, etc., possuindo tecidos vivos e mantendo a qualidade dos produtos como frescos, porém, apresentando grande conveniência para o consumo.

O processamento mínimo surge também como uma das principais tecnologias disponíveis e em desenvolvimento para amenizar o problema de perdas pós-colheita de frutos e hortaliças, que chegam a valores de 20% a 50% do que é produzido no país. Trata-se de uma inovação, símbolo da economia de tempo, da conveniência e da redução do lixo, tendência que o país também vem seguindo neste contexto de mundo globalizado (Chitarra, 1998).

### **2.2.1 Conseqüências fisiológicas do processamento mínimo**

O processamento mínimo dos alimentos tem inúmeras conseqüências fisiológicas. A injúria mecânica provocada pelo processo acarreta uma série de eventos que resultam na perda de qualidade (cor, textura, sabor e aroma). O controle das respostas do tecido injuriado é o maior obstáculo a ser vencido para prolongar a vida pós-colheita de frutas e hortaliças minimamente processadas (Rolle & Chism III, 1987).

O controle das conseqüências fisiológicas indesejáveis do processamento mínimo é, talvez, o mais novo desafio da fisiologia pós-colheita de hortaliças. Vários métodos têm sido utilizados na preservação da qualidade do produto e no incremento da sua vida de prateleira.

A fisiologia de frutos e hortaliças minimamente processados é essencialmente a fisiologia dos tecidos feridos. Este tipo de processamento envolvendo descascamento, fatiamento, corte ou retalhamento, difere do processamento tradicional, uma vez que os tecidos permanecem viáveis, ou frescos, durante subseqüente manuseio. Assim, o comportamento dos tecidos é geralmente típico do observado em tecidos de plantas que sofreram ferimentos ou foram expostos a condições de estresse. Este comportamento inclui aumento na respiração e na produção de etileno e, em alguns casos, a indução do processo de cicatrização do ferimento. Outras conseqüências do ferimento são químicas ou físicas, tais como reações de escurecimento oxidativo e oxidação de lipídios, ou aumento da perda de água (Brecht, 1995).

Vários metabólitos que afetam a cor, a textura e o sabor dos alimentos são gerados pelas mudanças metabólicas que acompanham o ferimento. De fato, o escurecimento induzido pelo ferimento pode ser um dos fatores limitantes para o processamento mínimo de frutos e hortaliças. Compostos formados no processo de cicatrização podem afetar adversamente o sabor e textura e são, geralmente, de toxicidade suspeita ou conhecida para os humanos (Rolle & Chism III, 1987).

O controle da respiração, de modo que o estado energizado seja mantido com um esgotamento mínimo de reservas de energia, aumenta a vida útil pós-colheita. Isto é geralmente realizado para frutas e hortaliças, via armazenagem em baixas temperaturas ou atmosfera modificada (Role & Chism III, 1987).

A manutenção da temperatura a um nível mínimo seguro, durante todo o manuseio, é crítico para frutas e hortaliças minimamente processadas. Baixas temperaturas durante o transporte, armazenamento e exibição no varejo tornam mais lento o amadurecimento e outros processos metabólicos, reduzem a deterioração e podem diminuir os efeitos do etileno (Brecht, 1995).

### **2.2.2 Conseqüências nutricionais do processamento mínimo**

O processamento mínimo enquadra armazenagem e manuseio pós-colheita, incluindo pré-resfriamento, refrigeração, armazenagem em atmosferas modificada e controlada, irradiação e preparação para o consumo (p. ex. descascamento, fatiamento e retalhamento). Todas essas operações têm um efeito na qualidade nutricional do produto (Klein, 1987).

A estabilidade das vitaminas em alimentos é afetada por vários fatores, incluindo temperatura, luz, oxigênio e pH. Cada nutriente difere consideravelmente em susceptibilidade a condições adversas. Por exemplo, a niacina é bem resistente à maioria das etapas adversas encontradas no processo, incluindo altas temperaturas. Já o ácido ascórbico é extremamente sensível. Por sua susceptibilidade é que pesquisadores sugerem que a perda de vitamina C seja um bom indicador da qualidade nutricional de frutos e hortaliças (Klein, 1987).

O valor nutricional de frutas e hortaliças não tem sido a principal preocupação de produtores e distribuidores. Contudo, a maioria das pesquisas indica que os nutrientes são menos suscetíveis à destruição do que os atributos sensoriais. Assim, técnicas que preservem os atributos sensoriais de qualidade resultam em boa retenção de nutrientes (Klein, 1987).

O preparo de frutas e hortaliças para consumo no estado fresco requer lavagem, corte, descascamento ou raspagem. Algumas das perdas de nutrientes devem-se ao descasque de partes da planta e essas podem ser substanciais devido à localização de vitaminas dentro do vegetal (Klein, 1987).

### **2.2.3 Conseqüências microbiológicas do processamento mínimo**

Os produtos minimamente processados normalmente são produtos crus, muito perecíveis e suas células estão metabolicamente ativas, implicando em que processos biológicos, tais como respiração, amadurecimento e senescência, continuem se processando. A conservação pós-colheita de frutos e hortaliças requer processos tecnológicos avançados que mantenham suas características sensoriais, evite perdas nutritivas e controle as reações fisiológicas e retarde ou iniba a ação da microbiota presente. O controle microbiológico dos produtos minimamente processados envolve fatores, como a qualidade da matéria-prima, condições de transporte, de processamento, de embalagem, de armazenamento e de comercialização (Rosa, 2002).

O manuseio excessivo durante o descasque, o fracionamento, a lavagem e as condições de aeração e embalagem, possibilita o aumento da microbiota e, conseqüentemente, o risco da presença de organismos patógenos transmissores de doenças ao consumidor, caso os processos empregados não sejam suficientes para eliminá-los antes de embalados. Assim, o manejo sanitário correto desde a coleta até a distribuição é fundamental para evitar possível contaminação (Rosa, 2002).

Um fator primário que controla o crescimento de microrganismos em frutas e hortaliças minimamente processadas é a condição de armazenagem. A temperatura, provavelmente tem a maior influência no crescimento microbiano. Em geral, temperaturas menores reduzem o crescimento da maioria dos fungos e bactérias (Brackett, 1987).

Outra tecnologia de sucesso para o controle microbiano, que vem sendo largamente usada, é a embalagem. Os objetivos do uso da embalagem são vários e incluem considerações práticas, tais como apelo de venda, propaganda e facilidade de manuseio. Além do mais, muitos tratamentos de embalagem são designados por manter a alta qualidade dos frutos (Vanetti, 2000).

## **2.3 Tratamentos pós-colheita**

Os processos de conservação de alimentos, de modo geral, são baseados na eliminação total ou parcial dos agentes que alteram os produtos ou na modificação ou supressão de um ou mais fatores essenciais, de modo a não propiciar a sua degradação. Os melhores processos são aqueles que garantem uma conservação satisfatória com um mínimo de alteração das condições naturais dos produtos (ITAL, 1990).

A procura e a aceitação de um determinado produto são baseadas em sua qualidade. No caso de frutas e hortaliças, parece que os dois mais importantes atributos de qualidade são a cor e a textura, principalmente o primeiro, pois o consumidor geralmente julga, inicialmente, a qualidade de um produto pela aparência.

Os compostos mais importantes, usados para estabilizar produtos minimamente processados, são agentes redutores e certos agentes quelantes, que não são, na realidade, antioxidantes, mas são importantes para prevenir reações oxidativas, entre elas, o escurecimento em frutas e hortaliças (Wiley, 1994).

### **2.3.1 Lactato de cálcio**

O cálcio desempenha um papel importante na manutenção da qualidade de frutas e hortaliças (Poovaiah, 1986). Além das desordens fisiológicas, o cálcio acha-se relacionado positivamente a diversas doenças de natureza microbiana. Também está associado à própria qualidade dos frutos e hortaliças, aumentando sua conservação pós-colheita por meio de efeitos sobre a respiração e a textura, tornando-os mais firmes e, conseqüentemente, mais resistentes às injúrias nas fases de pré e pós-colheita (Carvalho & Chalfoun, 1991).



O cálcio, como um sal clorado, tem grande potencial como um agente na melhoria da qualidade pós-colheita de produtos minimamente processados, além de ser um produto natural, barato, comestível e aprovado pela Food and Drug Administration (FDA), para uso pós-colheita (Conway et al., 1995)

Segundo Poovaiah (1988), o cálcio protege a lamela média da desordem normal associada à senescência. A proporção de cálcio ligado à parede celular parece ser um fator importante no desencadear da maturação, pois o decréscimo do teor de cálcio aumenta a permeabilidade das membranas e facilita a produção de etileno (Ricardo, 1983).

De acordo com Bramlage et al. (1980), a ação do cálcio em retardar a senescência, proporcionar uma textura mais firme aos frutos e a outros vegetais, conferindo-lhes maior resistência às injúrias de natureza fisiológica e microbiana, deve-se à sua influência na permeabilidade e manutenção da integridade celular, assim como na atividade energética da membrana celular. Os teores de cálcio e sua distribuição na célula, bem como os níveis de cátions competidores, podem influenciar acentuadamente na relação ADP/ATP e, como consequência, na taxa respiratória.

O cálcio é essencial para a síntese de enzimas e para a estrutura macromolecular das membranas celulares, microtúbulos e microfilamentos (Poovaiah, 1985). A associação do cálcio com a membrana, especialmente a ligação dos fosfolípidios com proteínas da membrana, é necessária para manter a integridade da mesma, tornando-a menos permeável à água e controlando as funções a ela associadas (Bicalho, 1998).

Os tratamentos pós-colheita que visam aumentar o teor de cálcio em frutos e hortaliças podem ser realizados por meio de imersões, pulverizações e infiltrações sob pressão reduzida. Além disso, diferentes compostos e



formulações comerciais contendo cálcio podem ser utilizados (Fernandes, 1996; Gonçalves, 1998).

### 2.3.2 Ácido ascórbico

Em frutas e hortaliças minimamente processadas, existem vários tipos de reações oxidativas, nas quais os elétrons são removidos de átomos e moléculas que passam para a sua forma reduzida. Essas reações causam escurecimento, descoloração de pigmentos endógenos, perda ou mudanças do sabor ou do odor de produtos, mudanças na textura e perda nutricional devido à destruição de vitaminas A, C, D ou E e de ácidos graxos essenciais, como o ácido linoléico (Wiley, 1994).

Muitos compostos podem ser usados para reduzir o escurecimento nos alimentos. Um dos mais utilizados é o ácido ascórbico (vitamina C) porque, além de ser muito efetivo na redução do escurecimento, é também reconhecido como seguro, barato e bem aceito pelo consumidor. O ácido ascórbico e seus vários sais neutros e outros derivados são os principais antioxidantes para uso em frutas e hortaliças e seus sucos (Wiley, 1994).

O ácido ascórbico é um composto redutor moderadamente forte, de natureza ácida, que forma sais neutros com bases e é muito solúvel em água. O uso de inibidores do escurecimento em frutos processados é restrito a componentes que não sejam tóxicos e que não prejudiquem o sabor e o aroma do produto.

O ácido ascórbico reduz o escurecimento causado pela enzima polifeniloxidase (PFO), reduzindo quinonas de volta a fenóis antes que eles formem pigmentos escuros (Gil et al., 1998; Sapers, 1993).

A polifenoloxidase precisa do cobre como grupo prostético para atuar, mas Eskin et al. (1971) acreditam que o ácido ascórbico age sobre a fenolase sequestrando o cobre da enzima, que fica inativada e, então, o escurecimento não ocorre.

O alto teor de ácido ascórbico e os baixos níveis de taninos e polifenóis em kiwis maduros 'Hayward', juntamente com uma atividade de polifenoloxidase relativamente baixa, explicam porque kiwis injuriados desenvolveram mais propriamente uma aparência translúcida do que uma descoloração e escurecimento como em outros frutos (Okuse et al., 1981). Assim os autores concluíram que o kiwi sofre menos escurecimento do que outros frutos típicos devido ao seu alto teor de ácido ascórbico.

Na remoção do oxigênio dos alimentos, o ácido ascórbico é oxidado para a forma de ácido dehidroascórbico. É importante adicionar o ácido ascórbico o mais tarde possível durante o processamento para manter mais altos os níveis durante a vida de prateleira do alimento (Carvalho, 2000).

O uso do ácido ascórbico como um antioxidante, além de ser totalmente seguro para o consumo humano, pode aumentar o teor de vitamina C de certas frutas e hortaliças (Préstamo & Manzano, 1993).

As variações no teor de ácido ascórbico não apresentam regularidade, pois, este, em frutas e hortaliças, geralmente decresce durante o armazenamento. Este decréscimo depende, em grande parte, da temperatura e do tempo de armazenamento (Cheftel & Cheftel, 1992).

#### **2.4 Peroxidase (PER) e polifenoloxidase (PFO)**

Existem numerosas enzimas oxidativas que promovem alterações nos alimentos. A maioria das reações metabólicas em frutos e hortaliças é catalisada

por enzimas. Nos vegetais, a peroxidase, o ácido ascórbico oxidase, a tirosinase e a polifenoloxidase podem causar reações químicas não desejáveis (Braverman, 1967; Teisson, 1979).

O estudo da peroxidase é de grande importância, pois ela pode interferir na qualidade dos produtos, tanto para a indústria como para consumo in natura. Ela pode até mesmo influenciar na deterioração de alimentos quando armazenados à temperatura de congelamento, por desenvolver sabores e odores indesejáveis nos produtos (Lee & Hammes, 1979).

A peroxidase também está associada ao mecanismo de autoproteção da planta por meio da formação de lignina. Essa enzima protege os tecidos contra os efeitos do peróxido de hidrogênio formado durante o metabolismo celular. No entanto, a atividade da enzima pode levar à degradação da vitamina C e de carotenóides e antocianinas, além de catalisar a degradação não enzimática de ácidos graxos insaturados, com a consequente formação de compostos voláteis. Por esse motivo, está relacionada ao aparecimento de sabor estranho e alteração de cor durante o armazenamento dos produtos (Gonçalves, 1998).

A polifenoloxidase é encontrada praticamente em todos os tecidos vegetais, resultando na formação de pigmentos escuros, proporcionando mudanças indesejáveis nas características sensoriais dos produtos (Braverman, 1967).

O escurecimento dos tecidos de frutas e hortaliças se dá principalmente pela oxidação enzimática dos compostos fenólicos, reação que pode ser catalisada pela enzima polifenoloxidase. Pode-se evitar o escurecimento pela inativação da polifenoloxidase ou pela redução das quinonas para fenóis, utilizando agentes redutores, como o ácido ascórbico e pela diminuição de oxigênio. A suscetibilidade ao escurecimento ou a tendência ao escurecimento enzimático em frutas e hortaliças tem sido relacionada diretamente ao teor de

polifenoloxidase presente, à concentração de compostos fenólicos endógenos no tecido ou a uma combinação específica destes fatores (Esckin et al., 1971).

## **2.5 Força de cisalhamento**

Dos atributos de qualidade, a textura se caracteriza como um dos mais importantes, constituindo-se, por isso, em um dos desafios do processamento mínimo (Carvalho, 2000). Dentre os vários atributos de textura, a força de cisalhamento se traduz como uma das características mais relevantes.

Força de cisalhamento são as forças aplicadas na direção perpendicular à direção da normal à superfície do material considerado, isto é, forças tangenciais à superfície (Man et al., 1976). Bourne (1974) define força de cisalhamento como a força necessária para clivar uma seção transversal da amostra.

Os instrumentos de cisalhamento normalmente constam de uma ou várias lâminas que agem sobre o alimento, cisalhando-o e de um dispositivo que mede a força necessária para tal. Cisalhamento, neste caso, significa a separação de uma parte da amostra de seu restante, envolvendo, para tal, estresse de compressão, tensão, fluxo e cisalhamento propriamente dito (Campos et al., 1989).

A textura pode ser avaliada em função da força de cisalhamento. O maior valor da força indica uma maior resistência à força de corte ou cisalhamento (Tomé, 2002).

## **2.6 Embalagem para produto minimamente processado**

Inicialmente, as embalagens plásticas para frutos e hortaliças eram usadas somente para facilitar o manuseio dos produtos comercializados. Em alguns casos, como um segundo benefício, para identificação da mercadoria. Em

geral, as embalagens não eram vistas como um fator contribuinte para a qualidade de frutos e hortaliças (Barmore, 1987).

Entretanto, com o crescimento da procura por alimentos frescos, a diminuição de tempo de preparo de refeições e o crescimento no poder de compra do consumidor, houve também um crescimento no interesse por produtos minimamente processados e a extensão da vida útil destes produtos tornou o objetivo principal da indústria de alimentos (Baldwin et al., 1995). O uso de embalagens plásticas oferece uma possibilidade de estender a vida de armazenagem para este tipo de mercadoria, já que cria uma barreira que retarda a perda do sabor e aroma desejável e do vapor de água, enquanto restringe a troca de  $\text{CO}_2$  e  $\text{O}_2$ , criando uma atmosfera modificada (Baldwin et al., 1995).

As taxas de transmissão de  $\text{CO}_2$  e  $\text{O}_2$  através do filme plástico são essenciais para manter uma atmosfera que envolva o produto e que não cause desenvolvimento de sabor e aroma desagradáveis ou danos fisiológicos em condições de temperatura ideal (Barmore, 1987).

O uso de embalagem não elimina a necessidade de refrigeração, ou a necessidade de um programa efetivo no controle da deterioração, nem retarda todas as mudanças bioquímicas associadas com a senescência dos tecidos. Ela fornece uma razoável segurança de proteção durante o transporte dos produtos, reduzindo danos mecânicos por abrasão e compressão, ajudando a resguardar a alta qualidade de tais produtos (Wiley, 1994).

Apesar de as embalagens poderem potencialmente estender a vida útil, mantendo a qualidade de produto fresco, a segurança e a estabilidade do alimento dependem, por exemplo, da combinação tempo-temperatura (Cameron et al., 1995). A temperatura é um fator determinante na taxa de respiração do fruto (Phillips, 1996). A taxa respiratória aumenta significativamente com o aumento da temperatura de armazenamento, podendo criar, dentro da

embalagem, uma condição anaeróbica caso o produto seja colocado sob temperaturas elevadas por longo período de tempo (Baldwin et al., 1995).

Muitos avanços e inovações em filmes plásticos e equipamentos de embalagens próprios para produtos minimamente processados têm surgido após tantos exemplos dos benefícios que proporcionam a estes produtos (Cantwell, 2000). Mas não existem ainda, no mercado, embalagens específicas para cada tipo de produto, o que seria necessário, já que cada um possui um comportamento específico pós-colheita. O que ocorre com frequência é a adaptação de produtos à embalagens já existentes.

A tecnologia da embalagem é indispensável para os produtos minimamente processados. A seleção do material plástico empenha-se em alcançar o equilíbrio entre demanda por oxigênio (oxigênio consumido pela respiração) e a permeabilidade do material à transmissão de oxigênio e dióxido de carbono. Muitos fatores devem ser considerados na escolha da embalagem: a taxa de respiração, a quantidade do produto e a desejável concentração de  $O_2$  e  $CO_2$  (Cantwell, 2000).

O processamento mínimo torna as frutas e hortaliças mais perecíveis do que antes da higienização e corte. Na comercialização destes produtos, portanto, a embalagem é um requisito essencial para a manutenção da qualidade (Sarantópoulos, 2000).

A etapa de embalagem de frutas e hortaliças é uma das mais importantes em todo o longo complexo caminho percorrido entre o produtor e o consumidor final. A escolha do tipo e do material a ser utilizado para embalagem de produtos hortícolas deve ser feita com base nas necessidades do produto, método de embalagem, resistência, custo e disponibilidade. Além destes fatores, quando houver pré-resfriamento, a embalagem deverá levar em conta este tratamento (Cortez et al., 2002).

## **2.7 Armazenamento refrigerado**

Muitos fatores pré e pós-processamento influenciam na manutenção da qualidade e vida de prateleira; dentre estes, o controle da temperatura é o fator mais importante utilizado para minimizar os efeitos dos tecidos nas frutas e hortaliças minimamente processados (Brecht, 1995). O calor ou a alta temperatura têm um efeito bastante característico sobre a respiração de frutas e hortaliças. Quando o calor aumenta, a velocidade respiratória também aumenta. Dentro da faixa de temperatura de 0°C a 30°C, a cada 10°C de aumento na temperatura a velocidade respiratória pode duplicar, triplicar ou mesmo quadruplicar (Cortez et al., 2002).

Baixas temperaturas são necessárias na redução da taxa de respiração, para retardar o crescimento microbiano e reduzir deteriorações, bem como o escurecimento e o amaciamento no produto minimamente processado (Cantwell, 2000). A taxa de respiração do minimilho é uma das mais altas entre frutas e hortaliças, sendo ainda 8 a 10 vezes mais alta a 28°C que a 0°C (Jan-Orn et al., 1989). Durante o armazenamento, a redução no peso devido às perdas de água na evaporação e respiração chega a, aproximadamente, 6,8% por três dias de armazenagem, reduzindo também a qualidade, devido à maturação do sabugo (Lekagul et al., 1981).

O armazenamento sob baixas temperaturas é um dos mais efetivos e práticos métodos utilizados no prolongamento da vida útil de frutas e hortaliças. A temperatura de armazenamento é, portanto, o fator físico mais importante, uma vez que regula todos os processos fisiológicos e bioquímicos, otimizando o tempo de comercialização (Abreu et al., 1998).

As reações metabólicas nos frutos e hortaliças são reduzidas de duas a três vezes para cada 10°C de redução na temperatura. É fundamental que seja mantido para o nível mais baixo e seguro da temperatura durante todo o

manuseio. Baixas temperaturas durante o transporte, armazenamento e comercialização retardam o amadurecimento e outros processos metabólicos, reduzindo a deterioração (Brecht, 1995). A determinação da temperatura ideal de armazenamento do produto deve ser monitorada e estudada para a sua segurança e qualidade (Brody, 1998). Frutos e hortaliças são muito diversos fisiologicamente e respondem a baixas temperaturas de maneiras variadas. Em geral, estes produtos são armazenados entre 0°C a 5°C, para manter sua qualidade, segurança e vida útil (Cantwell, 2000).

Temperaturas que provocam o congelamento dos tecidos vegetais não são adequadas para qualquer produto destinado ao consumo in natura. É comum observar que frutas e hortaliças com injúria por frio são mais facilmente atacadas por microrganismos fitopatogênicos, pois a desordem fisiológica causa a ruptura e a conseqüente liberação de metabólitos, como açúcares, ácidos orgânicos e aminoácidos, que dão origem a um meio de cultura para o desenvolvimento de microrganismos (Cortez et al., 2002).

## **2.8 Parâmetros avaliados na escolha da amostra de minimilho**

Muitos fatores influenciam a qualidade das frutas e hortaliças minimamente processadas, que vão desde as condições edafoclimáticas da região, os métodos e as práticas culturais, a cultivar utilizada, o ponto de colheita, os métodos de colheita e manuseio, os padrões de inspeção, até a duração e as condições do armazenamento (Alves et al., 2000).

A principal fonte de variação da qualidade de um produto é a sua carga genética, expressa na cultivar. A seleção da mesma influenciará de maneira decisiva no rendimento, na qualidade, por ocasião da colheita e na resistência ao armazenamento e distribuição (Alves et al., 2000).

Existe variabilidade para a maioria das características agrônômicas, sendo importante a escolha adequada da cultivar para a produção de minimilho



(Carvalho, 2002). Dentre as cultivares utilizadas tem-se dado preferência àquelas selecionadas de germoplasma de milho doce e de milho pipoca (Pereira Filho et al., 1998a), podendo, também ser utilizadas as cultivares prolíficas selecionadas de milho normal (Galinat & Lin, 1988). A cultivar deve ser a mais uniforme possível, para proporcionar maiores rendimentos de espigas por colheita. Deve apresentar bom rendimento e maior percentagem de espiguetas comerciais. É também importante a tolerância ao quebramento e ao acamamento (Pereira Filho et al., 1998a).

O sistema de cultivo do minimilho é diferenciado do milho para grãos, principalmente no que se refere à densidade de semeadura que pode ser até três vezes maior (Pereira Filho et al., 1998a )

A colheita, segundo Galinat & Lin (1988), deve ocorrer entre 40 a 50 dias após a germinação, podendo variar de acordo com o ciclo da cultivar. Segundo Magda (1995), o processo de colheita na Tailândia inicia-se logo após o aparecimento dos estilos-estigmas, popularmente conhecidos como cabelos, nas espigas.

A produção de minimilho permite a realização de uma ou mais colheitas numa mesma planta, dependendo da cultivar e da época de semeadura. Sahoo & Panda (1997) enfatizam que a colheita deve ser realizada apenas duas vezes na planta, uma vez que, a partir da terceira espiga, o seu aspecto torna-se indesejável, não atingindo padrões comerciais. De acordo com Nery et al. (2003), as primeiras espiguetas colhidas apresentam maior teor de cálcio na sua composição química quando comparadas às espiguetas da segunda e terceira colheitas.

As colheitas devem ocorrer preferencialmente em dias nublados ou nos períodos mais frescos do dia, geralmente pela manhã (Gomes, 1996). Após a colheita, o armazenamento das espiguetas em local fresco e arejado induz a uma menor perda de água, impedindo a fermentação, o que pode acarretar uma

depreciação do produto. O mais aconselhável é que a matéria-prima seja armazenada em câmaras frias (Pereira Filho et al., 1998b).

O minimilho aproveitável tem que satisfazer às exigências do consumidor e da indústria, ou seja, deve apresentar um tamanho entre 4 cm a 10 cm, diâmetro de 1,0 cm a 1,5 cm, forma cilíndrica e coloração variando de branco pérola a creme amarelada (Galinat & Lin, 1988). Espigas que variam de 4 a 11 cm de comprimento e 0,8 a 1,8 cm de diâmetro possuem um rendimento, na colheita, de 70 a 80%.

O rendimento depende da cultivar, do manejo cultural, das condições ambientais, cuidados na colheita, do armazenamento e do transporte até a indústria. Pode-se considerar que uma média de 15% a 20% do minimilho colhido atende ao padrão industrial, ou seja, classifica as espiguetas como comerciais. Entretanto, resultados de pesquisa têm mostrado produtividade de até 2,5 t/ha de espiguetas, ou seja, 375 a 500 kg de produto com padrão industrial e, normalmente, o restante do minimilho é utilizado para atender a mercados menos exigentes e para consumo in natura (Carvalho, 2002).



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Procedência das amostras

Para a realização do experimento foi utilizada a cultivar de minimilho DKB 929. Os procedimentos de plantio, tratos culturais e colheita foram realizados nos campos experimentais do Departamento de Agricultura (DAG), no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras, Minas Gerais. O experimento foi conduzido durante os anos de 2001 e 2002, sendo a semeadura em 30 de novembro de 2001.

De acordo com Carvalho (2002), a cultivar DKB 929, tradicionalmente utilizada para produção de grãos, apresentou melhor desempenho para a produção de minimilho, independente da época de semeadura e do local considerado. De todas as cultivares estudadas esta foi a mais produtiva, com valores de produção sempre superiores a 1,5 t.ha<sup>-1</sup>

A UFLA está situada na região sul do estado de Minas Gerais, a 21°14' de latitude sul e 45°00' de longitude oeste, a uma altitude média de 918 m acima do nível do mar. O clima do município caracteriza-se como Cwb (mesotérmico com inverno seco), com uma temperatura média de 22,1°C no mês mais quente e de 15,8°C no mês mais frio e média anual de 19,4°C. A precipitação média anual é de 1.529,7 mm e a umidade relativa anual de 76,2% (Brasil, 1992).

#### 3.2 Coleta e preparo das amostras

A colheita foi realizada logo após o aparecimento dos estilos-estigmas (cabelos), de acordo com a recomendação de Magda (1995). A colheita foi manual, realizada nas primeiras horas da manhã. A seleção das espiguetas foi feita ainda na planta de milho, sendo observados o tamanho e a forma, descartando-se espiguetas muito grandes e/ou fora do ponto de colheita.

As espiguetas, após serem colhidas, foram transportadas em caixas de isopor com água gelada a 5°C para o Departamento de Ciência dos Alimentos. Em seguida, foram lavadas em água potável e sanificadas em água gelada (5°C a 8°C) com 100 ppm de hipoclorito de sódio, por 5 minutos. Foram então descascadas manualmente, com facas afiadas de aço inoxidável, para remoção da palha, dos cabelos e dos resíduos da planta de milho.

As espiguetas foram então padronizadas como é feito para a comercialização, ou seja, tamanho entre 4 cm e 10 cm; em seguida, foram sanificadas por imersão em solução de hipoclorito de sódio (10 ppm) por 15 minutos, tendo a água utilizada para a solução, sido previamente resfriada (5°C - 8°C). Após a sanificação foram aplicados os seguintes tratamentos por imersão em solução, durante 5 minutos:

1. controle: água destilada;
2. ácido ascórbico 1%;
3. lactato de cálcio 1%.

As amostras, após a realização dos respectivos tratamentos, foram deixadas para que escorresse o excesso de água, por 3 minutos e, em seguida, foram divididas aleatoriamente e acondicionadas em embalagens de poliestireno (PS), desinfectadas com hipoclorito de sódio a 200 ppm. Posteriormente foram envolvidas com filme plástico esticável, espessura 20 µm, autoadesivo, de policloreto de vinila (PVC), marca Vitafilm, da empresa Goodyear do Brasil, com as seguintes características: taxa de permeabilidade ao oxigênio (TPO<sub>2</sub>) de 5.140 cm<sup>3</sup>.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>, taxa de permeabilidade ao gás carbônico (TPCO<sub>2</sub>) de 56,250 cm<sup>3</sup>.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup> e taxa de permeabilidade ao vapor d'água de 145 g.água.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup> a 38°C e 90% de UR (Tomé, 2002).

As bandejas utilizadas possuem dimensões internas de 7,5 cm de largura, 11,0 cm de comprimento e profundidade de 4,5 cm, nas quais foram alojadas aproximadamente 15 espiguetas.

De acordo com Pereira Filho et al. (1998b), o mais recomendado é que as espigas sejam armazenadas em câmaras frias, com umidade relativa em torno de 90% e temperatura de 5°C a 10°C. Tomé (2002) relata que o período de armazenamento de minimilho minimamente processado em câmara fria ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $95 \pm 2\%$  de UR) não deve exceder os nove dias por proporcionar características indesejáveis ao produto. As bandejas foram então armazenadas em câmara fria a  $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $90 \pm 1\%$  de UR, por um período de 12 dias. As análises físicas, físico-químicas, químicas, bioquímicas e microbiológicas foram realizadas no tempo zero (dia da colheita) e em intervalos de 3 dias até o período de 12 dias de armazenamento. A unidade experimental constou de cinco bandejas.

Durante as operações de processamento foram utilizadas luvas, gorros e máscaras. O processamento do minimilho foi realizado no Laboratório de Pós-Colheita, do Departamento de Ciência dos Alimentos, sala de produtos minimamente processados, a qual foi previamente limpa e tendo o ar condicionado sido mantido ligado durante todo o processo.

O material necessário para a realização das análises microbiológicas foi o primeiro a ser retirado das embalagens. Após isso, foram retiradas amostras para as análises físicas de textura e cor. Uma outra parte foi homogeneizada com auxílio de um microprocessador doméstico e utilizada para as análises de acidez total titulável, sólidos solúveis totais, pH, extração para análise da vitamina C total, compostos fenólicos, açúcares totais, redutores e não redutores e amido. O restante das amostras foi acondicionado em sacos de polietileno, congelado em nitrogênio líquido e mantido a  $-18^\circ\text{C}$ , para análises de atividade enzimática (polifenoloxidase e peroxidase).

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

Para a determinação da ATT, do pH e SST foi preparado um filtrado com a amostra triturada e homogeneizada, com auxílio de um microprocessador doméstico com água destilada.

#### **3.3.1 Acidez total titulável (ATT)**

A ATT foi medida por titulação do filtrado (diluição 1:6) com NaOH 0,1 N, padronizada segundo técnica estabelecida pelo AOAC (1990) e os resultados expressos em mL de NaOH gastos na titulação.

#### **3.3.2 pH**

Determinou-se o pH no filtrado do extrato líquido (diluição 1:5) utilizando-se medidor de pH digital, modelo portátil DM pH-2, Hanna Instruments, segundo técnica da AOAC (1992).

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

Os SST foram determinados no filtrado do extrato líquido (diluição 1:3) por refratometria, em refratômetro digital ATAGO PR-100 com compensação de temperatura automática, segundo AOAC (1992) e os resultados expressos em °Brix.

#### **3.3.4 Açúcares totais, redutores e não redutores.**

Os açúcares foram determinados pelo método redutométrico de Somogy, adaptado por Nelson (1944). Os resultados foram expressos em g/100g de peso fresco.

### **3.3.5 Amido**

Extraiu-se o amido por hidrólise ácida segundo técnica da AOAC (1990), tendo sido identificado pelo método de Somogy modificado por Nelson (1944). Os resultados foram expressos em g/100 g de peso fresco.

### **3.3.6 Vitamina C total**

O conteúdo de ácido ascórbico (após a oxidação a ácido dehidroascórbico) foi determinado pelo método colorimétrico com 2,4 dinitrofenilhidrazina, segundo Strohecker & Henning (1967). A leitura foi realizada em espectrofotômetro Beckman 640 B, com sistema computadorizado. Os resultados foram expressos em mg/100g de peso fresco.

### **3.3.7 Cálcio**

A amostra congelada, depois de liofilizada, triturada e homogeneizada, teve o teor de cálcio total determinado, após digestão nitroperclórica, por espectrofotometria de absorção atômica, conforme metodologia estabelecida por Sarruge & Haag (1974). Os resultados foram expressos em % de cálcio.

### **3.3.8 Polifenóis**

Os teores de polifenóis foram extraídos pelo método de Swain & Hillis (1959), utilizando-se metanol 80% como extrator e doseados pelo método químico-colorimétrico de Folin-Dennis (AOAC, 1990).

### **3.3.9 Atividade enzimática da peroxidase (PER)**

Na determinação da PER empregou-se a técnica descrita por Ferhmann & Diamond (1967), com modificações para minimilho, de acordo com Tomé (2002), para a qual se utilizou o mesmo extrato do doseamento de atividade da polifenoloxidase. Para o doseamento, utilizaram-se 3,0 mL extrato enzimático;

5,0 mL tampão fosfato-citrato 0,1M (pH 5,0); 0,5 mL H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 3%, incubados com 0,5 mL guaiacol, a 30°C por 5 minutos. Interrompeu-se a reação pela adição de 1,0 mL bissulfito de sódio 30% e procedeu-se à leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de 470 nm. Os resultados da atividade enzimática por minuto, com base na massa fresca, foram expressos em unidades (U) que correspondem a um nanomol.g<sup>-1</sup> (U.g<sup>-1</sup>/ min).

### 3.3.10 Atividade enzimática da polifenoloxidase (PFO)

Utilizou-se a técnica descrita por Ponting & Joslyn (1948), com modificações para minimilho, de acordo com Tomé (2002) na determinação da PFO. O extrato enzimático foi obtido pela homogeneização de 5 g de amostra triturada para 50 mL de tampão fosfato 0,05 M, pH 7,0. Após filtragem, tomou-se 0,5 mL do extrato enzimático, 1,8 mL tampão fosfato 0,1 M (pH 7,0) e incubou-se com 0,05 mL de catecol 10 mM por 30 minutos a 30°C. A reação foi interrompida pela adição de 0,8 mL de ácido perclórico 2N. Procedeu-se à leitura dos valores de absorbância em espectrofotômetro no comprimento de onda 395 nm. Os resultados da atividade enzimática por minuto, com base na massa fresca, foram expressos em unidades que correspondem a um nanomol g<sup>-1</sup> (U.g<sup>-1</sup>/ min).

### 3.3.11 Força de cisalhamento

A força de cisalhamento foi determinada com o auxílio de analisador de textura Stable Micro Systems, modelo TA.XT2. A probe utilizada para o teste de cisalhamento foi a Volodkivick Bite Jaus, Code HDP/VB. Os resultados obtidos foram expressos em Newton (N) e os parâmetros de configuração do aparelho foram:

Velocidade do teste = 5,0 mm/ s	Força = 0,5 kg
Velocidade do pré-teste = 3,0 mm/s	Distância = 6,0 mm



Velocidade do pós-teste = 5,0 mm/ s    Distância de penetração = 1,0 mm

### **3.3.12 Cor**

A cor foi determinada utilizando o sistema  $L^*a^*b^*$  por meio de colorímetro Minolta, modelo Chroma Meter CR 3000, por reflectância. Os parâmetros de cor, medidos em relação à placa branca ( $L=97,02$ ;  $a=5,37$  e  $b=-3,63$ ), foram:

- L - luminosidade = (0 = cor preta a 100 = cor branco);
- a = variando da cor verde (-60,0) ao vermelho (+60,0)
- b = variando da cor azul (-60,0) ao amarelo (+60,0)

## **3.4 Análises microbiológicas**

Foram realizadas análises de contagem total de bolores e leveduras, coliformes a 35° e 45°C e microrganismos psicrotróficos aeróbios, segundo as metodologias propostas por ICMSF (1983).

### **3.4.1 Preparo das amostras**

As amostras para as análises microbiológicas foram coletadas e analisadas a cada três dias, num total de doze dias. Foram coletados 25 gramas de amostra de cada tratamento e colocados em água peptonada 0,1%, estéril; posteriormente foram feitas as diluições seriadas para a inoculação dos diferentes meios de cultura utilizados no experimento.

#### **3.4.1.1 Análises efetuadas**

##### **3.4.1.1.1 Contagem total de fungos filamentosos e leveduras**

Os fungos filamentosos e leveduras foram quantificados pelo método de plaqueamento em superfície, utilizando meio batata dextrose agar (BDA) acidificado com ácido tartárico a 3,5%. Alíquotas de 0,1 mL de amostra foram

inoculadas sobre o ágar. As placas foram incubadas a 25°C por cinco dias. Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônia por grama de amostra (UFC/g).

#### **3.4.1.1.2 Contagem total de bactérias psicrotróficas**

Utilizou-se o meio Plate Count Agar (PCA) em profundidade e inoculado, em duplicata, com as diluições  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  e incubação a 5-7°C por 7 dias, para a contagem de bactérias psicrotróficas.

#### **3.4.1.1.3 Contagem de coliformes a 35°C e 45°C.**

Foi utilizado o meio de cultura Lauryl Sulfato Triptose (LST) em série de 3 tubos para cada amostra em suas diluições  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ . Cada tubo utilizado para análise continha o tubo Durham invertido. Todas as amostras foram incubadas a 35°C-37°C por 48 horas. Após as leituras, foram feitos os cálculos de coliformes a 35°C e 45°C, utilizando-se a tabela do NMP (número mais provável) por grama de amostra.

### **3.5 Delineamento experimental e análise estatística**

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com três repetições, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 3x5. Os tratamentos foram constituídos pelas combinações entre as soluções de imersão em 3 tratamentos [água destilada (controle), lactato de cálcio 1%, ácido ascórbico 1%] e com os períodos de armazenamento de 0, 3, 6, 9 e 12 dias. A unidade experimental constou de cinco bandejas de aproximadamente 100 g cada.

Os resultados das características avaliadas foram submetidos à análise de variância, com auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2000). Para a descrição das variáveis em função dos períodos de armazenamento, foram feitas análises

**de regressão considerando os tempos de armazenamento como, a variável independente e as características avaliadas como a variável dependente. Os modelos de regressão polinomial foram selecionados com base na significância do teste de F para cada modelo e seus respectivos coeficientes de determinação.**

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Acidez total titulável

A ATT mostrou-se afetada significativamente pela interação entre os diferentes tratamentos e o tempo de armazenamento (Tabela 1A, Anexo A). Pode-se observar, na Figura 1, que houve um aumento nos teores de ATT durante o período de armazenamento para os três tratamentos. O mesmo pôde ser observado em trabalho realizado por Tomé (2002) em minimilho minimamente processado armazenado por 12 dias e tratado com ácido ascórbico. De modo geral, a acidez cresce paralelamente à velocidade da hidrólise do amido.

O tratamento com ácido ascórbico resultou em maiores índices de acidez total titulável nos tempo 0, 3 e 12 dias (Figura 1).

O valor encontrado para os teores de acidez total titulável por Tomé (2002) foi, em média, de 2,70 mL de NaOH 0,1N. O mesmo pôde ser verificado neste trabalho, que obteve uma média de 2,67 mL de NaOH 0,1N.

Tomé (2002) observou que a presença do ácido ascórbico proporcionou valores mais elevados de acidez total titulável, o mesmo podendo ser observado neste trabalho.

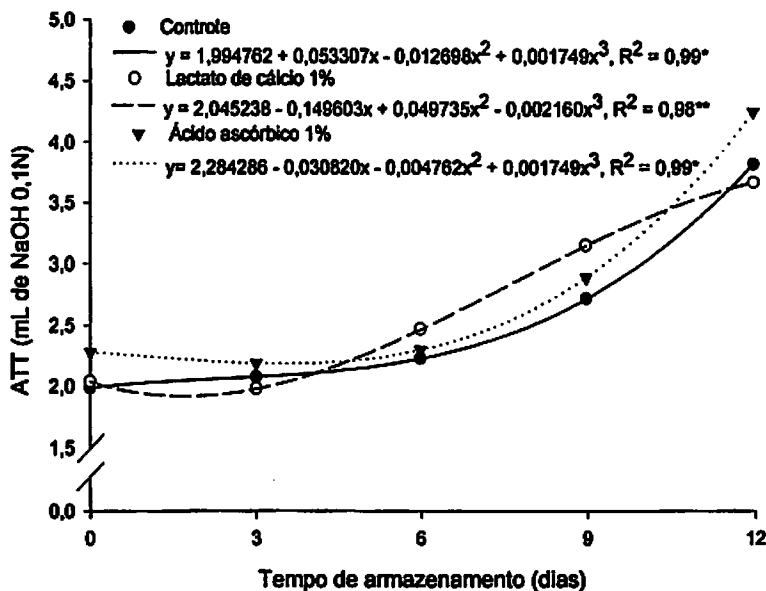
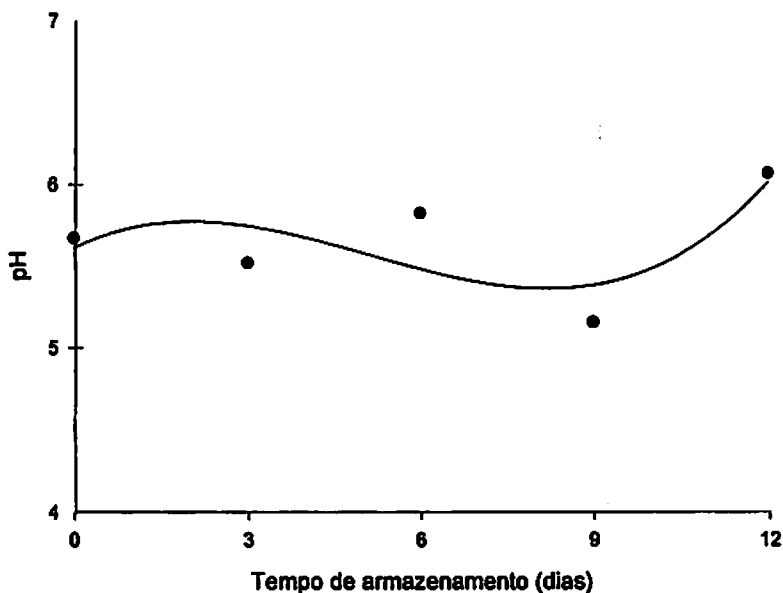


FIGURA 1 Representação gráfica e equações de regressão da acidez total titulável (ATT) em minimilho minimamente processado, para os diferentes tratamentos (controle, lactato de cálcio 1% e ácido ascórbico 1%), em função do tempo de armazenamento sob condições refrigeradas ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $90 \pm 1\%$  de UR).

## 4.2 pH

Não foi observada interação significativa entre os tratamentos utilizados e o tempo de armazenamento; no entanto, os tratamentos e os tempos de armazenamento afetaram os teores de pH (Tabela 1A, Anexo A). Durante o período de armazenamento, os valores de pH apresentaram oscilações (Figura 2), variando de 5,67 até 6,08.



**FIGURA 2** Representação gráfica e equação de regressão de pH em minimilho minimamente processado, para os diferentes tratamentos (controle, lactato de cálcio 1% e ácido ascórbico 1%), em função do tempo de armazenamento sob condições refrigeradas ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $90 \pm 1\%$  de UR).

Tomé (2002) encontrou valores de pH variando de 6,25 a 6,40, quando trabalhou com espiguetas de minimilho DKB 929 minimamente processadas e armazenadas por 12 dias. Carvalho (2002) encontrou valores de 6,42 a 6,95 para as cultivares Zélia e Elisa, respectivamente, valores estes superiores ao encontrado neste trabalho, que foi de 5,85.

Segundo Braverman (1967), o pH dos tecidos vegetais exerce um papel importante nos fenômenos de escurecimento e os decréscimos no pH diminuem a velocidade de escurecimento.

As espiguetas tratadas com ácido ascórbico apresentaram menores valores de pH (5,74) em relação às espiguetas do tratamento controle (5,91) e às espiguetas tratadas com lactato de cálcio (5,93) (Figura 3).

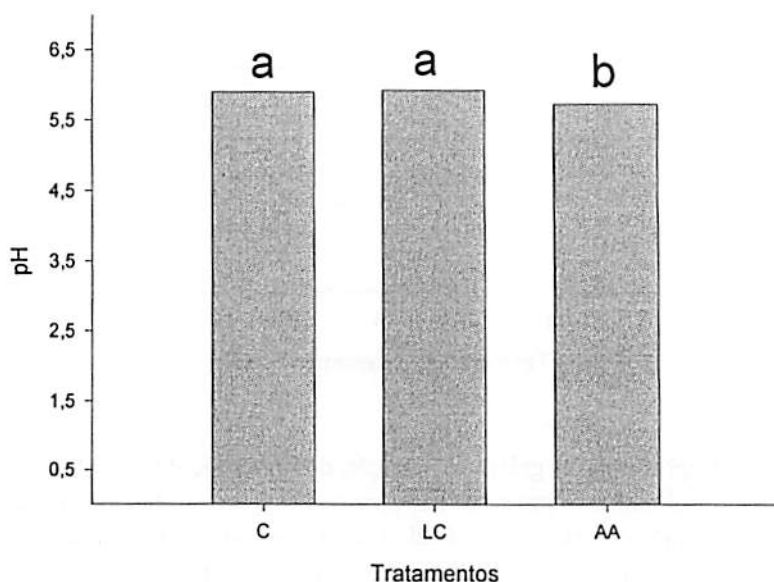
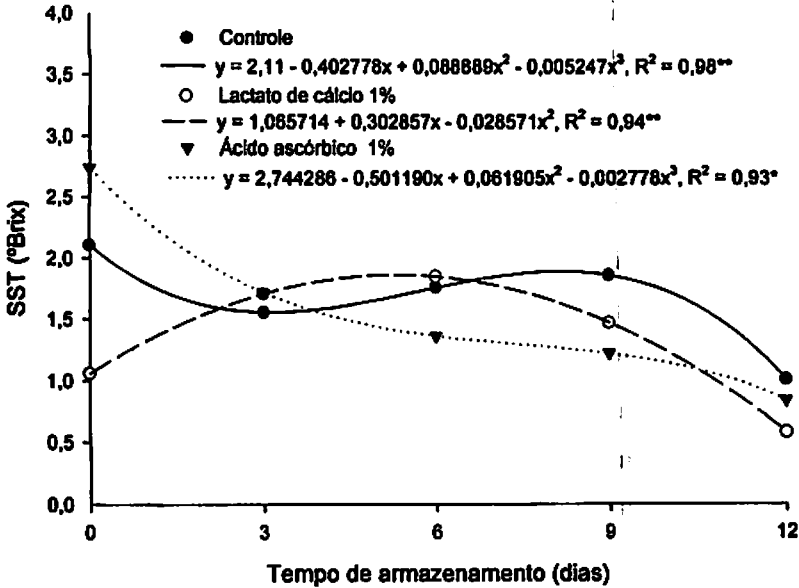


FIGURA 3 Valores médios de pH de minimilho minimamente processado, para os diferentes tratamentos [controle (C), lactato de cálcio 1% (AC) e ácido ascórbico 1% (AA)], em função do tempo de armazenamento sob condições refrigeradas ( $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $90 \pm 1\%$  de UR).

#### 4.3 Sólidos solúveis totais

Observou-se interação significativa entre os diferentes tratamentos e o tempo de armazenamento, com relação aos SST (Tabela 1A, Anexo A). Os valores de SST apresentaram oscilações em relação ao tempo de armazenamento devido, provavelmente, à síntese e consumo de substratos, respectivamente, no metabolismo respiratório dos vegetais (Figura 4).

devido, provavelmente, à síntese e consumo de substratos, respectivamente, no metabolismo respiratório dos vegetais (Figura 4).



**FIGURA 4** Representação gráfica e equações de regressão de sólidos solúveis totais (SST) em minimilho minimamente processado, para os diferentes tratamentos (controle, lactato de cálcio 1% e ácido ascórbico 1%), em função do tempo de armazenamento sob condições refrigeradas ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $90 \pm 1\%$  de UR).

Inúmeros fatores podem influenciar o teor de SST. O valor observado para SST representa o teor de açúcares, ácidos orgânicos e outros constituintes menores. Portanto, decréscimos nos valores dessa variável representam teores mais baixos em um ou mais constituintes que compõem os SST.



Os valores médios de 6,5°Brix a 10,5°Brix obtidos por Carvalho (2002) e os valores médios de 5,05°Brix a 5,42°Brix obtidos por Tomé (2002) foram relativamente superiores aos encontrados no presente trabalho. De acordo com Tomé (2002), essa diferença se deve, provavelmente, às condições edafoclimáticas e da cultivar utilizada.

As espiguetas de minimilho submetidas ao tratamento com ácido ascórbico tiveram uma diminuição nos teores de sólidos solúveis até o final do armazenamento. Já as espiguetas submetidas ao tratamento com lactato de cálcio tiveram um aumento nos teores de sólidos solúveis até o 6º dia de armazenamento e logo após houve uma redução. Por outro lado, as espiguetas controle tiveram maiores oscilações até o final do armazenamento.

No 3º dia de armazenamento, observou-se uma maior aproximação dos valores para os três tratamentos; no 12º dia de armazenamento, observou-se que as espiguetas controle mantiveram maiores valores de SST, o que também foi observado por Tomé (2002).

#### **4.4 Açúcares totais, redutores e não-redutores**

Açúcares totais são carboidratos de baixo peso molecular, que desempenham um papel fundamental na determinação do sabor doce das frutas e hortaliças. As variações do teor de açúcares numa mesma espécie são decorrentes de fatores diversos, como cultivares, tipo de solo, condições climáticas e práticas culturais.

Entre as reações químicas que ocorrem durante a maturação, uma das mais preminentes é a modificação dos carboidratos. Estes abrangem um dos maiores grupos de compostos orgânicos que desempenham características na estrutura, sabor e valor nutricional das frutas e hortaliças. Os carboidratos sofrem mudanças qualitativas e quantitativas durante o seu desenvolvimento, em

O teor médio de açúcares totais foi de  $2,93 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$  (Tabela 1A do Anexo A), valor inferior ao encontrado por Tomé (2002), que quantificou, na mesma cultivar destinada à produção de minimilho, o teor médio de  $4,49 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$ .

Os valores encontrados para os teores de açúcares totais estão próximos àqueles encontrados por Bar-Zur & Schaffer (1993) que quantificaram, em cultivar doce destinada à produção de minimilho, índices médios de 2 a 3  $\text{g.}100\text{g}^{-1}$  de açúcares totais.

De acordo com Tomé (2002), o nível de açúcares acumulados decresce com o aumento da temperatura e a ressíntese de amido.

Bar-Zur & Schaffer (1993) observaram valores médios de 10 a 15  $\text{mg.g}^{-1}$  de açúcares redutores. Esses resultados estão abaixo do que foi encontrado neste trabalho ( $2,15 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$ ).

A análise estatística detectou efeito significativo na interação entre os tratamentos e o período de armazenamento com relação aos teores de açúcares não-redutores (Tabela 2A, Anexo A). Verificaram-se oscilações nos teores de açúcares não-redutores durante o armazenamento para os todos os tratamentos (Figura 5), com os maiores teores ocorrendo no 6º dia quando se usou lactato.

Bar-Zur & Shaffer (1993) determinaram, em quatro cultivares de milho doce destinadas à produção de minimilho, valores médios de sacarose variando de 0,25 a 0,45  $\text{g.}100\text{g}^{-1}$  de material fresco, inferiores aos verificados no presente trabalho.

Os valores encontrados para os teores de açúcares não-redutores ( $0,75 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$ ) estão acima dos encontrados por Tomé (2002) e Carvalho (2002), com valores médios de  $0,54 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$  e  $0,58 \text{ g.}100\text{g}^{-1}$ , respectivamente.

presente trabalho. Os valores encontrados para os teores de açúcares não-redutores ( $0,75 \text{ g.100g}^{-1}$ ) estão acima dos encontrados por Tomé (2002) e Carvalho (2002), com valores médios de  $0,54 \text{ g.100g}^{-1}$  e  $0,58 \text{ g.100g}^{-1}$ , respectivamente.

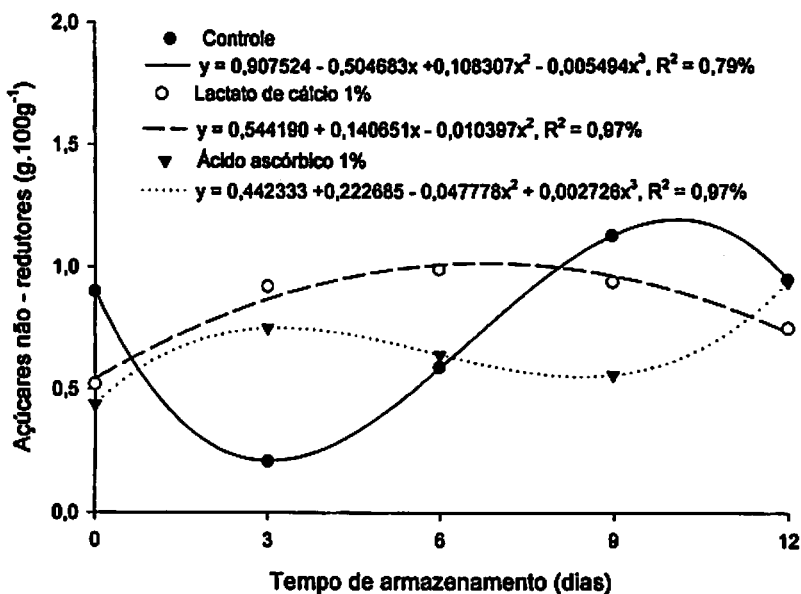
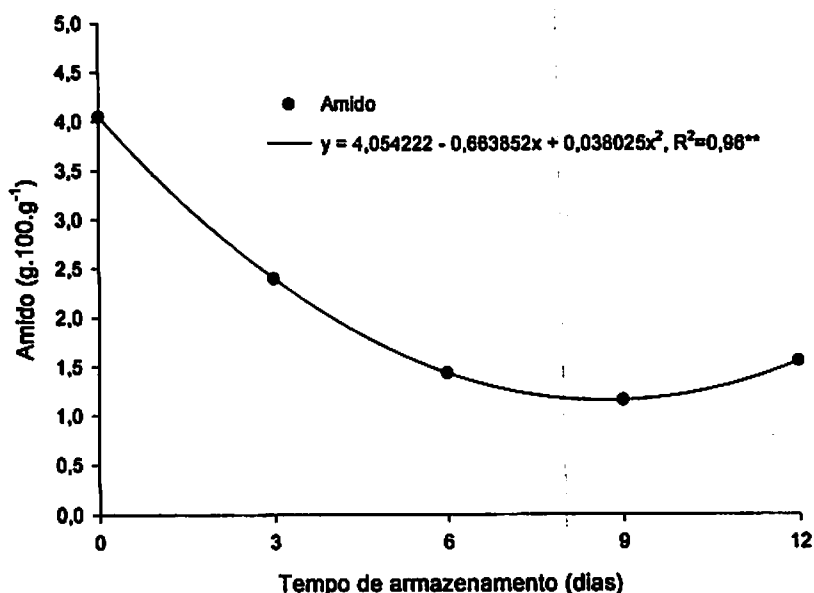


FIGURA 5 Representação gráfica e equações de regressão dos teores de açúcares não-redutores em minimilho minimamente processado, para os diferentes tratamentos (controle, lactato de cálcio 1% e ácido ascórbico 1%), em função do tempo de armazenamento sob condições refrigeradas ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $90 \pm 1\%$  de UR).

#### 4.5 Amido

Houve efeito significativo somente do período de armazenamento sobre os teores de amido das espiguetas de minimilho minimamente processadas

(Tabela 2A, Anexo A). Verificou-se um decréscimo nos teores de amido durante o período experimental até os 9º dia de armazenamento, com teores próximos a  $1,2 \text{ g.100g}^{-1}$  (Figura 6). Essa redução pode ser atribuída à hidrólise de amido, convertendo-se em açúcares redutores, utilizados na respiração. Embora a conversão de amido em açúcares seja realizada de acordo com uma direção diferente da conversão de açúcar a amido, a interconvenção amido-açúcar pode ser representada por uma reação reversível.



**FIGURA 6** Representação gráfica e equação de regressão dos teores de amido em minimilho minimamente processado, para os diferentes tratamentos (controle, lactato de cálcio 1% e ácido ascórbico 1%), em função do tempo de armazenamento sob condições refrigeradas ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $90 \pm 1\%$  de UR).

respiração e a conversão de açúcares em amido decrescem, com acúmulo de açúcares solúveis nos tecidos (Chitarra & Chitarra, 1990).

Observou-se, após 9 dias de armazenamento, um pequeno aumento nos teores de amido (Figura 6) e uma queda nos teores de sólidos solúveis (Figura 4), que podem ter ocorrido devido à ação de enzimas, contribuindo para a biossíntese de amido.

#### **4.6 Vitamina C**

Houve efeito significativo da interação tratamentos e período de armazenamento sobre os teores de vitamina C (Tabela 2A, Anexo A). As espiguetas tratadas com ácido ascórbico apresentaram teores mais elevados de vitamina C quando comparadas às demais (Figura 7).

Os teores de vitamina C variaram durante o período de armazenamento. Observa-se, na Figura 7, que as espiguetas tratadas com ácido ascórbico apresentaram um decréscimo nos teores de vitamina C durante o período de armazenamento. Isto se deve, talvez à oxidação do ácido ascórbico. O principal mecanismo que causa perda de vitamina C em alimentos é iniciado pela oxidação do ácido L-ascórbico pelo oxigênio ( $O_2$ ) catalizada por íons  $Fe(III)$  e  $Cu(II)$  e o produto resultante é o ácido dehidroascórbico, que retém o potencial vitamínico. As espiguetas do tratamento controle e as tratadas com lactato de cálcio tiveram diferenças mínimas quanto ao teor de ácido ascórbico e esses teores variaram ligeiramente durante o armazenamento.

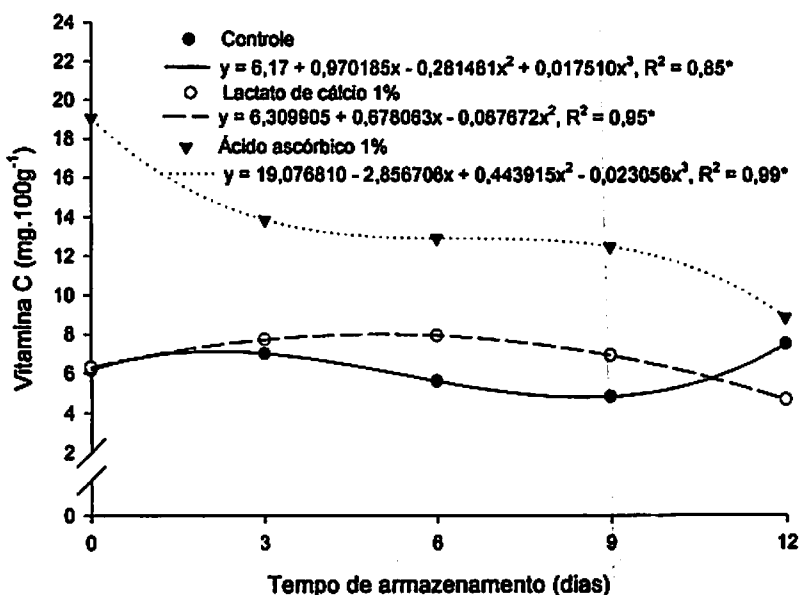


FIGURA 7 Representação gráfica e equações de regressão de vitamina C em minimilho minimamente processado, para os diferentes tratamentos (controle, lactato de cálcio 1% e ácido ascórbico 1%), em função do tempo de armazenamento sob condições refrigeradas ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $90 \pm 1\%$  de UR).

Os valores médios encontrados para os teores de vitamina C estão abaixo daqueles relatados por Tomé (2002),  $40,20 \text{ mg.g}^{-1}$ ,  $36,03 \text{ mg.g}^{-1}$  e  $42,03 \text{ mg.g}^{-1}$ , para espiguetas das cultivares normal, doce e pipoca respectivamente, minimamente processadas e tratadas com ácido ascórbico. Aekatanawan (2001) relata valores de 11 mg de ácido ascórbico por 100 g de minimilho.

#### 4.7 Cálcio

Não houve efeito dos diferentes tratamentos, do período de armazenamento e nem da interação entre estes dois fatores sobre a variável teor

de cálcio (Tabela 3A, Anexo A). As espiguetas tratadas com lactato de cálcio apresentaram teores médios de 0,20 % de cálcio, enquanto as espiguetas controle e as tratadas com ácido ascórbico apresentaram valores médios de 0,18 %, indicando que esse mineral não foi eficientemente absorvido pelos tecidos.

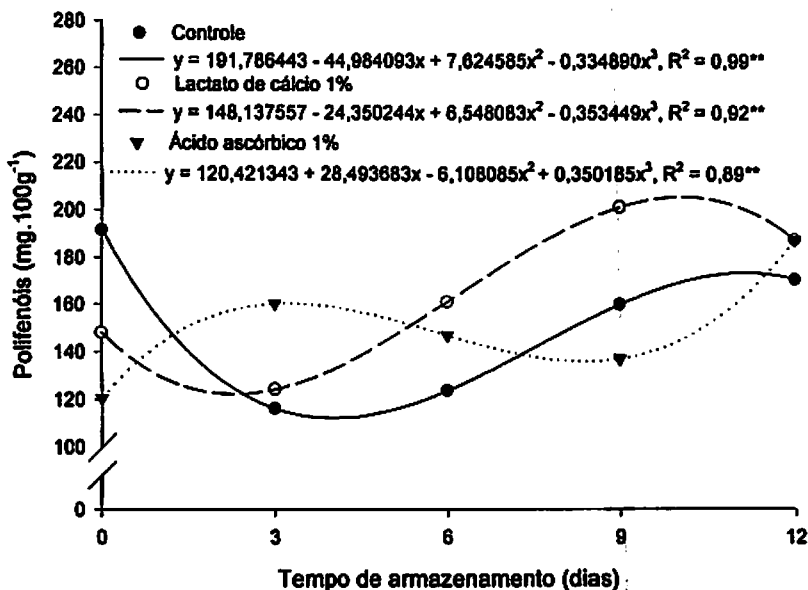
Izume & Watada (1994), estudando cenouras minimamente processadas, verificaram que aquelas que foram tratadas com cálcio mantiveram sua textura mais firme e isso foi, provavelmente, devido à ação do cálcio estabilizando as membranas e a parede celular.

#### **4.8 Polifenóis**

Houve efeito significativo da interação entre os tratamentos e o tempo de armazenamento sobre o teor de polifenóis (Tabela 3A, Anexo A). Verificaram-se oscilações nos teores de polifenóis durante o período de armazenamento (Figura 8).

As espiguetas tratadas com lactato de cálcio tiveram um aumento nos teores de polifenóis até o 9º dia de armazenamento e um pequeno decréscimo no 12º dia, comportamento este semelhante ao das espiguetas do tratamento controle. Já as espiguetas tratadas com ácido ascórbico tiveram grandes variações nos valores de polifenóis, tendo uma redução a partir do 3º dia de armazenamento e um aumento após o 12º dia (Figura 8).

Segundo Carvalho (2002), os resultados médios encontrados em cultivares de minimilho variaram de 168,5 a 190,27 mg de ácido tânico.100g<sup>-1</sup> de matéria fresca. Estes valores foram semelhantes aos resultados encontrados por Tomé (2002), que variaram de 137,77 a 193,88 mg de ácido tânico.100g<sup>-1</sup>, também semelhantes aos encontrados neste trabalho, de 110 a 205 mg100g<sup>-1</sup>.



**FIGURA 8** Representação gráfica e equações de regressão de polifenóis em minimilho minimamente processado, para os diferentes tratamentos (controle, lactato de cálcio 1% e ácido ascórbico 1%), em função do tempo de armazenamento sob condições refrigeradas ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $90 \pm 1\%$  de UR).

#### 4.9 Atividade da peroxidase (PER)

Não houve efeito dos diferentes tratamentos, nem do período de armazenamento e nem da interação entre estes dois fatores, sobre a atividade da peroxidase nos minimilhos avaliados (Tabela 3 A, Anexo A). A atividade da peroxidase observada nas espiguetas com tratamento controle (água destilada) foi semelhante àquelas encontradas quando foram utilizados lactato de cálcio e ácido ascórbico.

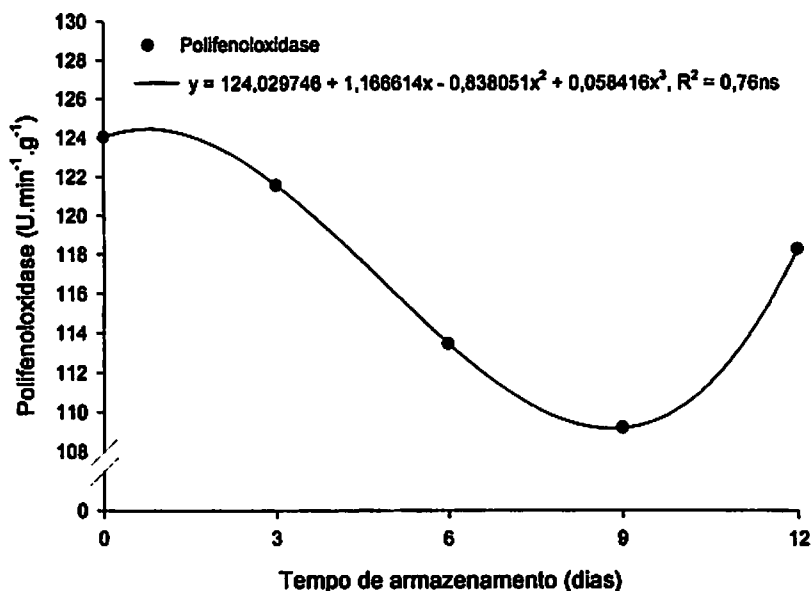
As espiguetas mantiveram uma atividade da enzima peroxidase semelhante durante todo o armazenamento. Isso se deve a não oxidação dos



polifenóis a quinonas, que servem de substrato para a ação das enzimas oxidativas e ou agem diretamente sobre a enzima e inibem sua ação.

#### 4.10 Atividade da polifenoloxidase (PFO)

Houve efeito significativo somente do tempo de armazenamento sobre a atividade da enzima PFO (Tabela 3A, Anexo A), a qual mostrou uma redução até o 9º dia de armazenamento, seguida depois de um aumento até o 12º dia (Figura 9).



**FIGURA 9** Representação gráfica e equação de regressão da atividade da polifenoloxidase em minimilho minimamente processado, para os diferentes tratamentos (controle, lactato de cálcio 1% e ácido ascórbico 1%), em função do tempo de armazenamento sob condições refrigeradas ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $90 \pm 1\%$  de UR).

De acordo com Tomé (2002), a perda da atividade da polifenoloxidase pode ser explicada pelo uso do filme de PVC de 20 µm que revestiu as embalagens com as espiguetas. O filme contribui para uma baixa concentração de oxigênio, resultando na diminuição da oxidação dos compostos fenólicos como substratos para a enzima. A ausência de escurecimento no minimilho minimamente processado pode ser explicada pela presença de alto teor de ácido ascórbico que, por si próprio, previne a oxidação de muitos polifenóis.

#### **4.11 Força de cisalhamento**

A análise de variância mostrou que não houve efeito dos tratamentos, do período de armazenamento e nem na interação tratamentos e tempo de armazenamento sobre a força de cisalhamento (Tabela 4A, Anexo A).

As espiguetas com tratamento controle (água destilada) apresentaram força de cisalhamento semelhante às espiguetas tratadas com ácido ascórbico e lactato de cálcio, com uma média de 12,09 N.

Tomé (2002), verificando a força de cisalhamento em minimilho, obteve valores de 13,19 N para espiguetas tratadas com ácido ascórbico e 12,61 N para espiguetas sem ácido ascórbico, tendo a força de cisalhamento aumentado durante o armazenamento.

#### **4.12 Determinação de cor**

A cor é o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor. Varia intensamente com as espécies e, mesmo, entre cultivares. Os produtos de cor forte e brilhante são os preferidos, embora a cor, na maioria dos casos, não contribua para um aumento efetivo no valor nutritivo ou qualidade comestível do produto.

#### **4.12.1 Parâmetro a**

Não foram observadas diferenças significativas entre os diferentes tratamentos, tempo de armazenamento, nem na interação entre estes dois fatores nos valores de cor (parâmetro a) (Tabela 4A, Anexo A). A cor predominante das espiguetas foi a verde; maiores valores correspondem à cor verde menos intensa e menores à cor verde mais intensa.

As espiguetas com tratamento controle obtiveram valores da cor verde semelhantes aos das espiguetas tratadas com lactato de cálcio e ácido ascórbico, que assumiram uma coloração verde menos intensa. Tomé (2002) observou que a cor verde no minimilho apresentou tendência de diminuição durante o armazenamento e encontrou um valor médio de  $-8,42$ .

#### **4.12.2 Parâmetro b**

Os valores maiores desse parâmetro correspondem à cor amarelo intenso, valores mais baixos representam cor amarelo menos intenso.

Não foram observadas diferenças significativas entre tratamentos, tempo de armazenamento nem interação entre tratamentos e tempo de armazenamnto para a variável tonalidade de cor amarelo (Tabela 4A, Anexo A).

As espiguetas apresentaram cor amarelo intenso durante todo o tempo de armazenamento. Tomé (2002), relatou menores índices de cor amarelo durante o armazenamento. A média encontrada por este autor para este parâmetro foi de  $36,20$ , maior do que a observada no presente trabalho, que foi de  $25,65$ .

#### **4.12.3 Parâmetro de luminosidade – L**

Os valores maiores desse parâmetro corresponde à tonalidade de luz mais intensa; por outro lado, valores mais baixos assumem tonalidade de luz menos intensa.

Segundo a análise de variância, não houve influência significativa dos tempos de armazenamento e nem na interação entre tratamentos e tempos de armazenamento sobre a luminosidade (L) (Tabela 4A, Anexo A).

O valor médio encontrado neste trabalho para luminosidade foi de 72,57, o que não corresponde ao apresentado por Tomé (2002), um valor médio de – 22,43.

Cantwell (2000), em trabalho com melões ‘Cantaloupe’ minimamente processados, observou uma maior diminuição no valor L, provavelmente associada à progressiva aparência de translucidez. Os melões obtiveram um valor médio para a luminosidade de 71,30, bastante semelhante ao observado no presente trabalho.

#### **4.13 Análises microbiológicas**

As amostras analisadas não obtiveram contagens microbiológicas dos grupos coliformes a 35°C e 45°C, durante todo o período de armazenamento. Em relação ao grupo fungos filamentosos e leveduras não foi observado crescimento até o 9º dia de armazenamento. No 12º dia de armazenamento foi observada uma leve alteração no número dos microrganismos do grupo (Tabela 1) nos diferentes tratamentos.

Embora não sejam especificados padrões para fungos filamentosos e leveduras, de acordo com a RDC nº12 (ANVISA/ BRASIL, 2001) este produto estaria impróprio. Isto porque, na RDC, recomendações são feitas para que os produtos vegetais frescos prontos para o consumo apresentem índices  $< 10^2$ , que irão refletir na qualidade final deste produtos.

Nas citações de Babic & Wataba (1996), as taxas de leveduras foram consideradas baixas quando permaneceram entre  $10^3$  e  $10^4$  UFC.g<sup>-1</sup>, durante todo o período de armazenamento, tanto em ar circulante como sob atmosfera controlada, em ambas as temperaturas estudadas.

**TABELA 1** Médias de contagem de microrganismos do grupo fungos filamentosos e leveduras, em minimilho processado minimamente em função de diferentes tratamentos [controle (C), lactato de cálcio 1% (LC) e ácido ascórbico 1% (AA)], em cada tempo de armazenamento, quando armazenados sob condições refrigeradas ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $90 \pm 1\%$  de UR).

Tratamentos	Contagens (UFC/ g)
	12º dia
C	$5,6 \times 10^3$
LC	$9 \times 10^2$
AA	$8,4 \times 10^2$

Com relação a microrganismos psicrotróficos, foi observado crescimento a partir do 6º dia de armazenamento (Tabela 2). Rosa (2002) verificou índices de  $10^6$  a  $10^9$  UFC  $\text{g}^{-1}$  para contagens de bactérias psicrotróficas em cenouras, beterraba e saladas mistas minimamente processadas.

**TABELA 2** Médias de contagem de microrganismos psicrotróficos, em minimilho processados minimamente em função de diferentes tratamentos [controle (C), lactato de cálcio 1% (LC) e ácido ascórbico 1% (AA)], em cada tempo de armazenamento, quando armazenados sob condições refrigeradas ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $90 \pm 1\%$  de UR).

Tratamentos	Contagens (UFC/ g)		
	6º dia	9º dia	12º dia
C	$1,5 \times 10^3$	$7,5 \times 10^3$	$3,0 \times 10^4$
LC	<30	$1,2 \times 10^3$	$5,6 \times 10^2$
AA	<30	$5,2 \times 10^3$	$1,6 \times 10^4$

Populações de  $10^4$  a  $10^6$  microrganismos/g são consideradas comuns em frutas e hortaliças quando estão presentes lugar de processamento, bancadas e utensílios. Estes índices são considerados aceitáveis desde que não estejam presentes patógenos toxígenos (Beuchat, 1996; Ayhan et al., 1998).

As colônias encontradas de fungos filamentosos e leveduras foram retiradas para estudo e, então, identificadas.

Neste experimento foi observada a presença de um maior número de microrganismos no controle, tais como leveduras rosas, *fusarium*, *penicillium*, *aspergillus* e *cladosporium* (Tabela 3). Já para as espiguetas, tratadas ocorreu uma menor presença desses microrganismos.

**TABELA 3** Microrganismos encontrados nas amostras de minimilho processados minimamente em função de diferentes tratamentos [controle (C), lactato de cálcio 1% (LC) e ácido ascórbico 1% (AA)], em cada tempo de armazenamento, quando armazenados sob condições refrigeradas ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $90 \pm 1\%$  de UR).

Tratamentos	Microrganismos
C	Leveduras rosas, <i>Fusarium sp.</i> , <i>Penicillium sp.</i> <i>Aspergillus sp.</i> , <i>Cladosporium sp.</i>
LC	<i>Epicoccum sp</i> e <i>Fusarium sp</i>
AA	<i>Phytophthora sp</i> e <i>Clostridium sp</i>

Produtos minimamente processados ficam expostos a qualquer tipo de contaminação. Assim, para frutas e hortaliças submetidas ao processamento mínimo, as condições de processamento devem ser extremamente higiênicas, tomando-se os devidos cuidados em cada etapa.

## 5 CONCLUSÕES

- Sob condições refrigeradas, o minimilho minimamente processado tem sua aparência e firmeza mantidas durante 12 dias de armazenamento.
- O armazenamento a 5°C e 90% de UR foi efetivo na manutenção dos níveis de açúcares.
- Não foram observados aumentos nos índices de cálcio nos frutos submetidos ao tratamento com lactato de cálcio.
- O tratamento com ácido ascórbico aumenta o teor de vitamina C no minimilho minimamente processado.
- Adotando-se as condições de higiene adequadas pode-se obter minimilho minimamente processado com contagens microbiológicas baixas ou ausentes. Deve-se tomar cuidado com os fungos filamentosos e leveduras, mantendo-se o produto sob refrigeração logo após a colheita.
- Minimilho minimamente processado tratado com solução de lactato de cálcio a 1% e ácido ascórbico a 1% alcança uma vida-de-prateleira de 12 dias se armazenados a 5°C e 90% de UR. Espiguetas imersas em água destilada (controle) também alcançam 12 dias de armazenamento, porém, apresentam, ao final do armazenamento, contagens maiores de microrganismos do grupo fungos filamentosos e leveduras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, C. M. P. de; CARVALHO, V. D.; GONÇALVES, N. B. Cuidados pós-colheita e qualidade do abacaxi para exportação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 195, p70-72, Set. 1998.
- AEKATASANAWAN, C. Baby corn. In: HALLAUER, A. R. **Specialty Corns**. 2. ed. London: CRC Press LLC, 2001. v. 2, cap. 9, p. 275-293.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA) **Resolução RDC n. 12, de 02 de janeiro de 2001**. Ministério da Saúde - Brasil. Disponível em: <file://Anvisa-Legislação-Resolução.htm>. Acesso em: 05 set. 2003.
- ALVES, R. E.; FILHO, M. de S. M. de S.; BASTOS, M. do S. R.; FILGUEIRAS, H. A. C.; BORGES, M. de F. Pesquisa em Processamento Mínimo de Frutas no Brasil. In: **ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. Palestras...** Viçosa: UFV, 2000. p. 75-78.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Agricultural Chemists**. 12. ed. Washington, DC, 1992. 1015 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Agricultural Chemists**. 12. ed. Washington, DC, 1990. 1015 p.
- AYHAN, Z.; CHISM, G. W.; RICHTER, E. R. The shelf-life of minimally processed fresh cut melons. **Journal of Food Quality**, Connecticut, v. 21, n. 1, p. 29-40, Jan. 1998.
- BABIC, I.; WATABA, A. E. Microbial populayion of fresh-cut spinash leaves affected by controlled atmospheres. **Postharvest Biology Technology**, Amsterdam, v. 9, n. 2, p. 187-193, Nov. 1996.
- BALDWIN, E. A.; NISPEROS-CARRIEDO, M. O.; BAKER, R. A. Edible coatings for lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 35-38, Feb. 1995.



- BARMORE, C. R.** Packing technology of fresh and minimally processes fruits and vegetables. **Journal of Food Quality, Connecticut**, v. 10, n. 3, p. 207-217, June 1987.
- BAR-ZUR, A.; SCHAFFER, A.** Size and carbohydrate content of ears of baby corn in relation to endosperm ty (su, su, se, sh2). **Journal of American Society Horticultural Sciences, Alexandria**, v. 118, n. 1, p. 141-144, Jan. 1993.
- BEAUCHAT, L. R.** Pathogenic microrganismos associated with fresh produce. **Journal of Food Protection, Ames**, v. 59, n. 2, p. 204-216, Feb. 1996.
- BICALHO, U. de O.** Vida pós-colheita de mamão submetido a tratamento de cálcio e filme de PVC. 1998. 145 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- BOURNE, M. C.** Texture properties and evaluations of fabricated foods. In: **Fabricated foods: a short course.** Las Vegas, Nevada: American Chemical Society. Division of Agriculture, 1974. 49 p.
- BRACKETT, R. E.** Microbiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. **Journal of Food Quality, connecticut**, v. 10, n. 3, p. 195-206, June 1987.
- BRAMLAGE, W. Y.; DRAKE, M.; LOR, W. Y.** The influence of mineral nutrition on quality and storage performance of pome fruit grown in North American. **Acta Horticultural, Amsterdam**, v. 92, p. 29-39, 1980.
- BRASIL.** Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normas Climatológicas - 1961-1990.** Rio de Janeiro: MA, Brasília, 1992. 84 p.
- BRAVERMAN, J. B. S.** Vitaminas. In: \_\_\_\_\_. **Introduction a la bioquímica de los alimentos.** Barcelona: Omega, 1967. Cap. 14, p. 206-209.
- BRECHT, J. K.** Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience, Alexandria**, v. 30, n. 1, p. 18-22, Feb. 1995.
- BRODY, A. L.** Minimally processed foods demand maximum research and education. **Food Technology, Chicago**, v. 52, n. 5, p. 62-66, May 1998.
- CAMERON, A. C.; TALASILA, P. C.; JOLES, D. W.** predicting film permeability needs for modified-atmosphere packaging of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience, Alexandria**, v. 30, n. 1, p. 25-34, Feb. 1995.

CAMPOS, S. D. S.; GONÇALVES, J. R.; MORI, E. E. M.; GASPARETTO, C. A. **Reologia e textura de alimentos**. Campinas: ITAL, 1989. 84 p.

CANTWELL, M. Preparation and quality of fresh cut produce. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. *Palestras...* Viçosa: UFV, 2000. p. 156-182.

CARVALHO, A. V. **Avaliação da Qualidade de Kiwis cv. "Hayward", minimamente processados**. 2000. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CARVALHO, G. S. **Caracterização agronômica e nutricional de cultivares de milho sob diferentes condições de cultivo para produção de minimilho 2002**. 70 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CARVALHO, V. D.; CHALFOUN, S. M. A importância do cálcio na agricultura. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 15, n. 170, p. 17-28, 1991.

CHEFTEL, J. C.; CHEFTEL, H. **Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1992. v. 1, 333 p.

CHEVA-ISARAKUL, B. PARIPATTANANONT, T. The nutritive value of fresh baby corn waste. In: DIXON, R. M. (Ed.). **Ruminant feeding systems utilizing fibrous agricultural residues**. Canberra: International Development Program of Australian Universities and Colleges, 1988. 151 p.

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/FAEPE, 1990. 320 p.

CONWAY, W. S.; SAMS, C. E.; WATADA, A. E. Relationship between total and cell wall bound calcium in apples following postharvest pressure infiltration of calcium chloride. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n. 398, p. 31-39, 1995.

CORTEZ, L. A. B.; SYLVIO, L. O.; MORETTI, C. L. **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças/Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 428 p.

ESKIN, N. A. M.; HENDERSON, H. M.; TOWNSED, R. J. *Biochemistry of Foods*. New York: Academic Press, 1971. 292 p.

FERNANDES, P. M. G. C. **Armazenamento ambiente e refrigerado de melão, híbrido Orange Flesh, submetido à aplicação pós-colheita de cloreto de cálcio**. 1996. 68 p. (Dissertação – Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

FERREIRA, D. F. **Análise estatística por meio dos SISVAR para Windows versão 40**. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. *Anais....* São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

GALINAT, W. C.; LIN, B. Y. **Baby corn: Production in Taiwan and future outlook for production in the United States**. *Economic Botany*, New York, v. 42, n. 1, p. 132-134, Jan./Mar. 1988.

GIL, M. I.; GORNY, J. R.; KADER, A. A. **Responses of 'Fuji' apple slices to ascorbic acid treatments and low-oxygen atmospheres**. *HortScience*, Alexandria, v. 33, n. 2, p. 305-309, Apr. 1998.

GOMES, M. S. O. **Conservação pós-colheita: frutas e hortaliças**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. p. 134.

GONÇALVES, N. B. **Efeito da aplicação de cloreto de cálcio associado ao tratamento hidrotérmico sobre a composição química e suscetibilidade ao escurecimento interno do abacaxi c. v. *Smooth Cayenne***. 1998. 98 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS - ITAL. **Alimentos enlatados: princípios de controle de processamento térmico, acidificação e avaliação do fechamento de recipientes**. Campinas, 1990.

INTERNACIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOODS (ICMSF). **Técnicas de las análises microbiológicas**. Zaragoza, Espanha: Acribia, 1983. 430 p.

IZUMI, H.; WATADA, A. E. **Calcium treatments affect storage quality of shredded carrots**. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 59, n. 1, p. Jan/Feb. 1994.

JAN-ORN, J.; LEKAGUL, T.; WARREN, W. **Baby corn production for industry.** Bangkok, Thailand: Field Crops Research Institute, 1989. (Technical Report ; n. 1).

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

LEE, Y. C.; HAMMES, J. K. Heat inactivation of Peroxidase in corn on the cob. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 44, n. 3, p. 785-787, May/June 1979.

LEKAGUL, T.; PERNMANKHOUN, S.; CHUTKAEW, C.; BENJASIL, V. Field corn variety for young ear corn production. *National Corn and Sorghum Program Annual Report*, Bangkok, v. 13, p. 201-205, 1981.

MAGDA, R. R. Tender juice baby corn. *Food Marketing & Technology*, Noremburg, v. 9, n. 3, p. 4-6, May/June 1995.

MAN, J. M.; VOISEY, P. W.; RASPER, V. F.; STANLEY, D. W. (Ed.). *Rheology and texture in food quality*, Westport: AVI, 1976. 588 p.

MILES, C.; ZENS, L. *The web os Science: Washington State University – WSU*. Washington, 1998. Disponível em:  
<<http://agsyst.wsu.edu;mielsc@wsu.edu>>. Acesso em: 27 out. 2001.

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. 3, p. 465-469, set. 1999.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. *The Journal of Biological Chemistry*, Baltimore, v. 135, n.1, p. 136-175, June 1944.

NERY, F. C.; PEREIRA, J.; SILVA, W. A.; REIS, K. C. dos; ANDRADE, E. T. de. Determinação do teor de cálcio em três colheitas de minimilho. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFLA – CICESAL, 26., 2003, Lavras – MG. Resumos... Lavras: UFLA, 2003.

OKUSE, A.; OKUSE, I.; RYUGO, K. Effects of certain processing methods, substrate level, and polyphenoloxidase on the stability of ascorbic acid in kiwi fruit. *HortScience*, Alexandria, v. 16, n. 2, p. 164-165, Apr. 1981.

**PEREIRA FILHO, I. A.; GAMA, E. E. G.; CRUZ, J. C. Minimilho: Efeito de densidade de plantio e cultivares na produção e em algumas características da planta de milho. Brasília: EMBRAPA, 1998a. 6 p. (Pesquisa em Andamento, n. 23).**

**PEREIRA FILHO, I. A.; GAMA, E. E. G.; LEMOS FURTADO, A. A. Produção do minimilho. Brasília: EMBRAPA, 1998b. 4 p. (EMBRAPA. Comunicado Técnico, n. 7)**

**PHILLIPS, C. A. Review: Modified Atmosphere packaging and its effects on the microbiological quality and safety of produce. *Internacional Journal of Food Science and Technology*, Oxford, v. 31, n. 6, p. 463-479, Dec. 1996.**

**POOVAIAH, B. W. Molecular and celular aspects of calcium action in plants. *HortScience*, Alexandria, v. 23, n. 2, p. 267-271, Apr. 1988.**

**POOVAIAH, B. W. Role of calcium and calmodulin in plant growth and development. *HortScience*, Alexandria, v. 20, n. 3, p. 347-351, June 1985.**

**POOVAIAH, B. W. Role of calcium prolonging storage life of fruits and vegetables. *Food Technology*, Chicago, v. 40, n. 5, p. 86-89, May 1986.**

**PRÉSTAMO, G.; MANZANO, P. Peroxidases of selected fruits and vegetables and the possible use of ascorbic acid as na atioxidant. *HortScience*, Alexandria, v. 28, n. 1, p. 48-50, Jan. 1993.**

**RICARDO, C. P. P. Aspectos da fisiologia do cálcio nas plantas. *Garcia de Orta*, Lisboa, v. 10, n. 1/2, p. 65-76, 1983. (Série Estudos Agronômicos).**

**ROLLE, R. S.; CHISM III, G. W. Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. *Journal of Food Quality*, Connecticut, v 10, n. 3, p. 157-177, June 1987.**

**ROSA, O. O. Microbiota associada às alterações da qualidade de produtos hortícolas minimamente processados durante a comercialização em redes de supermercados. 2002. 98 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.**

**SAHOO, S. C.; PANDA, M. M. Fertilizer requirement of baby corn (*Zea mays* L) inwet and winter seasons. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, New Delhi, v. 67, n. 9, p. 397-398, Sept. 1997.**

SANTOS, M. R. Biblioteca virtual [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <saporibr@terra.com.br>. Acesso em: 8 jan. 2002.

SAPERS, G. M. Browning of foods: control by sulfites, antioxidants, and other means. **Food Technology**, Chicago, v. 47, n. 10, p. 75-84, Oct. 1993.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. S. 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. 2000.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análise química em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56 p.

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

SWAIN, T.; HILLIS, W. G. The phenolic constituents of Prunes domestica. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 10, n 1, p. 63-68, Jan. 1959.

TEISSON, C.; Lê brunissement interne de l' ananás. I-Historique. II-Material e métodos. **Fruits**, Paris, v. 34, n. 4, p. 245-281, Apr. 1979.

TOMÉ, P. H. **Avaliação das Cultivares de milho normal, doce e pipoca visando o processamento mínimo de minimilho**. 2002. 89 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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

WILEY, R. C. **Minimally processed refrigerated fruits and vegetables**. New York: Chapman & Hall, 1994. 368 p.

WILAI-SATITSIRIKUL. **Produção e comercialização de minimilho na Tailândia**. 2. ed. Bangkok, Tailândia: Universidade de Kasetsart, 1989.

## ANEXOS

ANEXO A	Página
TABELA 1A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para ATT, pH, SST e AST de minimilho minimamente processado submetido a diferentes tratamentos e armazenados sob condições refrigeradas ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 1\%$ de UR), durante 12 dias..... 59
TABELA 2A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para açúcares redutores e açúcares não redutores, amido e vitamina C de minimilho minimamente processado submetido a diferentes tratamentos e armazenados sob condições refrigeradas ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 1\%$ de UR), durante 12 dias..... 59
TABELA 3A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para cálcio, polifenóis, peroxidase e polifenoloxidase de minimilho minimamente processado submetido a diferentes tratamentos e armazenados sob condições refrigeradas ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 1\%$ de UR), durante 12 dias..... 60
TABELA 4A	Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para força de cisalhamento, Cor L, Cor Db e Cor Da de minimilho minimamente processado submetido a diferentes tratamentos e armazenados sob condições refrigeradas ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 1\%$ de UR), durante 12 dias..... 61

**Tabela 1A** Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para ATT, pH, SST e AST de minimilho minimamente processado submetido a diferentes tratamentos e armazenados sob condições refrigeradas ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $90 \pm 1\%$  de UR), durante 12 dias.

Fontes de Variação	de GL	Quadrados Médios			
		ATT	pH	SST	AST
Tratamento (A)	2	0,1715*	0,1707**	0,4160ns	0,3139ns
Tempo (B)	4	5,3730**	0,8067**	1,7420**	0,1671ns
A X B	8	0,1160*	0,0031ns	0,6485**	0,3012ns
Resíduo	30	0,0373	0,0019	0,1420	0,1913
Média Geral		2,6755	5,8575	1,5266	2,9280
CV (%)		7,22	0,76	24,68	14,94

ns, \* / \*\* Teste de F, não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

**Tabela 2A** Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para açúcares redutores e açúcares não redutores, amido e vitamina C de minimilho minimamente processado submetido a diferentes tratamentos e armazenados sob condições refrigeradas ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $90 \pm 1\%$  de UR), durante 12 dias.

Fontes de Variação	de GL	Quadrados Médios			
		A.Redutores	A.Não-redutores	Amido	Vit. C
Tratamento (A)	2	0,4042ns	0,0920ns	0,5608ns	243,9448**
Tempo (B)	4	0,0979ns	0,1722ns	12,8796**	16,0189ns
A X B	8	0,0166ns	0,2721**	0,6045ns	16,8619*
Resíduo	30	0,3019	0,0830	0,3340	6,4097
Média Geral		2,1555	0,7528	2,1244	8,8095
CV (%)		25,49	38,27	27,20	28,74

ns, \* / \*\* Teste de F, não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.



**Tabela 3A** Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para cálcio, polifenóis, peroxidase e polifenoxidase de minimilho minimamente processado submetido a diferentes tratamentos e armazenados sob condições refrigeradas ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $90 \pm 1\%$  de UR), durante 12 dias.

Fontes de Variação	de GL	Quadrados Médios			
		Cálcio	Polifenóis	Peroxidase	Polifenoxidase
Tratamento (A)	2	0,0010ns	869,9660ns	384,7885ns	94,0702ns
Tempo (B)	4	0,0007ns	3259,3599**	6113,7132ns	425,2227*
A X B	8	0,0003ns	2531,5564**	2113,4618ns	190,6971ns
Resíduo	30	0,0009	528,5094	2328,4031	130,8951
Média Geral		0,1931	156,0618	200,5157	117,3191
CV (%)		16,25	14,73	24,06	9,75

ns, \* / \*\* Teste de F, não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.



Tabela 4A      Quadrados médios da ANOVA e respectivos níveis de significância para força de cisalhamento, Cor L, Cor Db e Cor Da de minimilho minimamente processado submetido a diferentes tratamentos e armazenados sob condições refrigeradas ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $90 \pm 1\%$  de UR), durante 12 dias.

Fontes de Variação	de GL	Quadrados Médios			
		Força de cisalhamento	Cor L	Cor Db	Cor Da
Tratamento (A)	2	4,6513ns	3,6989ns	8,2016ns	0,0110ns
Tempo (B)	4	3,7793ns	11,0482ns	5,0651ns	0,4023ns
A X B	8	1,6527ns	7,5643ns	4,2930ns	0,3601ns
Resíduo	30	2,5794	10,1988	5,5710	0,3616
Média Geral		12,0896	72,5766	25,65	0,9813
CV (%)		13,28	4,40	9,20	61,28

ns, \* / \*\* Teste de F, não significativo, significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.