

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS

JOSILENE AMARO DA SILVA

CONSERVAÇÃO DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz)
MINIMAMENTE PROCESSADA SOB DIFERENTES ATMOSFERAS
MODIFICADAS

JOÃO PESSOA-PB

2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

JOSILENE AMARO DA SILVA

**CONSERVAÇÃO DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz)
MINIMAMENTE PROCESSADA SOB DIFERENTES ATMOSFERAS
MODIFICADAS**

Dissertação apresentada ao Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Orientadora: Prof^ª Silvanda de Melo Silva, Ph. D.

JOÃO PESSOA-PB

2009

JOSILENE AMARO DA SILVA

**CONSERVAÇÃO DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz)
MINIMAMENTE PROCESSADA SOB DIFERENTES ATMOSFERAS
MODIFICADAS**

Aprovada em: 25 de setembro de 2009

BANCA EXAMINADORA

Profª Silvanda de Melo Silva, Ph. D.

Orientadora

UFPB/CCA

Gustavo Henrique de Almeida Teixeira, D.Sc

Examinador I

INSA - Instituto Nacional do Semi-árido

Profº Heinz Johann Holschuh, D. Sc

Examinador II

Professor associado I UFPB.

Aline Rocha, D. Sc

Examinador III

Pesquisadora

João Pessoa – PB

Dedico esse trabalho à minha primeira família, meus pais, tios e tias, irmãos e irmãs, e minha amada avó “Rosinha” por me apoiarem e estarem em todos os momentos da minha vida. E a minha segunda família, pessoense dos três “pinguinhos”, todos os Cardoso e os Maia.

Este trabalho é apenas o início de uma longa jornada do conhecer e como tal sujeito a crítica, colocações, correções e descobertas.

AGRADECIMENTOS

À Prof^ª. Dr^ª. Silvanda de Melo Silva por me aceitar como orientanda, pelos ensinamentos e amizade.

Aos amigos e companheiros de trabalho do Laboratório de Pós-Colheita/CCA/UFPB, Areia-PB: “Jandirarr” Costa e família em especial a “Ariel”, Sabrina, Antônia,

Aos eternos amigos e estagiários: Eliane, Ovídio Paulo, Aquiles, Débora, Izabela, Graça, George Henrique; Francisco; Elizabeth, Helder,

Aos eternos amigos conquistados durante esta trajetória: Ludmilla Albuquerque, Eliane, Eliziete, Erbs Cintra e família, Nelzinho, Fábio Júnior, Rodrigo, Rosana Sousa, Jucélia Nascimento,

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, CT/UFPB, João Pessoa-PB;

Aos eternos amigos e companheiros de turma do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, CT/UFPB, João Pessoa-PB: Kátia Elizabeth e família, Julianne Portela, Adriana Lima, Gabriele Gruska, Thayze Pessoa, Poliana Epaminondas, Zilmara, Cybelle, June Maciel, Elieyde, Thiago Mendes, Ronaldo Falcão, Rita Vieira, Ana Paula, Wilma, Fátima, Robson Jesus, Francisca Vanessa, João Paulo, Tatiana Patrício, Christine Maria,

Aos educadores: do Programa de Pós-Graduação CT/UFPB, João Pessoa-PB

Aos educadores: Francisco Barros Barbosa, Iron Macedo, Ramiro Gustavo, pelo incentivo a pesquisa e extensão durante a graduação. UERN, Mossoró-RN

Aos amigos funcionários do Laboratório de Pós-Colheita/CCA/UFPB, Areia-PB: Fabiano Tavares de Moura (técnico) obrigada pela paciência; Tasila (ajuda preciosa em todas as horas e os cafezinhos); Carinhosamente a Dona Toinha, Zeca e Violeta.

Aos amigos funcionários do Laboratório de Química / UFPB; João Pessoa PB Gilvandro (técnico) pelas inúmeras participações no decorrer deste trabalho;

Ao centro de Ciências Fundamentais e Sociais, Laboratório de Pós-Colheita/CCA/UFPB, Areia-PB;

Aos cidadãos da cidade de Areia PB pela gentileza e hospitalidade durante a pesquisa;

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e tecnologia de Alimentos João Pessoa PB;

À CAPES pelo incentivo a pesquisa e concessão da bolsa durante o período da pesquisa.

Obrigada!!

Leite de massa

Eu inventei uma graça
Eu vou me associar
Para começar a tirar
aquele leite de massa

De noite seio a coalhada
a roupa quando chegar,
eu visto e vou passear
numa gasemira lascada.

Pobre é um ente imundo
essa roupa quando vem,
mais de sete buracos tem,
fora os três que tem no fundo.
Assim me disse Raimundo

Nem se quer veio bolacha
Só veio uma caixa de massa,
esta mesmo muito ruim
ele disse mesmo a mim
que não come desta desgraça.

Joaquim Marcelino da Silva - Poeta repentista do Sertão do Seridó (RN). No anonimato popular, teve grande criatividade ao criar versos e poemas inspirados na vida de agricultor, carpinteiro e sanfoneiro nas horas de lazer sem nunca ter freqüentado grandes escolas ou universidade.

LISTA DE QUADRO

Quadro 1	Produção de mandioca na região Nordeste no período entre 2003 e 2007.....	7
-----------------	---	---

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Aspectos gerais de raízes de mandioca da variedade ‘Pernambucana’	24
Figura 2	Aparato instalado com arraste de vapor para avaliação dos compostos cianogênicos em macaxeira ‘Pernambucana’.....	26
Figura 3	Fluxograma das etapas de processamento mínimo da mandioca ‘Pernambucana’.....	29
Figura 4	Esquema de fracionamento de amostras para contagem de coliformes totais/ fecais em mandioca minimamente processada.....	33
Figura 5	Concentração de CO ₂ e O ₂ no interior de embalagens contendo mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ minimamente processada e mantida sob diferentes sistemas de atmosfera modificada (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura, AMCF- bandeja com filme PVC; AMSV- saco de polietileno de 0,050 mm selado sem vácuo AMSV e com vácuo AMCV).....	38
Figura 6	Mudanças na acidez titulável durante os períodos de armazenamento a $5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ a ($92 \pm 1\%$ de UR) de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera modificada modificada (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura, AMCF- bandeja com filme PVC; AMSV- saco de polietileno de 0,050 mm selado sem vácuo AMSV e com vácuo AMCV).....	40
Figura 7	Mudanças no pH durante o armazenamento a $5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ a ($92 \pm 1\%$ de UR) de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera modificada (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura, AMCF- bandeja com filme PVC; AMSV- saco de polietileno de 0,050 mm selado sem vácuo AMSV e com vácuo AMCV).....	41
Figura 8	Mudanças no ácido ascórbico (mg.100g-1) durante o armazenamento a $5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ a ($92 \pm 1\%$ de UR) de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera modificada modificada (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura, AMCF- bandeja com filme PVC; AMSV-	

	saco de polietileno de 0,050 mm selado sem vácuo AMSV e com vácuo AMCV) armazenados durante vinte dias.....	42
Figura 9	Mudanças no conteúdo de amido (g.100g ⁻¹) durante o armazenamento a 5 ± 0,5°C a (92 ± 1% de UR) de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera modificada (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura, AMCF- bandeja com filme PVC; AMSV- saco de polietileno de 0,050 mm selado sem vácuo AMSV e com vácuo AMCV) armazenados durante vinte dias.....	43
Figura 10	Mudanças no conteúdo de açúcares redutores (g. 100g ⁻¹) durante o armazenamento a 5 ± 0,5°C a (92 ± 1% de UR) de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera modificada (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura, AMCF- bandeja com filme PVC; AMSV- saco de polietileno de 0,050 mm selado sem vácuo AMSV e com vácuo AMCV) armazenados durante vinte dias.....	44
Figura 11	Mudanças no conteúdo de açúcares solúveis totais (g. 100g ⁻¹) durante o armazenamento a 5 ± 0,5°C a 92 ± 1% de UR de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera modificada modificada (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura, AMCF- bandeja com filme PVC; AMSV- saco de polietileno de 0,050 mm selado sem vácuo AMSV e com vácuo AMCV) armazenados durante vinte dias.....	45
Figura 12	Atividade da enzima polifenoloxidase durante o armazenamento a 5 ± 0,5°C a (92 ± 1% de UR) de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera modificada (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura, AMCF- bandeja com filme PVC; AMSV- saco de polietileno de 0,050 mm selado sem vácuo AMSV e com vácuo AMCV) armazenados durante vinte dias.....	46
Figura 13	Atividade enzimática da enzima peroxidase em mandioca minimamente processada durante o armazenamento a 5 ± 0,5°C a (92 ± 1% de UR) de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’	

minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera modificada (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura, AMCF- bandeja com filme PVC; AMSV- saco de polietileno de 0,050 mm selado sem vácuo AMSV e com vácuo AMCV) armazenados durante vinte dias..... 48

Figura 14 Incremento no escurecimento em mandioca minimamente processada durante o armazenamento (a $5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ a $(92 \pm 1\%$ de UR) de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera modificada (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura, AMCF- bandeja com filme PVC; AMSV- saco de polietileno de 0,050 mm selado sem vácuo AMSV e com vácuo AMCV) armazenados durante vinte dias..... 50

Figura 15 Evolução da cor determinada através do parâmetro L^* durante o armazenamento a $5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ a $(92 \pm 1\%$ de UR) de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera modificada (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura, AMCF- bandeja com filme PVC; AMSV- saco de polietileno de 0,050 mm selado sem vácuo AMSV e com vácuo AMCV)..... 50

Figura 16 Evolução da cor determinada através do parâmetro C^* durante o armazenamento a $5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ a $(92 \pm 1\%$ de UR) de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera modificada (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura, AMCF- bandeja com filme PVC; AMSV- saco de polietileno de 0,050 mm selado sem vácuo AMSV e com vácuo AMCV)..... 51

Figura 17 Evolução da cor determinada através do parâmetro H^* durante o armazenamento a $5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ a $(92 \pm 1\%$ de UR) de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura, AMCF- bandeja com filme PVC; AMSV- saco de polietileno de 0,050 mm selado sem vácuo AMSV e com vácuo

AMCV)..... 52

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Composição química de raízes de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ colhida aos 10 meses após o plantio..... 35
- Tabela 2.** Contagem de coliformes totais e termotolerantes durante o armazenamento a $5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ a ($92 \pm 1\%$ de UR) de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera modificada (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura, AMCF- bandeja com filme PVC; AMSV- saco de polietileno de 0,050 mm selado sem vácuo AMSV e com vácuo AMCV)..... 53

LISTA DE SIGLAS:

AM Atmosfera Modificada

ANVISA Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AOAC Association Official Analytical Chemists

AST Açúcares Solúveis Totais

AT Acidez Titulável

EMEPA Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A.

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EPI Equipamento de Proteção Individual

IAL Instituto Adolfo Lutz

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IE Incremento de Escurecimento

MF Massa Fresca

MP Minimamente Processado

NaOH Hidróxido de Sódio

NaOCL Hipoclorito de Sódio

OMS Organização Mundial de Saúde

PEBD Polietileno de Baixa Densidade

PET Tereftalato de Etileno

pH Potencial Hidrogeniônico

PLM Poliolefina Multicamada

POD Peroxidase

PPM parte por milhão

PPO Polifenoloxidase

PVC Cloreto de Polivinila

UAE Unidade de Atividade Enzimática

SUMÁRIO

RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	4
2.1 Objetivo geral.....	4
2.2 Objetivos específicos.....	4
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1 Mandioca.....	5
3.1.1 Produção de mandioca.....	6
3.1.2 .Características nutricionais e antinutricionais da raiz de mandioca.....	7
3.1.3 Mandioca de mesa.....	9
3.1.4 Variedade ‘Pernambucana’.....	9
3.2 Fatores de qualidade das raízes.....	10
3.2.1 Capacidade de cozimento.....	10
3.2.2 Tempo de cocção.....	10
3.2.3 Mudanças na textura.....	11
3.3 Metabolismo respiratório.....	12
3.3.1 Taxa respiratória.....	13
3.3.2 Composição de CO ₂ e O ₂ no interior da embalagem.....	14
3.4 Processamento mínimo.....	14
3.4.1 Alterações decorrentes do processamento mínimo.....	15
3.4.2 Temperatura.....	15
3.4.3 Escurecimento enzimático.....	16
3.5 Atmosfera modificada.....	17
3.6 Alterações microbiológicas.....	19
3.6.1 Sanificação.....	21
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
4.1 Caracterização da mandioca de mesa ‘Pernambucana’.....	23
4.1.1 Avaliações.....	23
4.2 Composição de CO ₂ e O ₂ no interior de embalagens.....	27
4.3 Processamento mínimo da variedade ‘Pernambucana’.....	27

4.3.1 Avaliações físicas químicas durante armazenamento.....	30
4.4 Atividade enzimática.....	30
4.5 Avaliações microbiológicas.....	32
4.6 Análises estatísticas.....	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
5.1 Caracterização da matéria prima.....	35
Compostos cianogênicos.....	36
Qualidade de cozimento	36
Composição de CO ₂ e O ₂ no interior de embalagens.....	37
Acidez titulável e pH.....	39
Ácido ascórbico.....	41
Amido.....	42
Açúcares redutores.....	43
Açúcares solúveis totais.....	44
Atividade enzimática.....	45
Incremento de escurecimento.....	48
Cor L* a* b* C H.....	50
Avaliações microbiológicas.....	52
6. CONCLUSÕES.....	55
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
ANEXOS.....	66

RESUMO

SILVA, J. A. **Conservação de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) minimamente processada sob diferentes atmosferas modificadas.** João Pessoa, 2009. 94f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal da Paraíba.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o uso de atmosfera modificada (AM) na conservação de mandioca de mesa da variedade 'Pernambucana' minimamente processada em embalagens plásticas. Na primeira etapa determinou-se a composição química, (macro e micronutrientes), metais pesados, o tempo de cocção (DTC), qualidade de massa cozida e compostos cianogênicos. O processamento mínimo consistiu na subdivisão em duas áreas, área suja: recepção da matéria-prima, seleção, classificação e pré-lavagem. Na segunda etapa, na área limpa: processamento (descascamento e corte), enxague, sanificação, centrifugação, embalagem, armazenamento. Analisou-se a concentração gasosa (O_2 e CO_2) no interior das embalagens, por 70 hs. O experimento foi realizado em câmara fria a $10^\circ C$ e armazenados nas embalagens Poliestireno tereftalato (PET) sem PVC (CONT), PET com PVC (AMCF), saco de polietileno selado sem vácuo (AMSV) e com vácuo (AMCV) à temperatura de $5 \pm 0,2^\circ C$, UR 43% por 20 dias. Foram realizadas as análises físico-químicas. O incremento de escurecimento (IE), coloração dos toletes (L^* , C^* , H^*), e atividade enzimática foram realizadas a cada quatro dias até o 16º dia. As análises microbiológicas de coliformes totais e termotolerantes foram realizadas no dia do processamento, com oito e dezesseis dias. A variedade 'Pernambucana' apresenta obteve tempo de cozimento de 20 minutos, qualidade massa formada após cozimento e baixo teores de compostos cianogênicos. Observou-se que os valores de pH, ácido ascórbico, variaram significativamente durante o armazenamento. Houve diferenças estatísticas ($P \leq 0,05$) para os valores de açúcares redutores, açúcares solúveis totais nos períodos de armazenamento. As embalagens (AMSV e AMCV) obtiveram os maiores valores de L^* , os menores valores de incremento de escurecimento, menor redução de ácido ascórbico, no entanto, obteve os maiores valores de pH. As enzimas apresentaram diferenças estatísticas ($P \leq 0,05$) para a atividade da polifenol e peroxidase nos períodos de armazenamento e entre os tratamentos. Considerando-se a análise físico-química e microbiológica, a vida útil da mandioca foi de 12 dias para os tratamentos AMSV e AMCV e oito dias para o tratamento AMCF. De acordo com as análises microbiológicas a mandioca de mesa minimamente processada apresentou ausência de coliforme a $45^\circ C$, no entanto, os tratamentos com AMCF, AMSV e AMCV apresentaram contagem de coliformes totais consideradas altas.

Palavras-chave: Processamento mínimo, Mandioca, Atmosfera modificada, Escurecimento enzimático.

ABSTRACT

SILVA, J. A. **Conservation of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) minimally processed under different modified atmospheres.** João Pessoa, 2009. 94f. Dissertation (Master of Science and Food Technology), Federal University of Paraíba.

This study aimed to evaluate the use of modified atmosphere (MA) in the conservation of sweet cassava variety 'Pernambuana' minimally processed in plastic containers. In the first stage determined the chemical composition (macro and micronutrients), heavy metals, the cooking time (DTC), quality of cooking and cyanogenic compounds. Minimal processing was the subdivision into two areas, dirty areas: reception of raw materials, selection, classification and pre-wash. In the second step, the clean area: processing (peeling and cutting), rinse, sanitizing, spinning, packing, storage. We analyzed the gas concentration (O_2 and CO_2) inside the package by 70 pm. The experiment was conducted at temperature $10\text{ }^\circ\text{C}$ and stored in polystyrene containers terephthalate (PET) without PVC (CONT), PET with PVC (AMCF), sealed polyethylene bags without vacuum (AMSV) and vacuum (AMCV) at $5 \pm 0.2\text{ }^\circ\text{C}$, RH 43% for 20 days. Were performed physical and chemical analysis. The increase in browning (IE), staining of cuttings (L^* , C^* , H^*). and enzyme activity were performed every four days until the 16th day. The microbiological analysis of fecal and total coliforms were performed on the day of processing, with eight and sixteen days. The variety 'Pernambucana' has got cooking time of 20 minutes, quality mass formed after cooking and low levels of cyanogenic compounds. It was observed that the pH, ascorbic acid, varied significantly during storage. There were statistical differences ($P \leq 0.05$) for the values of reducing sugars, total soluble sugars during periods of storage. Packaging (AMSV and AMCV) had the highest values of L^* , the lowest increment of darkening, a smaller reduction of ascorbic acid, however, had the highest pH values. The enzymes showed no statistical differences ($P \leq 0.05$) for the activity of peroxidase and polyphenol in storage periods and between treatments. Considering the physico-chemical and microbial life of cassava was 12 days for treatments AMSV and AMCV and eight days for the treatment AMCF. According to the microbiological analysis of cassava breeding minimally processed showed an absence of coliform bacteria at $45\text{ }^\circ\text{C}$, however, treatment with AMCF, and AMSV AMCV showed total coliform counts considered high.

Key words: Minimal processing, Cassava, modified atmosphere, enzymatic browning.

1 INTRODUÇÃO

A mandioca tem a maior parte de sua produção destinada à alimentação humana através do consumo de suas raízes na forma “in natura”. Para um grande número de países, especialmente os da África e da América Latina, ela é alimento predominante nas refeições diárias, como principal fonte de carboidratos, servindo à subsistência de aproximadamente 300 milhões de pessoas. Além disso, é também empregada na alimentação animal sob as formas de raízes frescas ou de raspas e *pellets* que entram na composição de rações balanceadas. Pode ainda ser usada na forma de farelos, obtidos apenas de sua parte aérea ou mistos (ramas e raízes). Na indústria encontra grandes possibilidades como matéria prima, onde um dos seus mais importantes produtos industrializados é o amido, empregados no setor de alimentação e na preparação de adesivos (COSTA, 2005).

A exploração agrícola desta cultura destina-se ao mercado hortícola e às indústrias de transformação. A comercialização das raízes de mandioca para o uso na alimentação humana se dá principalmente sob a forma *in natura*, ou seja, do uso direto. Entretanto, no Brasil é crescente o mercado de produtos de mandioca de uso culinário industrializados como a pré-cozida congelada, os produtos processados a partir da massa cozida, com croquetes, empanados, bolinhos condimentados e massas formatadas, como os palitos estruturados e ainda as fritas do tipo *chips*. Esse aumento do consumo dos produtos semi-prontos e principalmente dos *fast foods* decorre de fatos com a migração da população para os grandes centros urbanos, o aumento da participação feminina no mercado de trabalho e a falta de tempo disponível para a preparação convencional dos alimentos de um modo geral (FENIMAN, 2004).

No entanto, para que se possa aplicar na mandioca um tratamento pós-colheita adequado e eficiente, onde se consiga elaborar um produto que conserve as características sensoriais desejáveis, é necessário que se desenvolvam estudos sobre os fatores que atuam diretamente na conservação de suas características qualitativas (COSTA, 2005).

O consumo de frutos e hortaliças frescos tem sido amplamente incentivado pelos profissionais da saúde, uma vez que são fonte de vitaminas, minerais e fibras e diminuem o risco de doenças crônicas não transmissíveis, entre outras (RODRIGUES,

2007). Entretanto, devido ao perfil do consumidor atual, demanda por dietas saudáveis ampliou as possibilidades de produtos que ofereçam conveniência, praticidade e segurança, mantendo a qualidade nutricional dos alimentos frescos, a exemplo de frutas e hortaliças minimamente processados, que surgem como alternativa de facilitar o preparo e o consumo de alimentos. Nos Estados Unidos a comercialização de hortaliças minimamente processada aumentaram de US\$ 6 bilhões em 1996 para US\$ 20 bilhões em 2002. No mesmo período no Brasil, o crescimento foi de apenas 10-20% ao ano, com atendimento dos mais variados mercados, tanto o das refeições industriais e mercado varejista (DURIGAN e SARZI, 2002). No Brasil, a comercialização destes produtos acontece basicamente em médios e grandes centros urbanos como São Paulo, Belo Horizonte, Brasília, Rio de Janeiro e algumas capitais das regiões Nordeste e Sul do Brasil. Pesquisa realizada no estado de São Paulo detectou que o maior volume de vendas de produtos minimamente processados é direcionado às classes de maior renda econômica (ROJO e SAABOR, 2002).

Frutos e hortaliças minimamente são definidos como sendo produtos preparados por uma ou por algumas das unidades de operação apropriadas, possuindo tecidos vivos e mantendo a qualidade dos produtos como frescos, porém apresentando grande conveniência para o consumo (BEZERRA et al., 2002; ROLLE e CHISM III, 1987). O produto minimamente processado refere-se a frutas e hortaliças selecionadas, lavadas, cortadas, enxaguadas, sanificadas e acondicionadas em embalagens adequadas e mantidas sob refrigeração a baixas temperaturas, com perdas mínimas das características sensoriais e ausência de contaminação microbiana.

Por outro lado, embora os alimentos minimamente processados sejam convenientes ao consumo, estes apresentam vida útil inferior a das frutas e hortaliças inteiras, devido a deterioração fisiológica, físico-química e microbiana dos tecidos expostos pelo corte (FONTES, 2005).

No Brasil, estima-se que 23% da produção de raiz de mandioca são perdidos após a colheita, devido ao inadequado conhecimento de sua fisiologia, técnicas de pós-colheita e armazenamento (ALVES et al., 2005; BEZERRA et al., 2002). A mandioca quando comercializada na forma fresca, apresenta baixo valor comercial em decorrência da presença de sujidades provenientes do solo, perdas por desordens fisiológicas

durante e após a colheita, transporte e acondicionamento, que acarretam em perdas rápidas por deterioração fisiológica e microbiológica. Portanto, os maiores obstáculos para a utilização da mandioca é a alta perecibilidade desta raiz, pois quando armazenada em condições ambientes, possuem uma vida útil muito restrita. O processo deteriorativo de caráter fisiológico inicia-se durante as primeiras 48 horas, após a colheita, levando a perda qualitativa e quantitativa (KATO e SOUZA, 2002 *apud* BEZERRA et al., 1978). Portanto, a produção de mandioca minimamente processada tem sido proposta como alternativa para promover a ampliação do período de oferta e disponibilizar um alimento mais prático, ou seja, descascado, limpo e higienizado, pronto para ser utilizado (LUND et al., 2005; CEREDA, 2000; OLIVEIRA et al., 2003). No Brasil, a vida útil de produtos minimamente processados está limitada a um período de 5 a 7 dias, prazo este considerado insuficiente para garantir o sistema de distribuição. O aumento da vida útil é uma das metas das pesquisas em processamento mínimo que pode ser alcançada pela otimização das condições de processamento, acondicionamento e armazenamento para reduzir o metabolismo do vegetal e o desenvolvimento microbiano (RINALDI, 2005).

O processamento mínimo da mandioca promove uma oportunidade de agregar valor a esta raiz aumentando as oportunidades de emprego e renda para o produtor rural, permitindo também estudar os mecanismos envolvidos na deterioração fisiológica e determinar as condições mais adequadas para ampliar a vida útil do produto. A tecnologia do processamento mínimo, portanto, pode ser uma ferramenta para otimizar a oferta e consumo de mandioca no mercado, disponibilizando produto de qualidade e seguro do ponto de vista alimentar.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral:

Uso de Atmosfera Modificada (AM) na conservação de mandioca de mesa ‘Pernambucana’ minimamente processada.

2.2 Objetivos específicos:

- Determinar a composição química da mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’;
- Avaliar a influência do uso de atmosfera modificada na qualidade de mandioca minimamente processada;
- Verificar as transformações nas características de qualidade de mandioca minimamente processada;
- Avaliar a influência do ácido ascórbico no controle do escurecimento enzimático em mandioca minimamente processada;
- Determinar a atividade enzimática (polifenoloxidase e peroxidase) durante o armazenamento de mandioca minimamente processada;
- Determinar a taxa respiratória no interior das diferentes embalagens;
- Avaliar a incidência de contaminação microbiológica (coliformes totais e termotolerantes);

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma dicotiledoneae, ordem Geraniales, família Euforbiaceae, gênero *Manihot*, espécie *Manihot esculenta* Crantz, de origem americana, que apresenta mais de trezentas variedades cultivadas desde a antiguidade, sendo oriunda de região tropical, e encontra condições favoráveis para o seu desenvolvimento em climas tropicais e subtropicais (MARIATH, 1987), sendo cultivada na faixa compreendida entre as latitudes 3° N e S, embora a concentração do plantio esteja entre as latitudes 15° N e 15° S (MATIAS, 2007). Suporta altitudes de até 2000 m de altitude na região equatorial. O clima mais adequado ao seu desenvolvimento é o quente e úmido.

As variedades de mandioca variam bastante em relação à altura das plantas, aspecto vegetativo e em função das condições ambientais que se desenvolvem. Possuem porte arbustivo, ereto ramificado, com altura variada podendo atingir 5m. O caule é lenhoso na planta adulta e pode assumir várias colorações de acordo com a cultivar, idade e condições ambientais. As folhas são palmadas, lobuladas, pecioladas e dispostas no caule em forma alternada. Em geral são verdes ocorrendo, no entanto, outras colorações, inclusive bicolors (PRATA, 1983).

A temperatura ideal para o cultivo varia de 15 a 35°C, a faixa mais adequada de precipitação pluvial está compreendida entre 1.000 e 1.500 mm anuais regularmente distribuída, principalmente no estágio inicial da cultura. A mandioca é cultivada também nas regiões semi-áridas com mais de 500 a 700 mm de chuva anual, nessas condições é importante adequar à época de plantio para que não ocorra deficiência de água nos primeiros cinco meses de plantio (MATIAS, 2007).

A cultura da mandioca apresenta uma série de vantagens em relação a outros cultivos: fácil propagação, elevada tolerância a estiagem, rendimento satisfatório mesmo em solo de baixa fertilidade, pouca exigência em insumos modernos, potencial resistência ou tolerância a pragas e doenças, elevado teor de amido nas raízes. Segundo BEZERRA et al., (2002), a mandioca pode ser considerada primariamente como excelente fonte de energia, uma vez que 1kg (peso fresco) proporciona cerca de 1.460

cal, enquanto um adulto necessita de 2.500 cal/dia. A raiz possui de 24 a 27% de matéria seca no parênquima, e o teor de amido representa entre 78,1 a 98,1% da raiz. O teor de água é um dos aspectos mais importantes na conservação de raízes pela influência direta na durabilidade das mesmas, pois cultivares resistentes a deterioração fisiológica apresentam maiores teores de umidade (BEZERRA et al., 2002; HERNANDES e GUILLEN, 1984).

As raízes de mandioca apresentam composição média na matéria fresca de 68,2% de umidade, 30% de amido, 2% de cinzas, 1,3% de proteínas, 0,2% de lipídios e 0,3% de fibras (ALBUQUERQUE et al., 1993).

3.1.1 Produção de mandioca

Atualmente, o Brasil é o maior produtor mundial de mandioca, com uma produção em 2007, de 27,3 milhões de toneladas e estimativa semelhante para 2008 (IBGE, 2009).

São também produtores expressivos de mandioca a Nigéria, Tailândia, Indonésia, Congo, Gana, Índia, Tanzânia, Moçambique e Angola (EMEPA, 2006).

Em 2005, a área total plantada no Brasil ficou próxima de quase dois milhões de ha, com produção de aproximadamente 26 milhões de toneladas e produtividade média de 13 t ha⁻¹ (IBGE, 2009). Região Nordeste apresentou maior área destinada ao cultivo da mandioca, cerca de 900 mil ha, com produção de aproximadamente nove milhões de toneladas e produtividade média de 10 t ha⁻¹. A região Sudeste foi a que apresentou, cerca de 18 t ha⁻¹, com uma área de cultivo de aproximadamente 140 mil ha e produção de 2,5 milhões de toneladas. O estado de São Paulo foi o que obteve a maior produtividade média, cerca de 24 t ha⁻¹, atingindo uma produção de aproximadamente um milhão de toneladas (MEZETTE, 2007).

A região Nordeste é caracterizada pelo policultivo e representa 46,6% da produção nacional de mandioca (Quadro 1). A Paraíba tem uma área cultivada de aproximadamente 25 mil hectares, com uma produção de raízes em torno de 216 mil toneladas e produtividade de 8 toneladas por hectare (EMEPA, 2006).

Quantidade (tonelada)	2007	2006	2005	2004	2003
Brasil	26.541.200	26.639.013	25.872.015	23.926.553	21.961.082
Nordeste	9.742.284	9.614.526	9.645.562	8.821.452	7.963.262
Bahia	4.481.355	4.393.997	4.611.676	4.160.358	3.897.694
Maranhão	1.765.586	1.720.322	1.529.986	1.339.992	1.241.190
Ceará	749.479	860.780	826.017	754.575	757.891
Pernambuco	621.937	660.451	598.753	543.405	440.447
Rio Grande do Norte	566.216	521.581	696.985	591.065	394.572
Piauí	550.656	506.076	380.890	430.306	358.874
Sergipe	498.233	490.420	465.707	470.516	435.645
Paraíba	286.292	270.215	269.102	258.636	255.768
Alagoas	222.530	190.684	266.446	272.599	181.181

Quadro 1. Produção de mandioca na região Nordeste no período entre 2003 e 2007.
Fonte (IBGE, 2009).

3.1.2 Características nutricionais e antinutricionais da raiz de mandioca

Dos diferentes tipos de exposição humana a agentes químicos, nenhuma é tão complexa como a que ocorre com o uso de alimentos. Esta complexidade pode ser atribuída à quantidade e a diversidade de compostos químicos eventualmente presentes ou constituintes próprios do alimento. Muitos alimentos da dieta humana além da proporção nutritiva podem conter fatores antinutricionais, que são substâncias capazes de bloquear o aproveitamento de outras substâncias ou que reúnem propriedades tóxicas, provocando efeitos fisiológicos adversos no organismo (SILVA, 2008).

Uma característica química marcante em raízes de mandioca é a presença dos chamados cianoglicosídeos (compostos ciânicos) e também de enzimas que degradam estes compostos e liberam ácido cianídrico (HCN). Os compostos ciânicos e suas respectivas enzimas estão distribuídas por toda a planta e em concentrações variáveis, fazendo com que, para sua utilização mais segura como alimento, sejam utilizados processos de destoxificação tais como simples fragmentação e secagem do material, os quais provocam volatilização do ácido cianídrico. Outros processos como fermentação, prensagem, lavagem, e calor (acima de 180°C) também podem ser utilizados com sucesso na destoxificação da mandioca (LORENZI, 2003). A inalação de altas concentrações de ácido cianídrico leva à asfixia, paralisia, inconsciência, convulsão e morte por falência respiratória. A dose letal de cianeto para um homem por inalação de cianeto é de 10 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ de ar (BRADBURY et al., 1991).

Em relação ao teor de ácido cianídrico na raiz, as cultivares são classificadas em mansa, menos de 50 mg de $\text{HCN}\cdot\text{kg}^{-1}$ de raiz fresca sem casca, moderadamente venenosas, 50 a 100 mg de $\text{HCN}\cdot\text{kg}^{-1}$ de raiz fresca sem casca, e bravas ou venenosas: acima de 100 mg de $\text{HCN}\cdot\text{kg}^{-1}$ de raiz fresca sem casca, sendo as cultivares mansas também conhecidas como mandioca de mesa, aipim ou macaxeira (CAGNON et al., 2002). Segundo CAGNON et al. (2002), a mandioca acumula dois glicosídeos cianogênicos nas raízes e folhas, a linamarina e a lotaustralina na proporção de 93:7. Esses dois glicosídeos são capazes de gerar ácido cianídrico desde que ocorra hidrólise, desta forma, o conteúdo de cianeto e o uso da mandioca como alimento estão condicionados à hidrólise enzimática desses dois glicosídeos cianogênicos. A enzima responsável pela hidrólise é a linamarase e quando o tecido é dilacerado a linamarina entra em contato com a enzima, a qual é separada do glicosídeo no tecido intacto, por ser localizada em lugar distinto da célula. A clivagem produz glicose e α -hidroxinitrilas, esta última quando catalisada por uma hidroxinitrila liase transforma-se espontaneamente em HCN e nas cetonas correspondentes, é o processo de cianogênese.

BOLHUIS (1954) afirmou que esses cianoglicosídeos distribuem-se por toda a planta, porém a concentração varia substancialmente entre variedades. Além destes, a planta possui a enzima linamarase beta-D-glucosidase, presente principalmente na casca da mandioca, que é a responsável pela hidrólise dos compostos cianogênicos quando a planta ou raiz sofre algum tipo de lesão, resultando na liberação de cianeto (CN).

3.1.3 Mandioca de mesa

O consumo de mandioca de mesa no Brasil ocorre sem controle de comercialização. No entanto, sabe-se que é elevado o consumo nos mercados hortifrutigranjeiros próximos aos grandes centros urbanos. O consumo ainda é limitado pela carência de informações sobre as cultivares com elevada produtividade de raízes tuberosas, e que apresentem características agronômicas e tecnológicas adequadas, tais como cozimento rápido, boa qualidade de massa cozida e baixo teor de ácido cianídrico (HCN) (CARVALHO et al., 1995; RIMOLDI et al., 2006).

A mandioca de mesa se diferencia da mandioca brava por apresentar baixos teores de HCN nas raízes. Além deste importante aspecto, as raízes das variedades de mandioca indicada para mesa devem apresentar sabor característico e agradável, cozimento mais rápido e estável, boa qualidade da massa cozida, maior tempo de conservação após a colheita e cor da polpa da raiz variável de acordo com os costumes de cada região. Assim, as variedades cultivadas com estas características, popularmente denominadas mansa, aipim ou macaxeira, podem ser amplamente utilizadas para fins culinários. As raízes de cultivares com alto teor de compostos cianogênicos, chamadas de mandiocas “bravas”, somente podem ser consumidas após serem submetidas a algum processo de destoxificação, sendo utilizadas para a produção de farinha e fécula (MEZETTE, 2007).

3.1.4 Variedade ‘Pernambucana’

A mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ apresenta porte que varia de baixo a médio, folíolos estreitos, pecíolo rosado, haste clara. As raízes apresentam variação na coloração da polpa, do branco ao creme de acordo com o período de colheita, este não claramente definidos, podendo as raízes serem colhidas a partir dos seis meses após o plantio. A entrecasca apresenta coloração roxa e é de fácil remoção, não apresentando uniformidade de formato e tamanho (Figura 1).

A polpa desta variedade é utilizada em uma infinidade de receitas caseiras tais como: purê de macaxeira, “escondidinhos”, os quais são acompanhados com carnes e queijos. A polpa é prepara de maneira tradicional cozida ou frita ou na forma de

bolinhos fritos preparados da massa esmagada, o que a torna apreciada nos acompanhamentos de diversos pratos.

3.2 Fatores de qualidade das raízes

3.2.1 Capacidade de cozimento

A falta de regularidade culinária das raízes de mandioca de mesa é um dos fatores de restrição à expansão de seu consumo. Raízes cozidas e de boa qualidade, entre outras características, devem apresentar-se, quando esmagadas por um garfo, na forma de massa não encaroçada, plástica e não pegajosa. O tempo de cozimento culinário correlaciona-se bem com a qualidade da massa cozida, isto é, quanto menor esse tempo, melhor a massa gerada (LORENZI, 1994).

Segundo NORMANHA (1988) e WHEATLEY (1991) a qualidade culinária das raízes é pouco estudada e, as causas de sua variabilidade e instabilidade são pouco conhecidas.

3.2.2 Tempo de cocção

A simples Determinação do Tempo de Cozimento (DTC) pode oferecer indicações seguras quanto à qualidade da mandioca, dispensando-se análise de parâmetros que tornariam o processo de avaliação complexo e de alto custo, principalmente quando há necessidade de analisar grande número de amostras (LORENZI, 1994).

Duas hipóteses foram sugeridas para explicar o não cozimento da mandioca. A primeira é que a impermeabilização da parede celular impede a penetração da água nas células da raiz impedindo a gelificação do amido. Essa impermeabilização é um processo rápido o suficiente para explicar a diferença de cozimento entre mandiocas do mesmo campo, colhidas juntas e processadas com algumas horas de intervalo. A segunda hipótese admite alterações na parede celular, que não se deforma, impedindo o inchamento dos grânulos de amido e conseqüentemente de uma boa gelificação, fator característico do bom cozimento (VILPOUX e CEREDA, 2003).

Os trabalhos desenvolvidos por PEREIRA et al. (1985) e FUKUDA e BORGES (1988), demonstraram que quanto menor o tempo de cozimento, melhor a massa cozida. Portanto, a simples determinação da duração do tempo de cozimento é uma segura avaliação indireta da qualidade de massa cozida.

LORENZI (1994) ao avaliar a qualidade culinária das raízes de mandioca, verificou que a duração do tempo de cozimento variou dentro e entre raízes da mesma planta e entre plantas da mesma variedade. Verificou também que a capacidade de cozimento variou em função da variedade, do tipo de solo e das épocas de colheitas.

3.6.4 Qualidade da massa cozida

A formação de gel em volta dos toletes durante a cocção é outro fator importante dentro do cozimento, pois a maior formação de gel indica a ocorrência de ruptura das paredes celulares durante o processo de cozimento, ocorrendo o contato de todo amido com a água em ebulição, o que leva ao processo de gelatinização do mesmo, fator de importância no processo de cozimento (OLIVEIRA et al., 2005). Os itens pegajosidade e plasticidade foram definidos por FUKUDA e BORGES (1988), de modo que quanto mais pegajoso os toletes, maior a formação de gel em volta dos mesmos e quanto maior a plasticidade, menor a formação de gel em volta das raízes. As características de textura, plasticidade e pegajosidade da massa cozida de mandioca estão associadas à duração do tempo de cozimento, sendo que quanto menor esse tempo, melhor a massa gerada (LORENZI, 1994).

NORMANHA (1988) considerou uma mandioca cozida e de boa qualidade de massa àquela em que a polpa cozida fosse facilmente esmagada e desfeita, quando amassada com um garfo, até o ponto de purê, tornando-se uma pasta moldável e plástica. A massa de mandioca cozida preferida é aquela que se apresenta não encaroçada, plástica e não pegajosa. Esse tipo de massa irá atender a grande maioria dos procedimentos industriais que utilizam a mandioca cozida (PEREIRA et al., 1985).

3.2.3 Mudanças na textura

A perda de textura e mudanças na aparência são as mudanças mais noticiáveis que ocorrem em frutos e hortaliças durante armazenamento prolongado. Estas mudanças indesejáveis que afetam a qualidade são aceleradas pela ruptura das células que ocorre durante o corte, colocando em contato as enzimas e substrato. (LIMA, 2000).

A farinosidade da mandioca é definida como a propriedade da raiz se desintegrar espontaneamente durante a cocção e esmigalhar-se em pedaços na aplicação de uma força cortante. A farinosidade é uma característica de textura e refere-se à percepção na boca do alimento cozido (FENIMAN, 2004). Entretanto FAVARO (2003) não considera adequado o termo *mealy* ou farinácea para descrever a mandioca cozida, pois as características desejáveis pelo consumidor não correspondem àquelas que determinam o *mealiness* em batata. Esse autor ainda evidencia a importância da padronização dos termos a serem empregados para descrever as características de textura em mandioca, tendo em vista a variação do padrão de preferência da massa cozida em algumas regiões.

3.3 Metabolismo respiratório

A taxa de respiração dos diferentes órgãos vegetais usualmente segue o padrão crescente: raízes, tubérculos e bulbos menor que a taxa respiratória de frutos maduros, que é menor que a de frutos imaturos, que, por sua vez, é menor que de talos em crescimento e tecidos florais. A taxa respiratória em hortaliças é muito variada. Portanto, raízes, tubérculos e bulbos têm baixa atividade respiratória (CHITARRA E CHITARRA, 2005).

A atmosfera que envolve os órgãos subterrâneos, como raízes, tubérculos e bulbos é usualmente pobre em oxigênio (O_2), e também em dióxido de carbono (CO_2), uma vez que esse é em grande parte, dissolvido nos componentes do solo e na água retida entre esses componentes. A baixa concentração de O_2 subterrâneo não é propício para a atividade respiratória. Por outro lado, os tecidos das raízes são capazes de operar outras vias metabólicas com aceptores de elétrons, tais como nitritos, nitratos e enxofre. Como a taxa do ciclo de Krebs é reduzida, o ácido pirúvico tende a acumular, mas logo que o órgão é colhido e exposto ao ar, há aumento da atividade respiratória com depleção do ácido pirúvico, aumento da atividade na cadeia de elétrons, com aumento na produção de energia química e rápido declínio dos açúcares solúveis (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

3.3.1 Taxa respiratória

As frutas e hortaliças compõem uma parcela da cadeia alimentar por possuírem características que as distinguem do restante dos alimentos. Sua principal diferença em relação aos produtos de origem animal é a continuidade dos processos metabólicos internos após a colheita, como o processo de respiração, através do consumo de O₂ e produção de CO₂, além da liberação de calor (GONZÁLEZ-AGUILAR et al., 2005).

Após a colheita, a respiração torna-se o principal processo fisiológico do produto colhido, pois o mesmo não depende da absorção de água e minerais efetuadas pelas raízes, da translocação de nutrientes pelo sistema vascular, nem da atividade fotossintética da planta, e sim de suas próprias reservas de substratos, acumulados durante o seu crescimento (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O aumento da respiração em tecidos danificados é uma conseqüência da elevação do etileno, a qual estimula a respiração. Os efeitos do fatiamento nas taxas respiratórias e na produção de etileno diferem entre os frutos climatérios e não climatérios, bem como com o estágio de desenvolvimento fisiológico (LIMA, 2000). A taxa respiratória é regulada por enzimas cuja atividade é fortemente influenciada, ou determinada, pela temperatura na qual o produto encontra-se exposto. Os produtos minimamente processados apresentam taxa respiratória superior a dos produtos intactos, sendo este acréscimo variável de 25 a 50% (CANTWELL, 2000), dependendo do produto, grau de corte e temperatura. Caso as condições de embalagem forem anaeróbicas, poderá ocorrer fermentação levando, portanto, a formação de etanol, aldeídos e cetonas (AHVENAINEN, 1996).

O aumento da produção de etileno em frutas e hortaliças parece estar relacionado proporcionalmente à quantidade de estresses mecânicos sofridos (ABELLES et al., 1992). Os danos nos tecidos vegetais induzem a produção de etileno, algumas vezes em poucos minutos, mas usualmente em cerca de 1 hora, com picos máximos entre 6 a 12 horas. O etileno produzido no tecido danificado acelera a senescência e deterioração em tecidos, e contribui para a biossíntese de enzimas envolvidas na deterioração, e é parcialmente responsável por induzir mudanças fisiológicas em tecidos fatiados, tal como o amaciamento e escurecimento (LIMA, 2000).

3.3.2 Composição de CO₂ e O₂ no interior de embalagem

A composição da atmosfera interna em geral é medida por cromatografia gasosa. Alternativamente, pode ser determinada por um instrumento muito simples denominado de “Facili”. No cromatógrafo a gás usualmente se injeta 1,0mL de amostra, No entanto, para medição de atmosfera interna é comum se fazer injeções menores da ordem de 0,1mL (CALBO et al., 2007; CALBO, 2008; CALBO, 1997). Por ter sensibilidade da ordem de 5% de CO₂ ou de O₂, o “Facili” deve ser utilizado apenas para estudos de atmosfera interna de frutas e hortaliças e para estudo de concentrações em atmosferas modificadas e controladas. Devido a sua baixa sensibilidade, o “Facili” não deve ser utilizado para medir respiração diretamente.

O equipamento “Facili” consiste em duas partes montadas em forma de prateleiras, uma sobre a outra. Na prateleira inferior está instalada uma pipeta de 2 mL cuja ponta esta acoplada, por meio de uma mangueira, a um frasco móvel contendo solução de ácido sulfúrico (H₂SO₄) 0,002N. Esta solução de ácido é utilizada para acidificar a superfície interna da pipeta, minimizando a captura de CO₂ pela água antes que ocorra a leitura inicial do volume da amostra. Na prateleira superior está instalada a segunda parte do equipamento que consiste de três frascos, contendo, da direita para a esquerda, soluções de ácido diluído (H₂SO₄), NaOH 100.g.L⁻¹ e pirogalol 50 g.L⁻¹ dissolvido em NaOH 50 g.L⁻¹, respectivamente. As soluções destes reservatórios superiores fluem através de tubos plásticos e em cada extremidade é adaptada uma seringa (SANTELLI, 2005).

3.4 Processamento mínimo

Os vegetais minimamente processados foram introduzidos no Brasil em 1994, no município de São Paulo, mas segundo FARES e NANTES (2001), o desenvolvimento deste mercado esbarra em problemas de logística na cadeia produtiva, a baixa qualidade da matéria prima, falta de padronização, falhas na cadeia de frio, baixo nível tecnológico do produtor rural e das redes de suprimento de produtos (RODRIGUES, 2007).

Segundo SILVA et al. (2005) o processamento mínimo de frutos e hortaliças refere-se às operações que eliminam as partes não comestíveis, como cascas, talos e

sementes, seguidos pelo corte em tamanhos menores, tornando-os prontos para o consumo, sem que as frutas e hortaliças percam a condição de produto fresco.

Os produtos minimamente processados devem oferecer como vantagens a boa qualidade do produto, frescor, conveniência, agregação de valor, redução da mão de obra de seu preparo em restaurantes, hotéis ou lanchonetes, e diminuição do lixo nos grandes centros de consumo. A insuficiência de informações e pesquisa em relação ao comportamento fisiológico e a conservação pós-colheita, assim como, a adequação de embalagens específicas a cada tipo de produto é uma limitação à ampliação do mercado desta classe de produtos (RINALDI, 2005).

3.4.1 Alterações decorrentes do processamento mínimo

A resposta fisiológica de frutas e hortaliças minimamente processados é essencialmente a de produtos danificados, decorrentes das operações de corte, descascamento, redução de tamanho, variação de temperatura, e perda da umidade (BRECHT, 1995).

A vida útil de produtos minimamente processados pode ser limitada pela perda de água, escurecimento enzimático, crescimento microbiológico, perda de cor da superfície, perda de ácido ascórbico e carotenóides, e senescência causada pela contínua respiração e produção de etileno (AHVENAINEN, 1996). Os danos mecânicos podem induzir diversas alterações nas rotas metabólicas e conseqüentemente provocarem mudanças indesejáveis no metabolismo (ROLLE e CHISM III, 1987).

3.4.2 Temperatura

Segundo SCHLIMME (1995), os produtos minimamente processados (PMP) são mais perecíveis e apresentando uma rápida perda de qualidade durante o armazenamento, principalmente em condições ambientes. O armazenamento sob baixas temperaturas é um dos métodos mais efetivos e práticos utilizados no prolongamento da vida útil de PMP, sendo o fator ambiental mais importante em minimizar as taxas dos processos fisiológicos e bioquímicos dos vegetais, otimizando o tempo para a comercialização. Altas temperaturas são limitantes a qualidade dos frutos, pois afetam

diretamente as taxas de todos os processos vitais, tais como: respiração e produção de calor vital; maturação e produção de etileno e perdas de massa. Portanto, quanto mais rapidamente o produto for transferido para a temperatura ótima de armazenamento, maior será a sua vida útil. Deste modo, é necessário manter o produto em temperatura adequada durante sua preparação, armazenamento, cadeia de comercialização até o consumo (LIMA, 2000).

Vários fatores podem afetar a intensidade da resposta ao estresse em vegetais minimamente processados. Dentre os principais estão à espécie, a variedade, o estágio de maturidade fisiológica, a extensão do dano mecânico, as concentrações de O₂ e CO₂ a pressão de vapor de água e vários inibidores. Entretanto, o fator mais significativo que afeta a resposta ao estresse, assim como em outras situações em pós-colheita, é sem dúvida, a temperatura de manipulação e armazenamento (BRECHT et al, 2007).

3.4.3 Escurecimento enzimático

Os produtos minimamente processados podem ser submetidos a alguns tratamentos assessoriais para melhorar sua estabilidade durante o armazenamento e distribuição. Aditivos químicos podem ser incorporados para retardar o crescimento superficial de leveduras, bolores e bactérias, bem como para manter as características de qualidade (cor, sabor, aroma, textura). A preservação química pode ser realizada pelo uso de substâncias químicas naturais ou sintéticas. Os tratamentos químicos, quando utilizados, não devem prejudicar nenhum fator isoladamente do produto aditivos com propriedades nutricionais, tais como ácido ascórbico e cálcio (SANTOS, 2007).

A cor é um importante atributo de qualidade, pois é o principal fator na decisão de ingerir um alimento. Esta propriedade não está relacionada com o valor nutricional ou com propriedades funcionais, mas tem importância tecnológica, uma vez que pode ser utilizada como índice de transformações naturais dos alimentos frescos (FERRARI, 2005).

Um dos fatores de perda da qualidade na mandioca é a deterioração fisiológica que resulta no escurecimento enzimático. Este consiste na oxidação, catalisada por enzimas do metabolismo substâncias fenólicas com formação de quinonas ou hidroxiquinonas, as quais posteriormente se condensam, formando compostos coloridos (ARAÚJO, 1999). A deterioração fisiológica está relacionada com o aumento da

atividade das enzimas envolvidas na oxidação dos compostos fenólicos, como a peroxidase e a polifenoloxidase (CARVALHO et al., 1995).

A polifenoloxidase (PPO) é identificada em trabalhos científicos como fenolases, catecol oxidase, catecolases, tirosinases ou cresolases de acordo com o substrato de reação (VAMOS-VIGYÀZO, 1981), sendo a mais importante enzima envolvida nos processos de escurecimento enzimático em alimentos. A atividade da peroxidase pode ser alterada por fatores externos como luz ou outras radiações, estresse (saís e temperatura), senescência e regulador de crescimento.

As enzimas polifenoloxidase e peroxidase podem participar de um grande número de reações oxidativas e de biodegradação, tais como mudança de cor, degradação da clorofila, oxidação de fenóis, oxidação do ácido indol acético, biossíntese da lignina, e muitos destes fatores também podem ser associados às modificações de aroma, sabor, cor, textura e qualidade nutricional dos alimentos (CLEMENTE e PASTORE, 1998).

As células vegetais, para a manutenção do metabolismo, estão constantemente realizando trocas, absorvendo nutrientes e eliminando substâncias indesejáveis, processos esses mediados por enzimas. No caso de processamento envolvendo calor, congelamento e secagem, estas reações de tecido vivo são eliminadas pela morte da célula vegetal, mas no processamento mínimo essas reações são mantidas uma vez que o tecido permanece vivo resultando em frescor do produto (KING e BOLIN, 1989). A atividade da peroxidase está relacionada com mudanças ontogênicas ligadas ao estresse por deficiência de água, injúria pelo frio, interações patogênicas, hiperoxigenicidade é características em varias frutas e hortaliças (BERBICZ e CLEMENTE, 2001).

3.5 Atmosfera modificada

O controle dos processos fisiológicos é a chave para a conservação de vegetais frescos ou minimamente processados que pode ser assessoriamente realizado pelo emprego de embalagem adequada (SARANTÓPOULOS, 2000).

A utilização de embalagem para modificar a atmosfera em alimentos frescos e para um número crescente de alimentos minimamente processados está crescendo em popularidade à medida que novas aplicações vão sendo desenvolvidas (FELLOWS, 2006). Os sistemas de modificação da atmosfera reduzem a concentração de O₂ e

elevam a concentração de CO₂, com o objetivo de reduzir a intensidade da respiração do produto e aumentar o seu tempo de vida útil, minimizando a perda da qualidade (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

De acordo com AHVENAINEN (1996), a atmosfera modificada é a tecnologia mais aplicada para embalagem de produtos minimamente processados. A modificação da atmosfera (MA) em torno do produto embalado pode ser estabelecida por via passiva, ativa, ou pela combinação de ambas. No processo passivo, o ambiente atmosférico é atingido por meio da respiração do produto e das trocas gasosas (difusão de O₂ e CO₂) através dos poros da embalagem com o meio externo. A relação entre a taxa de respiração do produto e a taxa de permeabilidade a gases da embalagem modifica passivamente a atmosfera ao redor do produto. Essa modificação passiva da atmosfera pode retardar a respiração, a senescência e, conseqüentemente, as alterações de qualidade advindas desses processos (GERALDINE et al., 2000).

A modificação da atmosfera em uma embalagem plástica pode ser estabelecida de forma passiva ou ativa. A atmosfera modificada passiva se estabelece pela própria respiração do produto e a permeabilidade do material de embalagem, enquanto em atmosfera modificada ativa é feita uma injeção de gases na embalagem, no momento em que o produto é embalado (KADER, 1986).

Quando a atmosfera modificada é associada à refrigeração, há substancial redução do crescimento microbiano e retardo das taxas de mudanças químicas e fisiológicas do produto (PIROVANI et al., 1998). Muitos fatores devem ser considerados na seleção da embalagem: a taxa de respiração, a quantidade do produto embalado e a concentração de O₂ e CO₂ adequado ao metabolismo do produto pré-cortado (CANTWELL, 2000).

Vários filmes plásticos podem ser utilizados para promover a modificação da atmosfera. O filme de polietileno de baixa densidade (PEBD), é um polímero de adição de etileno, estrutura muito ramificada, média cristalinidade. Varia de flexível a rígido, possui baixa permeabilidade à água e alta ao oxigênio. É resistente aos ácidos, álcalis solventes orgânicos a quente e tensoativos (BARUFFALDI e OLIVEIRA, 1998).

Os filmes adequados são os de polietileno de espessura entre 100 e 200 µm. Sob temperatura adequada à respiração das raízes é inibida suficientemente para que as

embalagens não estufem e para que não ocorram perdas de massa significativas. Filmes mais sofisticados, como os de poliéster ou as embalagens inteligentes (com absorventes de CO₂) precisam ser avaliadas para verificar se são economicamente viáveis (CEREDA, 2000).

Os filmes flexíveis descrevem qualquer tipo de material que não é rígido, mas o termo “filme flexível” é geralmente reservado aos polímeros plásticos não fibrosos.

O politereftalato de etileno (PET) é um filme transparente, muito resistente, com brilho e propriedades de barreira muito boas contra umidade e gases. Ele é flexível à temperatura de -70° a 135°C e sofre pouco encolhimento com variações de temperatura ou umidade (FELLOWS, 2006).

Vários autores têm comprovado a eficiência do acondicionamento de raízes de mandioca em embalagens de polietileno sob atmosfera controlada, no monitoramento da deterioração fisiológica e manutenção da qualidade, constando a preservação por diferentes períodos, dependendo do tipo de embalagem e aumentando a vida útil deste produto (ALVES et al., 2005; ASSUNÇÃO et al., 2002; SANT`ANNA et al., 2002).

Segundo ALVES et al. (2005), mandiocas minimamente processadas embaladas em bandeja de cloreto de polivinila (PVC), apresentaram maior perda de umidade, demonstrando que esta embalagem não possui ótima barreira ao oxigênio e ao vapor de água, apresentando ao 7º dia deterioração fisiológica, caracterizada pelo aparecimento de estrias negras e manchas de cor rosa e podridão, e aspecto impróprio para o consumo.

3.6 Alterações microbiológicas

Frutos e hortaliças podem ser contaminados por microorganismos patógenos no campo, durante a colheita, manipulação pós-colheita, transporte, processamento, armazenamento e distribuição. Esses patógenos podem ainda estar presentes no solo, na água de irrigação, nos quais crescem rapidamente quando há presença de matéria orgânica, ou através de contaminação decorrentes de práticas higiênico-sanitárias inadequadas (KIM et al., 1999).

Os produtos minimamente processados constituem um ótimo meio de crescimento para os microrganismos, devido à lesão dos tecidos e ao alto teor de umidade dos vegetais, o que aumenta seu potencial de deterioração. Por serem muito manipulados, esses produtos podem ter sua microbiota aumentada, alterada e, eventualmente, veicular microrganismos patogênicos. Dentre os microrganismos encontrados em produtos minimamente processados, podem ser destacados bolores e leveduras, coliformes totais e fecais, psicotróficos e mesófilos (FONTES, 2005).

Não há informações na legislação brasileira quanto aos limites de contagens tolerados para microrganismos para frutas e hortaliças minimamente processado. A Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001, prevê padrões microbiológicos para hortaliças e frutas frescas, *in natura*, preparadas (descascadas, selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para o consumo direto, com ausência em 25 g para *Salmonella* sp.. Segundo BRUNO et al. (2005), esta legislação estabelece os seguintes limites para a contagem de coliformes fecais (45°C): 10^2 NMP.g⁻¹ para hortaliças, 5×10^2 NMP.g⁻¹ para frutas e 10^3 NMP.g⁻¹ para raízes, tubérculos e similares pertencentes à categoria de produtos frescos, preparados, sanificados, refrigerados ou congelados para consumo direto (ANVISA, 2003).

De acordo com LUND et al. (2004), na análise microbiológica da mandioca mansa minimamente processada, determinou-se a contagem de mesófilos aeróbios, psicotróficos, bactérias lácteas, coliformes fecais, coliformes totais, mofo e leveduras. De maneira geral, para a sanitização de frutas e hortaliças frescos é recomendado concentrações de cloro livre entre 50 e 200 mg.L⁻¹, pH entre 5 e 7, durante 3 a 20 minutos de exposição do produto ao sanificante.

A Food and Agriculture Organization (FAO) e a Organização Mundial de Saúde (OMS) concluíram que não é possível avaliar a segurança (inocuidade) de alimentos em função dos níveis de *E. coli*, coliformes termotolerantes, coliformes totais ou enterobactérias. Um alto índice desses microrganismos pode estar em certas circunstâncias, relacionado com uma maior probabilidade de presença de patógenos entéricos, porém, freqüentemente não está. Da mesma forma, sua ausência nem sempre significa que os produtos estejam livres de bactérias entéricas patogênicas. As principais aplicações desses microrganismos como indicadores são determinar as condições de higiene dos processos de fabricação, no caso de Enterobactérias e coliformes, por serem

facilmente inativados por sanitificantes capazes de colonizar diversos nichos de plantas de processamento frente a uma sanitização ineficiente (SILVA, 2007).

A presença de coliformes pode indicar falhas no processamento ou contaminação pós-processo em alimentos pasteurizados, pois são facilmente destruídos pelo calor e não resistem a tratamentos térmicos. Já em relação à *E.coli*, sua presença pode significar contaminação fecal em alimentos frescos, mas não em alimentos processados (SANTOS, 2007).

3.6.1 Sanificação

O hipoclorito de sódio é um sanitizante largamente utilizado no processamento de alimentos, devido à fácil aplicação, sua rápida ação, completa diluição em água e por não deixar resíduo tóxico na superfície do alimento. Esse produto tem se mostrado eficiente no controle de bactérias, fungos e viroses em citrus, maçãs, alfaces, tomates e batatas minimamente processadas. A sanificação com produtos a base de cloro é amplamente recomendada visando retardar o crescimento microbiológico em vegetais minimamente processados. O cloro, na forma de hipoclorito (NaOCl), é utilizado na limpeza de produtos frescos e equipamentos, assim como na sanificação da própria planta de processamento (PARK et al., 1991).

O NaOCl, em água, origina hidróxido de sódio (NaOH) e ácido hipocloroso (HOCl). A eficiência germicida do cloro depende da sua concentração na forma ativa (ácido hipocloroso) presente na solução sanitificante (DYCHDALA, 1991). Este, por sua vez, se dissocia em H⁺ e íon hipoclorito (OCl⁻). Tanto o HOCl quanto o OCl⁻ apresentam atividade germicida, sendo considerados como Cl livre (ativo). No entanto, a atividade germicida é consideravelmente maior que a do íon, sendo de 20 a 300 vezes mais letal aos microrganismos. A eficiência da atividade germicida é dependente de alguns fatores, como concentração, temperatura e pH da solução, tempo de exposição e tipos de microrganismos presentes (SUSLOW, 1997). A relação entre a concentração do ácido hipocloroso e a do íon é controlada, principalmente, pelo pH da solução. A faixa de pH mais apropriada compreende valores entre 6,0 e 7,5 (DELAQUIS et al, 2004, com concentrações de ácido hipocloroso variando de 98 a 83 %, respectivamente, sob temperatura de 0°C (ZAGORY et al., 1993).

Segundo RINALDI (2005), além da manutenção das características sensoriais adequadas, os produtos minimamente processados devem garantir segurança ao consumidor. Por ser um processo que não adota nenhum tipo de tratamento térmico em sua preparação, que possa assegurar a inativação de microrganismos oriundos da matéria prima, manipulação, equipamentos, utensílios e ambiente, a adoção de procedimentos eficazes de higiene é indispensável no preparo de alimentos.

De maneira geral, para higienização de frutas e hortaliças frescas são recomendadas concentrações de cloro livre entre 50 e 200mg L⁻¹, pH entre 5 e 7, durante 3 a 20 minutos de exposição do produto ao sanificante (VANETTI, 2000; OLIVEIRA et al., 2003). Em produtos de PMP, têm-se detectado elevada carga de microrganismos indicadores de más condições higiênicas (coliformes totais e fecais). Duas hipóteses podem explicar esse fato: 1) as condições de sanificação e seu monitoramento não estão sendo suficientes para reduzir a carga microbiana; ou, 2) está havendo recontaminação do produto após a sanificação (DELAQUIS et al., 2004)

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, (CCA/UFPB), no período Julho de 2008 a Fevereiro de 2009, no município de Areia-PB.

Para o experimento foram utilizadas raízes de mandioca (macaxeira) ‘Pernambucana’ (Figura 1), colhidas manualmente aos dez meses após o plantio. A macaxeira foi proveniente da propriedade Fazenda Nova, localizada a cerca 5 km da cidade de Areia PB. A colheita foi realizada à tarde.

4.1 Caracterização da mandioca de mesa ‘Pernambucana’

4.1.1. Avaliações

Umidade ($\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ base fresca) - Foi realizado em estufa 105 – 110°C até peso constante (BRASIL, 2005).

Amido ($\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ base fresca) - Determinado pela hidrólise ácida do amido em glicose e caracterização desta última pelo doseamento com os reagentes de Fehling A e B, utilizando o azul de metileno como indicador na titulação e expresso em g de glicose. 100g^{-1} (BRASIL, 2005).

Lipídios (% g. 100g^{-1} base fresca) - A determinação do teor de matéria graxa foi realizada em extrator Soxhlet completo, utilizando-se éter de petróleo para extração (A. O. A. C, 1997).



Figura 1. Aspectos gerais de raízes de mandioca da variedade 'Pernambucana'

Proteínas ($\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$. 100g^{-1} base fresca) - Realizado pelo destilador micro-keldahl e bloco digestor, para avaliar a porcentagem de nitrogênio na amostra. A conversão para proteína foi feita por $\text{N} \times 6,25$ (A. O. A C, 1997).

Cinzas ($\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ base seca) – Realizada pela cinza total seca, por incineração em forno mufla a 550°C até peso constante (BRASIL, 2005).

Minerais ($\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ em base seca) – Macronutrientes esta metodologia possibilitou determinar 4 macroelementos (P, K, Ca e Mg) com digestão por H_2O_2 e H_2SO_4 com mistura de digestão. A recuperação destes nutrientes é semelhante à obtida

com os métodos de Kjeldahl (BREMNER, 1965) para N e por digestão nítrico-perclórica para outros nutrientes (JOHNSON e ULRICH, 1959).

Fósforo - Foi determinado por espectrofotometria numa alíquota do extrato após adição de molibdato de amônio e ácido aminonaftolsufônico. Este método possui sensibilidade adequada, sendo livre de interferências por H_2O_2 , e sais da mistura de digestão (TEDESCO et al., 1995).

Potássio - Foi determinado por fotometria de chama após diluição do extrato, ajustando-se a sensibilidade do aparelho com os padrões adequados (TEDESCO et al., 1995).

Cálcio e magnésio - Foram determinados por espectrofotometria de absorção após diluição do extrato e adição de La ou Sr em solução ácida (TEDESCO, et al., 1995).

Cu, Zn, Fe e Mn ($g \cdot 100g^{-1}$. $100g^{-1}$ base fresca) - A digestão de tecido vegetal ($HNO_3 - HClO_4$) e outros orgânicos é amplamente utilizada na determinação do teor de vários nutrientes (JOHNSON e ULRICH, 1959; CHAPMAN e PRATT, 1961; BLANCHARD et al., 1965; SARRUGE e HAAG, 1974). Os procedimentos adotados variam conforme a sensibilidade desejada (TEDESCO et al., 1995).

Cobre, zinco, ferro e manganês – Foram determinados pela absorbância no fotômetro de absorção (TEDESCO et al., 1995).

Metais pesados (Pb e B) ($g \cdot 100g^{-1}$ base fresca) - Foram determinados pelo extrato da digestão do tecido vegetal ($HNO_3 - HClO_4$), como metais pesados e a leitura realizada pela absorbância no fotômetro de absorção (TEDESCO et al., 1995).

Compostos cianogênicos ($mg \cdot kg^{-1}$.) - Utilizou-se 20 g de amostra, polpa crua, ralada em utensílio plástico doméstico para legumes e hortaliças. Transferiu-se a massa ralada para um balão volumétrico de 500 mL e posteriormente adicionou-se 150 mL de água destilada resfriada aproximadamente a $15^\circ C$. Conectou-se ao equipamento de arraste de vapor, para executar a destilação com os frascos conectados ao recipiente coletor contendo 20 mL de água destilada, 30 mL de tiocianato de potássio 0,02 N e 1 mL de ácido nítrico (1:1), deixando-se destilar até obter 200 mL do destilado, completa-se o volume para 300 mL com água destilada, filtrou-se e desprezaram-se os primeiros 50 mL (Figura 2). Utilizou-se o nitrato de prata (0,02 N) na titulação com alúmen férrico como indicador: 1 mL de 0,02 N $AgNO_3 = 0,54 mg HCN$, segundo metodologia da (A.O.A.C, 1997) com adaptações de TELLES (1972).



Figura 2. Aparato instalado com arraste de vapor para avaliação dos compostos cianogênicos em macaxeira ‘Pernambucana’.

Análise de cozimento - Para determinar o cozimento da mandioca foram realizados testes preliminares em decorrência das variações acentuadas nos tempos de cocção de raízes até mesmo entre raízes de uma mesmo cultivar. Foram selecionadas três raízes e cortadas pedaços de aproximadamente 5 cm, de regiões medianas e extremidades da raiz e submetidos a água fervente, $96\pm 2^{\circ}\text{C}$ em recipientes de vidros béqueres de 400 mL e espetados a cada cinco minutos, com faca de ponta arredondada. Após teste preliminar ficou estabelecido que o tempo de cozimento de 20 minutos.

A avaliação do grau de cozimento das raízes de mandioca foi realizada em função do tempo necessário para que ocorra o amolecimento de pedaços imersos em água fervente (FENIMAM, 2004).

4.2 Composição de CO₂ e O₂ no interior de embalagem

Na determinação do CO₂ e O₂ de microamostras de atmosferas modificadas, foram realizadas avaliações, durante 70 horas a intervalos regulares de quatro horas com três repetições para cada tratamento (SANTOS, 2006). As análises visaram apenas verificar a ocorrência de modificações da atmosfera interna da embalagem. Nas embalagens de cada tratamento foram colocados septos de silicone através do qual foi retirada uma alíquota de 20µL da atmosfera interna e injetada no equipamento para determinar a concentração de O₂ e CO₂ no interior da embalagem.

4.3 Processamento mínimo da variedade 'Pernambucana'

Recepção da matéria-prima - Após a colheita a macaxeira foi transportada em contentores plásticos protegidos com amortecedores plásticos para o laboratório para as operações de processamento mínimo que se seguiu caracterização da matéria prima.

Seleção e classificação (área suja) - Na área de recepção do laboratório, as raízes foram selecionadas de acordo com as características desejáveis tais como, uniformidade de tamanho, formato e coloração e ausência defeitos, danos físicos, mecânicos, doenças ou parasitas. Foi realizada a classificação, pré-lavagem, sanificação, enxágüe e retirada do excesso de água após a higienização. A lavagem das raízes foi realizada em pias inoxidáveis, utilizando escova e água corrente para a retirada das sujidades provenientes do solo, depois foram colocadas em bacias plásticas (capacidade de 20L) com solução de detergente líquido neutro a 1% por três minutos. Em seguida foram enxaguadas e transferidas para solução sanificante contendo 150 µL. L⁻¹ de hipoclorito de sódio por 10 minutos e em seguida transferida para solução de 50 µL. L⁻¹ por 5 minutos para retirada dos resíduos do sanificante, ambas as soluções mantidas a temperatura de 10° ± 2°C e pH ajustados entre 6,5 e 6,8. Foram deixadas para escorrer na bancada revestida de papel toalha e quando enxutas, transferidas para câmara fria a 10°C ± 3°C, onde foram realizadas as operações de processamento mínimo.

O processamento mínimo de mandioca foi realizado aproximadamente 15 horas após a colheita. Todos os equipamentos colocados em contato direto com as raízes eram construídos em aço foram devidamente sanificados.

Na área limpa, foram realizadas as operações de (descascamento, corte, sanificação, enxágüe, centrifugação, embalagem e armazenamento. A área e os utensílios utilizados foram devidamente higienizados. Os manipuladores usaram os Equipamentos de Proteção Individual (EPI), avental, touca, máscara, luvas e botas.

As raízes foram minimamente processadas nos formatos de toletes de aproximadamente cinco centímetros de comprimento (5 cm). Para desinfecção, as raízes, foram imersas em solução de hipoclorito de sódio a $100 \mu\text{L. L}^{-1}$ por 10 minutos, com ajuste do pH 6,5 e 6,8. Após realizou-se enxágüe por 5 minutos da mesma solução em concentração menor $20 \mu\text{L. L}^{-1}$ por cinco minutos para a retirada do excesso do cloro (Figura 3).

Antioxidante - O uso de ácido ascórbico como antioxidante tem como finalidade minimizar as pontuações ou veias azuis, decorrentes da oxidação de fenólicos na raiz da mandioca. Para este fim foi realizada a imersão dos toletes em solução de ácido ascórbico a 3%, por 10 minutos.

Centrifugação - A centrifugação foi utilizada visando retirar o excesso de umidade e os exsudados celulares, resultante das operações de corte, enxágüe e sanitização. A centrifugação foi realizada utilizando centrifuga doméstica com capacidade de aproximadamente 800 g, velocidade angular média $2200 \mu\text{L. L}^{-1}$, por um minuto.

Embalagem - Os toletes foram embalados mediante os seguintes tratamentos: bandejas de poliestireno tereftalato (PET) no tamanho 120 x 200 mm, com capacidade 300 g, revestidas com filme de policloreto de vinila (PVC), com espessura de 0,012 mm, embalagem de polietileno 0,05 mm de espessura, selados sem vácuo e com vácuo.

Armazenamento – Após o processamento mínimo e embalados o armazenamento foi realizado em geladeira com temperatura regulada de $5 \pm 0,2^\circ\text{C}$, durante 20 dias.

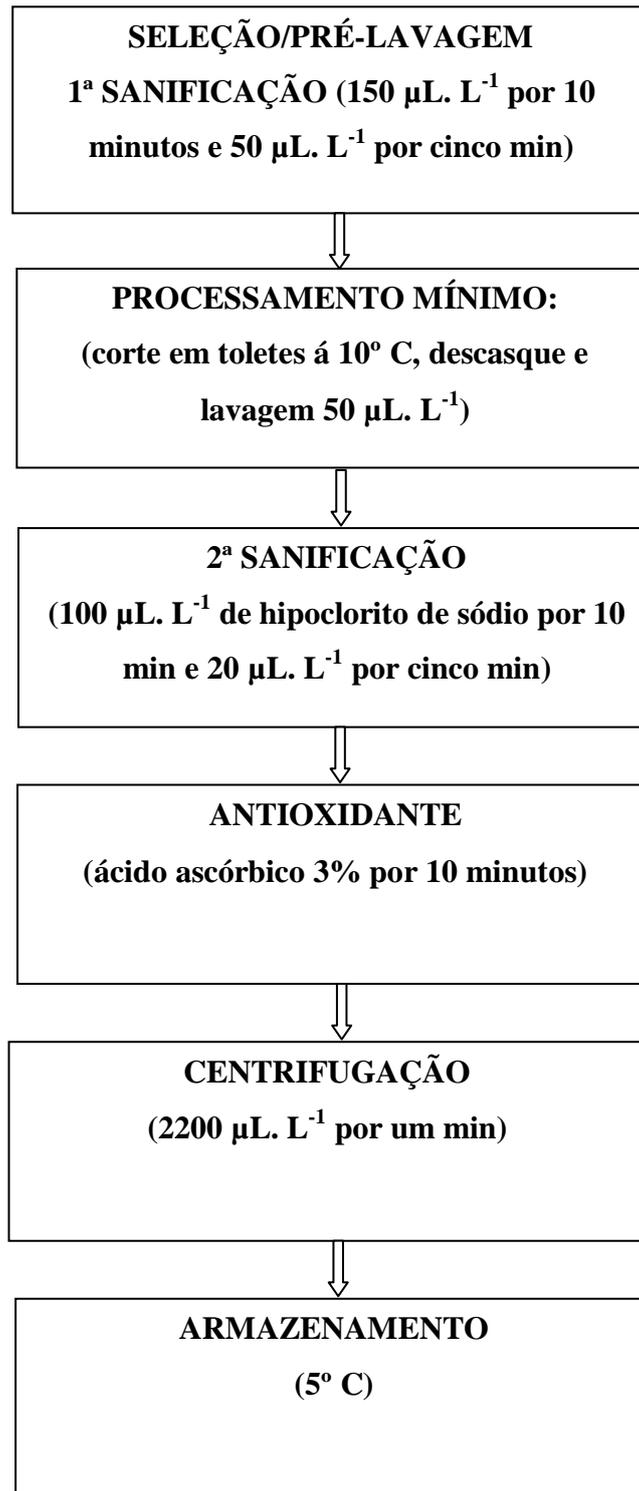


Figura 3. Fluxograma das etapas de processamento mínimo da mandioca ‘Pernambucana’.

4.3.1 Avaliações físicas químicas durante o armazenamento

Ácido ascórbico ($\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) - Determinado por titulação com 2,6 diclorofenolindofenol (DFI), até a obtenção de coloração rósea claro permanente, utilizando-se 1g da polpa diluída em 50 mL de ácido oxálico 0,5% (A.O.A.C, 1997).

Amido ($\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$) - Determinado pela hidrólise ácida do amido em glicose e caracterização desta última pelo doseamento com os reagentes de Fehling A e B, utilizando o azul de metileno como indicador na titulação e expresso em g de glicose. 100g^{-1} (BRASIL, 2005).

Açúcares - Os açúcares redutores foram determinados ($\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ polpa) e os não redutores ($\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ polpa) de acordo com LEONEL e CEREDA (2002).

pH – Pesou-se aproximadamente 10g de amostra triturada e adicionou-se 50 mL de água destilada para a determinação em pHmetro (BRASIL, 2005).

Acidez titulável AT (g de ácido cítrico. 100g^{-1} de polpa) - Para a análise de acidez, pesou-se 10g da amostra triturada e adicionou-se 50 mL de água destilada e determinou-se por titulação com NaOH 0,1N (BRASIL, 2005).

As avaliações físico-químicas (ácido ascórbico, amido, açúcares, pH, acidez titulável,), foram utilizados avaliações estatísticas fatorial (4×6), com teste de médias nos tratamentos e regressão nos períodos de armazenamentos.

4.4 Atividade enzimática

Polifenoloxidase ($\text{UAE}\cdot \text{min}^{-1}\cdot \text{g}^{-1}$) - A polivinilpirrolidona (PVP) é empregada no procedimento de extração (Polyclar SB 100). Este polímero foi empregado como agente protetor para remover compostos fenólicos naturais dos extratos enzimáticos, para não serem oxidados pela enzima polifenoloxidase. O bom desempenho deste agente redutor é atribuído à sua baixa solubilidade e à formação de ligação de hidrogênio entre os substratos naturais e o polímero PVP2 (ZERAİK et al., 2008).

O extrato enzimático bruto foi obtido de 6g da amostra, com 30 mL tampão fosfato 0,05 M pH 6,8, contendo 0,1 M de KCl e 1% de polivinilpirrolidona (PVP), sendo mantido a 4°C. As amostras foram retiradas das embalagens, trituradas em almofariz em banho de gelo, maceradas e homogeneizadas com pistilo por 5 minutos no tampão fosfato 0,05 M pH 6,8 na relação 1:5.(6g/30mL). Em seguida as amostras foram

filtradas a vácuo em dupla camada de papel qualitativo Whatman nº 1. O filtrado foi centrifugado a 11.000 x g por 25 minutos a 10°C.

Para a determinação da atividade da polifenoloxidase foi utilizado o extrato enzimático mantido a 4°C, com tampão fosfato 0,1M (pH 6,0) contendo 0,1 M de catecol. A leitura foi realizada no espectrofotômetro a 395 nm. Segundo metodologia descrita por (WISSEMANN e LEE, 1980), com algumas modificações. Do sobrenadante foi retirada uma alíquota de 0,55 mL do extrato enzimático, este foi acondicionado em tubos de ensaios a 4°C, logo após adicionou-se 1,85 mL de tampão fosfato pH 6,8 contendo 0,1 M de catecol, somente sendo pesado e adicionado à solução no momento do uso.

Os tubos contendo as amostras foram incubados por 30 minutos em Banho-Maria a 30°C. A reação foi interrompida pela adição de 0,8 mL de ácido perclórico 2 N. Os tubos foram deixados em repouso absoluto, por 30 minutos para que houvesse sedimentação, sendo novamente filtrada e em seguida feita a leitura em espectrofotômetro a 395 nm, colocando-se cuidadosamente 3 mL do líquido sobrenadante nas cubetas.

O branco foi realizado substituindo-se o extrato enzimático por água destilada. Foi preparada uma curva padrão para determinação da concentração ideal da amostra, dentro da faixa de linearidade, para a leitura da atividade enzimática.

Atividade da peroxidase (UAE. $\text{min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) - Utilizou-se o mesmo extrato obtido para o doseamento da atividade da polifenoloxidase. Na determinação da atividade da peroxidase, utilizou-se 3,0 mL do extrato enzimático, 5,5 de tampão fosfato-citrato 0,1M pH 5,0 contendo guaiacol a 1%, este só foi adicionado ao volume do tampão necessário para o número de amostras a serem analisadas no momento do uso. Acrescentou-se 0,5 mL de H_2O_2 3%. Incubou-se no banho Maria à 30°C por 5 minutos e a reação foi interrompida pela adição de 1,0mL de bissulfito de sódio 30%, preparado no momento do uso. A leitura foi realizada em espectofotometro a 470 nm. Segundo metodologia descrita por (WISSEMANN e LEE 1980; MATSUNO e URITANI, 1972)

As avaliações enzimáticas (polifenoloxidase e peroxidase), foram utilizados avaliações estatísticas fatorial (3 x 5), com teste de médias nos tratamentos e regressão nos períodos de armazenamentos.

O incremento de escurecimento foi utilizado para determinar a continuação das demais análises da mandioca minimamente processada durante o experimento, ou

seja, quando os valores de $E > 10$ considera-se grau de escurecimento elevado. A cor da mandioca foi avaliada usando calorímetro (Minolta CR 10). Os parâmetros obtidos no “a” indicam a cromaticidade do eixo da cor verde (-) para vermelha (+); “b”, que indica a cromaticidade no eixo da cor azul (-) para amarela (+); “L”, que indica a intensidade de luz (-) escura para claro (+), serão utilizados para cálculo de E, sendo $E = [(L - L_0)^2 + (a - a_0)^2 + (b - b_0)^2]^{1/2}$ (SILVA et al., 2003).

Coloração dos toletes – Foi utilizado calorímetro (Minolta CR 10), o qual expressa a cor nos parâmetros: L^* (Luminosidade – 100 branco; zero preto), C^* (representa vividez da cor – vivida a pálida) e H^* (corresponde a intensidade da cor clara ou escura).

As avaliações físicas (incremento de escurecimento e coloração dos toletes), foram utilizadas avaliações estatísticas fatorial (4×5), com teste de médias nos tratamentos e regressão nos períodos de armazenamentos.

4.5 Avaliações microbiológicas

As análises microbiológicas para determinação de coliformes totais e fecais, foram realizadas pelo método preconizado por (SILVA et al., 2007), conforme esquema de preparação de amostras abaixo .

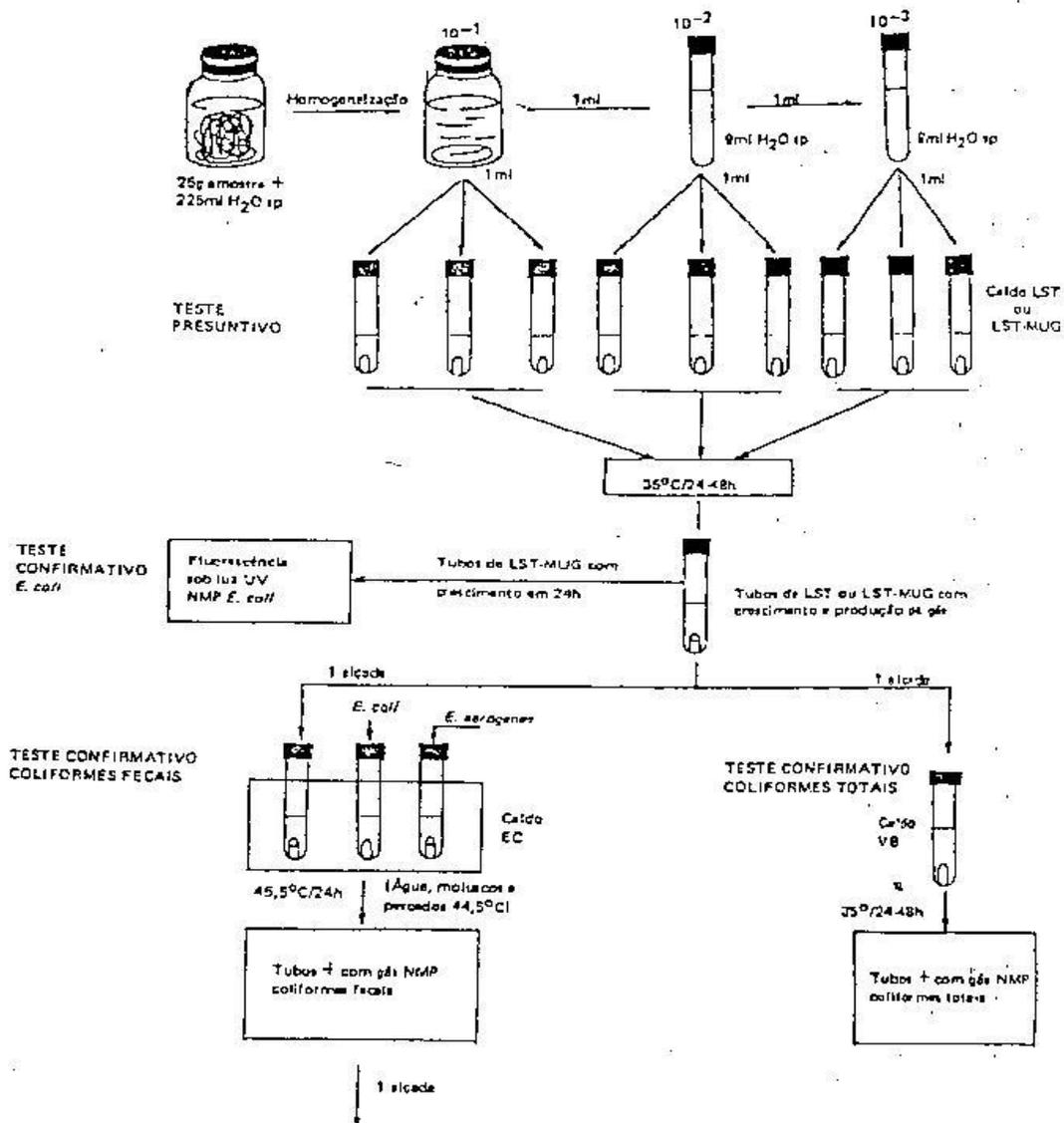


Figura 4. Esquema de fracionamento de amostras para contagem de coliformes totais/fecais em mandioca minimamente processada.

O grupo dos coliformes totais inclui as bactérias na forma de bastonetes Gram negativos, não esporogênicos, aeróbicos ou anaeróbicos facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24-48 h a 35°C. O grupo inclui cerca de 20 espécies. Sua presença em alimentos processados é uma indicação de contaminação pós-sanitização ou pós-processo (principalmente no caso da pasteurização), evidenciando práticas de higiene e sanificação aquém dos padrões requeridos para o

processamento de alimentos (SILVA et al, 2007). Coliformes Fecais são bactérias com as mesmas características dos coliformes totais, porém restringindo-se aos membros capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 h a 44,5-45,5°C, apresentando, assim, a característica de serem termotolerantes.

As avaliações microbiológicas (coliformes totais e coliformes termotolerantes), foram utilizados avaliações estatísticas fatorial (3 x 3), com análise descritiva dos dados.

4.6 Análises estatísticas

Para o armazenamento da mandioca ‘Pernambucana’ minimamente processada, o delineamento experimental foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial (4 x 6), sendo 4 tipos de embalagens, 6 períodos de avaliação, em 3 repetições, exceto para atividade enzimática, incremento de escurecimento, e coloração objetiva, cujo o esquema fatorial utilizado foi (4 x 5), com cinco períodos de avaliação. Foram aplicados os testes ANOVA e o teste de DUNCAN a 5% de probabilidade, para a detecção de diferenças entre os tratamentos e nos períodos análise de regressão. As avaliações foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SPSS.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização da matéria prima

Composição química. A mandioca minimamente processada da variedade ‘Pernambucana’ colhidas aos dez meses após o plantio apresentou composição química conforme (Tabela 1). A variedade ‘Pernambucana’ apresentou umidade $61,00 \text{ mg. } 100\text{g}^{-1}$ e proteínas de $1,2 \text{ mg. } 100\text{g}^{-1}$. Para os minerais, por outro lado, os conteúdos cálcio, fósforo e ferro foram inferiores ao reportado pela TACO (2004), apresenta os respectivos valores em base fresca para cálcio $4,0 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$, fósforo $3,0 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$ e ferro $2,3 \text{ mg.}100\text{g}^{-1}$.

Tabela 1. Composição química de raízes de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ colhidas aos 10 meses após o plantio (* base úmida e ** base seca).

Composição $\text{mg.}100\text{g}^{-1}$ (polpa)	
Umidade *	61,00
Cinzas *	1,36
Proteínas *	1,20
Lipídeos *	0,00
Amido*	26,76
Açúcares redutores *	2,54
Fe **	0,53
Cu **	0,33
Mn **	1,11
Zn **	0,44
P **	0,048
K **	0,63
Ca **	0,02
Mg **	0,11
B **	0,73
Pb **	1,66

A composição química dos produtos vegetais é afetada pelo estágio de desenvolvimento, clima e geografia do local de produção, manuseio durante e após a colheita, processamento e armazenamento, o que pode explicar em parte as diferenças encontradas. FENIMAN (2004) reportou a composição percentual em massa seca para a mandioca da cultivar IAC 576-70 colhidas aos 12 meses após o plantio: 80,3 mg.100g⁻¹ de amido, 7,4 mg.100g⁻¹ de carboidratos redutores, 0,4 mg.100g⁻¹ de lipídeos 2,1 mg.100g⁻¹ de proteínas, 2,4 mg.100g⁻¹ de cinzas, 0,038 mg.100g⁻¹ de cálcio, 0,045 mg.100g⁻¹ de magnésio e 0,936 mg.100g⁻¹ de potássio.

Compostos cianogênicos. A variedade ‘Pernambucana’ apresentou valores de compostos cianogênicos entre 58,32 e 66,42 mg. kg⁻¹, sendo então classificada como mandioca de mesa ou doce. No entanto, LORENZI et al. (1993) ao avaliarem o conteúdo cianogênico de 206 variedades de mandioca coletadas em “fundos de quintais”, de 126 municípios do Estado de São Paulo, encontrando como a principal fonte de diversidade genética da espécie no Estado, verificaram que 67% das variedades apresentaram teores com até 100 mg de eq. HCN kg⁻¹ de polpa fresca. A partir desta constatação, em que o consumo de variedades de mandioca por uma parcela significativa da população paulista era realizado com o dobro do conteúdo de HCN, considerado até então como inócuo (50 mg eq. HCN kg⁻¹ de raízes), o Instituto Agrônômico passou a adotar a seguinte classificação: variedades mansas – com menos de 100 mg eq. HCN kg⁻¹ de polpa crua das raízes; intermediárias – variedades com 100 a 200 mg eq. HCN kg⁻¹ de tecido fresco e, bravas – variedades com teores acima de 200 mg eq. HCN kg⁻¹ de peso fresco.

Qualidade de Cozimento. A mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ apresenta potencial qualitativo e culinário, por apresentar características desejáveis para sua comercialização, tais como, tempo de cozimento em torno de 20 minutos. A qualidade de massa formada após cozida e o tempo de cocção podem variar de acordo com as condições climáticas, fator este que limita o fornecimento qualitativo durante o ano. A avaliação realizada após o cozimento, os toletes cozidos apresentaram-se com poucas pontuações brancas, sem formação de gel em volta dos toletes e a massa formada após esmagamento mostrou-se homogênea e macia em ponto de purê.

Segundo NORMANHA (1988), em trabalho realizado com mandioca de mesa obteve dados de determinação do tempo de cocção (15 a 30 minutos), já BORGES et al.

(2002) estabelece um tempo de 30 minutos para variedades de boa qualidade culinária (GUSMÃO et al., 2006).

A cocção é uma característica importante na seleção de uma cultivar de mandioca para uso culinário, tanto pelo consumidor como pela indústria de produtos processados. No entanto, existem épocas em que raízes de mandioca apresentam problemas de cozimento, independente de quanto tempo dure o processamento (FENIMAM, 2004).

Composição de O₂ e CO₂ no interior das embalagens. As modificações na composição de gases no interior da embalagem estão apresentadas na (Figura 5). O armazenamento de mandioca MP em atmosfera modificada bandeja com filme PVC resultou em redução lenta do conteúdo de O₂, até 16 horas e a partir de 20 horas manteve-se praticamente estabilizada atingindo níveis abaixo de 5% próximos a 60 horas de avaliações. O acúmulo de CO₂ atingindo o máximo de 3% no interior da embalagem, indicando uma elevada permeabilidade a dióxido de carbono.

Para mandioca MP armazenadas nas embalagens polietileno com vácuo, o conteúdo de O₂ que inicialmente era em torno de 15%, declinou para níveis inferiores a 5% após 10 horas. O conteúdo de CO₂ por sua vez aumentou para níveis superiores a 5% após 24hs de armazenamento, provavelmente em decorrência da baixa permeabilidade do filme.

Na embalagem de polietileno sem vácuo, o nível O₂ declinou lentamente e o de CO₂ acumulou-se em torno de 5%.

O consumo mais elevado de O₂ no interior das embalagens de produtos minimamente processados advém do estresse provocado pelo corte e aceleração da taxa metabólica, como observado em abacaxi minimamente processado (SANTOS, 2007).

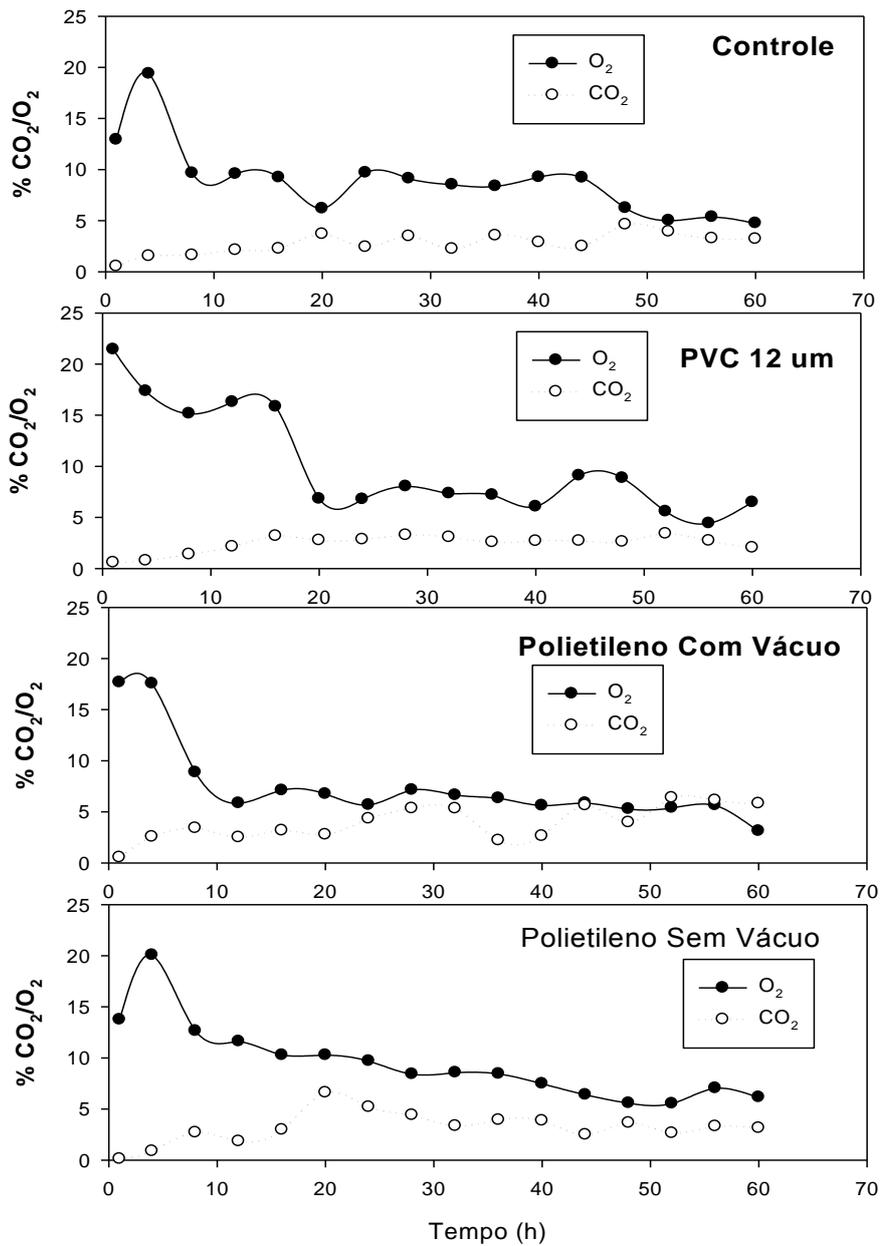


Figura 5. Concentração de CO₂ e O₂ no interior de embalagens contendo mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ minimamente processada e mantida sob diferentes sistemas de atmosfera modificada (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura , AMCF – bandeja com filme PVC, AMSV – saco selado de polietileno de 0,050 mm sem vácuo e com vácuo AMCV).

O aumento da respiração e da produção de etileno em produtos minimamente processados acelera os processos de senescência e também propiciem a formação de sabores e odores desagradáveis. Outra limitação resulta do exudato da superfície

cortada, que se torna um meio favorável ao desenvolvimento de microrganismos (BURNS, 1995).

Segundo ZAGORY (1999), na utilização de atmosfera modificada para vegetais minimamente processados, concentrações de oxigênio inferiores a 10% no interior das embalagens são benéficas para reduzir significativamente a taxa respiratória dos mesmos.

Acidez Titulável (AT) e pH. As mudanças de acidez titulável em mandioca minimamente MP estão apresentadas na (Figura 6). Os valores de acidez titulável tenderam a aumentar até o 12º dia de armazenamento, apresentando um declínio acentuado a partir deste período e permanecendo ao término das análises. Este aumento na acidez pode ser um indicativo que as condições de acondicionamento das embalagens proporcionaram condições satisfatórias para os ácidos orgânicos, estes necessários na redução das taxas metabólicas. Estes dados estão de acordo com ALVES et al. (2005), que observou um ligeiro aumento nos teores de acidez titulável em raízes de mandioca minimamente processadas armazenadas em sacos selados por sete dias e durante 14 dias para sacos selados com vácuo. Estes mesmos autores justificam o aumento na AT como decorrência, possivelmente, do processo fermentativo.

Como resultado do decréscimo da acidez a partir do 16º dia, ocorreu paralelamente a elevação do pH, o que pode ser indicativos de processo fermentativos e deterioração fisiológica.

O aumento na acidez titulável até o 12º dia de armazenamento sugere que a embalagem proporcionou um ambiente modificado que proporcionou o acúmulo de ácidos nos pedaços de raízes, mas a seguir o teor de ácidos orgânicos diminuiu em decorrência do aumento da taxa metabólica e do conseqüente aumento da taxa respiratória ou da conversão dos mesmos em açúcares (BEZERRA et al., 2002).

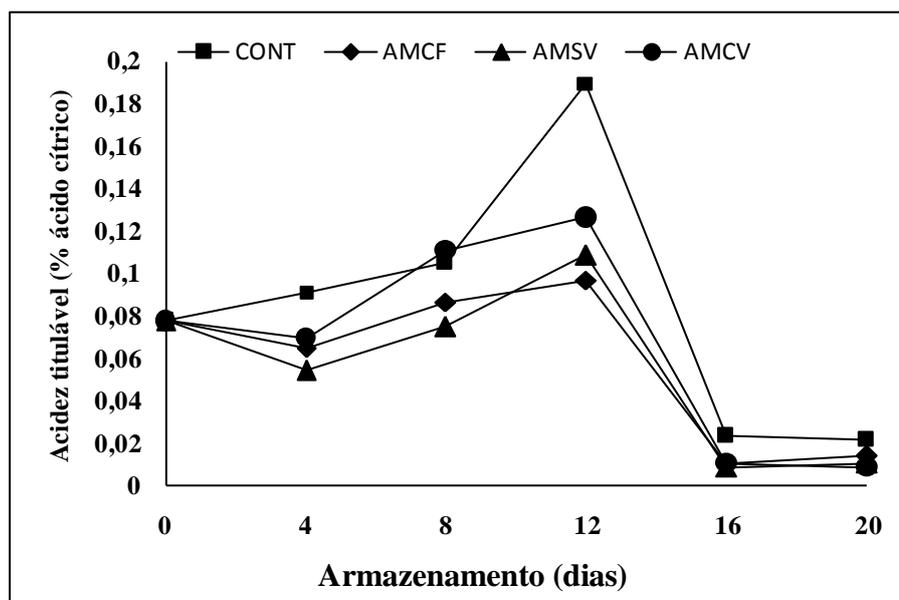


Figura .6 Mudanças na acidez titulável durante os períodos armazenamento a $5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ a ($92 \pm 1\%$ de UR) de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera modificada (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura , AMCF – bandeja com filme PVC, AMSV – saco selado de polietileno de 0,050 mm sem vácuo e com vácuo AMCV).

Segundo RINALDI (2005) a redução significativa na acidez titulável de repolho minimamente processado foi mais acentuada entre o início do armazenamento e o 4º dia, em embalagem de PEBD passiva, a 5°C . A diminuição da acidez em produtos vegetal MP pode ser justificada pelo consumo do próprio vegetal, na tentativa de se manter o estado vital, onde segundo KLUGE et al. (2002), os ácidos orgânicos são encontrados nos vacúolos das células na forma livre e combinados com sais, ésteres e glicosídeos, como fonte importante de energia para os vegetais, durante o armazenamento, quando são oxidados no ciclo de Krebs.

O controle dos processos metabólicos durante o armazenamento resulta na minimização do processo respiratório, mantendo os teores de ácidos orgânicos (lático, butírico, acético, cítrico, ascórbico), evita que os mesmos sejam rapidamente consumidos na respiração ou convertidos em açúcares, manter o ambiente modificado eficiente é o que define a embalagem ideal e o acondicionamento de produtos colhidos com perdas mínimas nos ácidos orgânicos (KAYS, 1997).

Os valores de pH diferiram significativamente entre os tratamentos. As mandiocas MP nas embalagens saco apresentaram o valor de pH mais elevado

independente do vácuo. As embalagens saco selado com e sem vácuo apresentaram os maiores valores de pH (Figura 7), sendo ligeiramente superiores nos sacos selados com vácuo. Estes resultados demonstram relação com os dados da concentração de CO₂ e O₂(Figura 5), na qual estas embalagem proporcionou maior concentração de CO₂ no seu interior, sendo que, no saco selado com vácuo a concentração de CO₂ ficou superior a 5% após as 24hs de armazenamento, o que não foi observado nos demais tratamentos.

Segundo KADER (1986), o aumento do pH em produtos armazenados sob atmosfera modificada pode estar relacionado com a resposta do tecido ao tentar neutralizar a acidez gerada pelo dióxido de carbono, podendo-se observar que nas embalagens de sacos de polietileno ocorreu um aumento da concentração de CO₂. Este aumento pode ter proporcionado, principalmente nos primeiros 6 dias de armazenamento, um nível bem superior de CO₂ ao da atmosférica, uma vez que, segundo MARTH (1998) e IZUMI et al. (1996) atribuem este comportamento de aumento do pH nesses produtos, ao aumento na população de microrganismos durante o armazenamento.

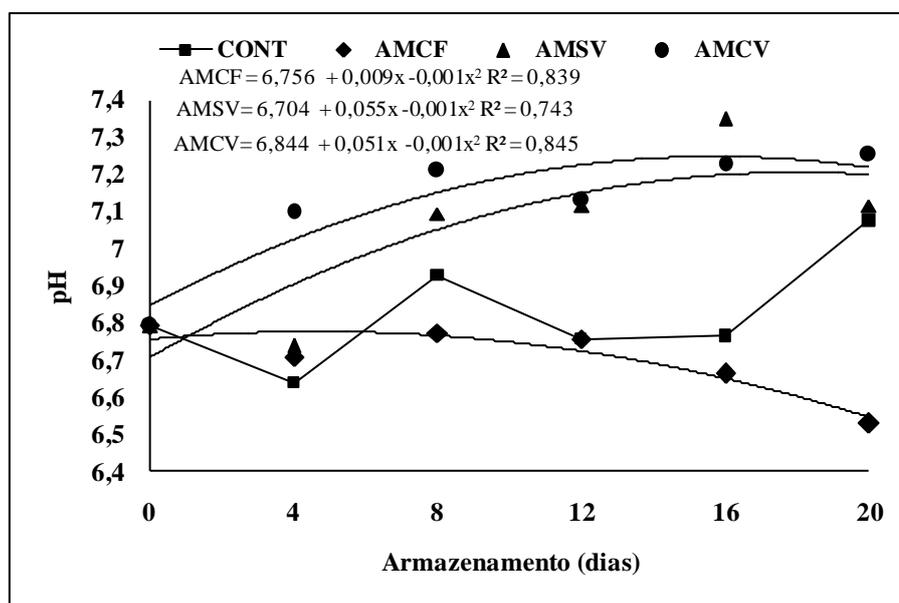


Figura 7. Mudanças no pH durante o armazenamento a $5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ a $(92 \pm 1\%$ de UR) de mandioca de mesa da variedade Pernambucana minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura , AMCF – bandeja com filme PVC, AMSV – saco selado de polietileno de 0,050 mm sem vácuo e com vácuo AMCV).

Ácido Ascórbico. Os toletes apresentaram conteúdo inicial de ácido ascórbico de 32,02 mg. 100g⁻¹ e durante o armazenamento foi observado um aumento no conteúdo de ácido ascórbico nos tratamentos, exceto para o controle (Figura 8).

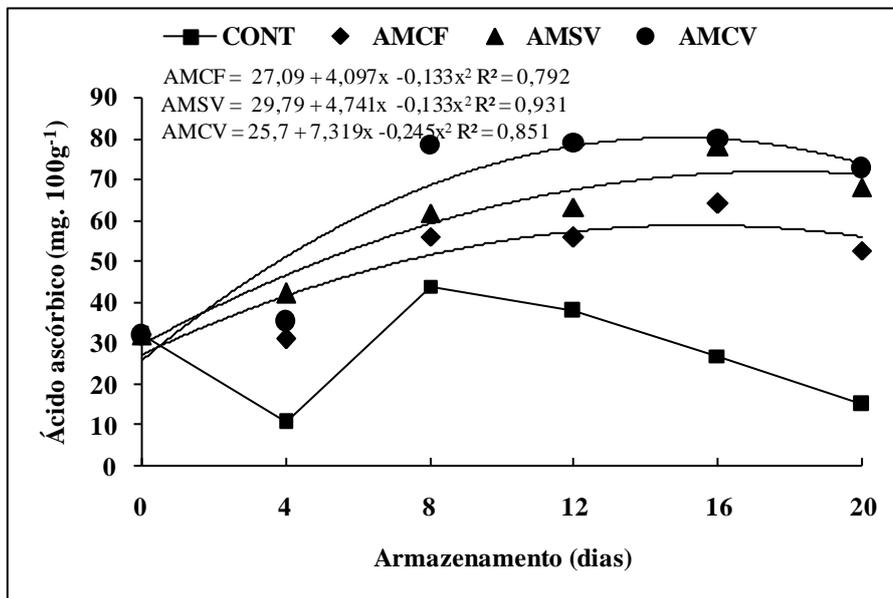


Figura 8. Mudanças no ácido ascórbico (mg.100g⁻¹) durante o armazenamento a 5 ± 0,5°C a (92 ± 1% de UR) de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera modificada (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura , AMCF – bandeja com filme PVC, AMSV – saco selado de polietileno de 0,050 mm sem vácuo e com vácuo AMCV) armazenados durante 20 dias.

O conteúdo de ácido ascórbico geralmente diminui durante o armazenamento de produtos minimamente processados. No entanto, em repolho minimamente processado observou-se um aumento com posterior redução, mas os autores não encontraram referências que explicassem este comportamento. Entretanto, o autor atribui esta variação à acentuada perda de massa do produto no período transcorrido entre a retirada dos mesmos das condições de armazenamento 5°C e comercialização simulada e a análise dessa vitamina, com conseqüente aumento na concentração do ácido ascórbico, ou devido a heterogeneidade das amostras analisadas (RINALDI, 2005).

Amido Foi observado diferença estatística entre os tratamentos, todavia, não houve efeito do armazenamento (Figura 9). Verificou-se que o conteúdo de amido diminuiu nos toletes mantidos sob atmosfera modificada.

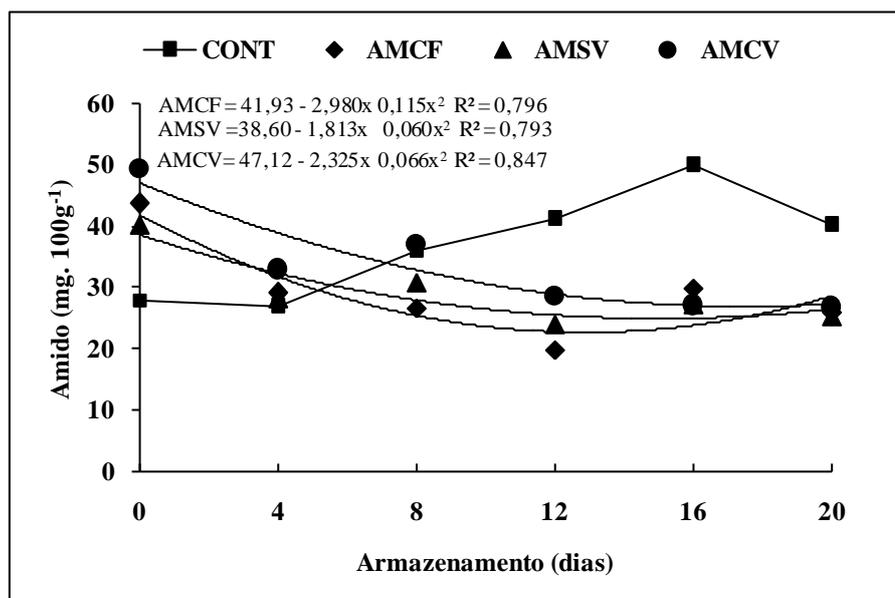


Figura 9. Mudanças no conteúdo de amido ($\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$) durante o armazenamento a $5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ a ($92 \pm 1\%$ de UR) de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura, AMCF – bandeja com filme PVC, AMSV – saco selado de polietileno de 0,050 mm sem vácuo e com vácuo AMCV) armazenados durante 20 dias.

Segundo BEZERRA (2000) raízes frescas de mandioca apresentaram diferenças significativas no teor de amido após 18 dias de armazenamento a temperatura de $8 \pm 0,5^\circ\text{C}$.

BEZERRA et al. (2002) com a cultivar Baianinha submetida a processamento mínimo e branqueamento, armazenada a $8 \pm 0,5^\circ\text{C}$ em embalagens de polietileno de 0,1 mm, apresentou teores de amido reduzidos de 37,08% a 21,34% durante o armazenamento. MAINI e BALAGOPAL (1978) reportaram resultados similares ao estudarem a deterioração pós-colheita de raiz de mandioca e observaram redução rápida no teor de amido e na umidade, e aumento na matéria seca e conteúdo de açúcares.

SARMENTO (1997) estudando raízes de quatro cultivares de mandioca encontrou maiores teores de amido (32,3 a 36,3%) em plantas aos 10 meses após o plantio, durante o período de repouso e menores teores (30,2 a 34,2%) em plantas aos 14 meses do plantio, durante o período vegetativo.

Açúcares redutores. Os açúcares redutores diminuíram acentuadamente durante o armazenamento (Figura 10). Para todos os tratamentos, os açúcares redutores não

diferiram entre si no 4º e 8º período de armazenamento e, posteriormente, também não diferiram no 16º e 20º, sendo que nos últimos dias de armazenamento os açúcares redutores não foram detectados em mandioca MP de nenhum tratamento aplicado.

Inicialmente os teores de açúcares redutores variaram de 2,69 a 1,64 g. 100g⁻¹, até 8º dia de armazenamento e ao final do armazenamento não foi observado.

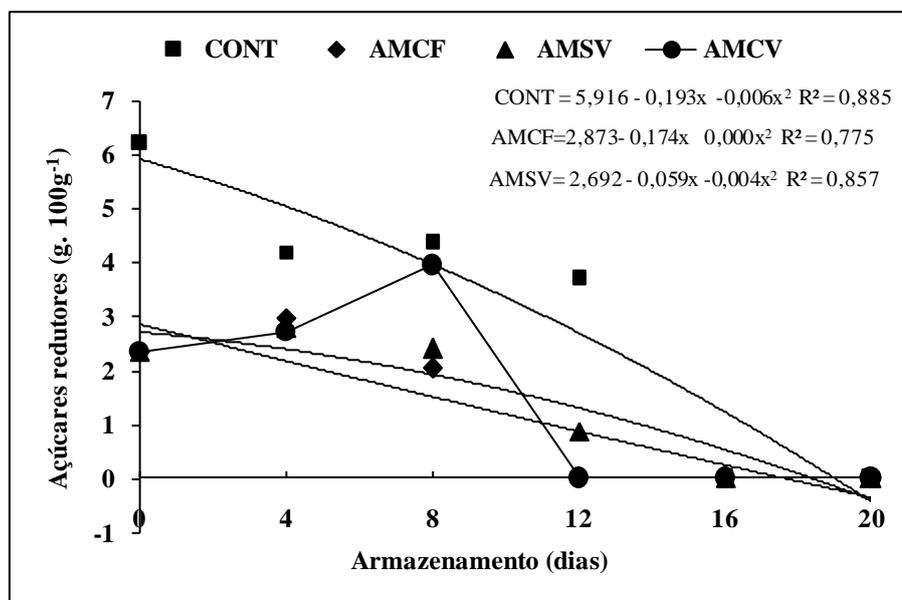


Figura 10. Mudanças no conteúdo de açúcares redutores (g. 100g⁻¹) durante o armazenamento a 5 ± 0,5°C a (92 ± 1% de UR) de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura, AMCF – bandeja com filme PVC, AMSV – saco selado de polietileno de 0,050 mm sem vácuo e com vácuo AMCV) armazenados durante 20 dias.

Açúcares Solúveis Totais. Inicialmente os teores de açúcares solúveis totais variaram de 11,47 a 2,07 g. 100g⁻¹, os toletes do tratamento controle apresentaram os maiores valores até o 12º dia, quando não foram mais observados diferenças nos tratamentos (Figura 11).

BEZERRA et al. (2002) em trabalho realizado com a cultivar Baianinha submetida ao processamento mínimo e branqueamento, detectou interação significativa o conteúdo de açúcares solúveis totais entre os períodos de armazenamento e os tratamentos aplicados, observando-se um aumento nos teores, notadamente com a aplicação do branqueamento.

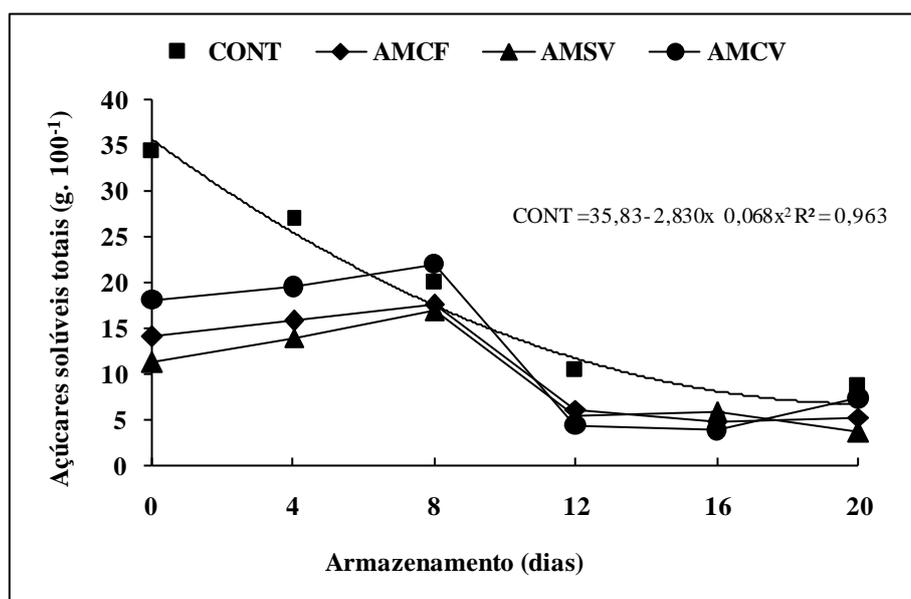


Figura 11. Mudanças no conteúdo de açúcares solúveis totais (g. 100⁻¹) durante o armazenamento a $5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ a $92 \pm 1\%$ de UR de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera modificada (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura, AMCF – bandeja com filme PVC, AMSV – saco selado de polietileno de 0,050 mm sem vácuo e com vácuo AMCV). armazenados durante 20 dias.

O decréscimo nos valores de açúcares totais pode ser devido à decorrente a diminuição nos teores de açúcares redutores resultantes da não interação significativa do amido nos períodos de armazenamento, onde possivelmente o amido foi parcialmente hidrolisado, havendo somente variação no tratamento controle.

Nos períodos de armazenamento os resultados foram significativos para os açúcares redutores, os quais foram notificados variação decrescente dos valores médios o que justifica a necessidade de se utilizar tratamentos específicos que permitam as menores alterações físicas químicas no produto.

Atividade da Polifenoloxidase (PPO). A atividade enzimática da polifenoloxidase diferiu significativamente entre os períodos de armazenamento e os tratamentos aplicados. Os valores médios obtidos nos períodos de armazenamento não apresentaram diferença significativa até 12º dia de armazenamento. Para mandioca minimamente processada nas embalagens saco com vácuo e sem vácuo, foram verificadas diferença no 16º dia de avaliação, observou-se que a atividade enzimática da

PPO diminuiu em relação aos demais períodos (Figura 12). A polifenoloxidase é responsável por alterações na cor, pelas formações das estrias azuis.

Os valores médios da atividade da PPO obtidos para mandioca minimamente processada variaram de 33,75 a 44,31 UAE. g⁻¹. minuto⁻¹ durante o armazenamento para os tratamentos empregados. Entretanto, valores de atividade da PPO foram inferiores aos reportados por (BEZERRA et al., 2002) em mandiocas minimamente processadas submetidas ao branqueamento, nas quais a atividade da PPO variou de 34,73 a 91,98 UAE. g⁻¹. minuto⁻¹, sendo o escurecimento das raízes controlado efetivamente até o 15º dia de armazenamento pelo branqueamento. Os tratamentos CONT e AMCF obtiveram elevação na atividade enzimática a partir do 8º dia de armazenamento em decorrência do pH 6,0 a 7,0 apresentar condições propícias a atividade enzimática, no entanto o mesmo não ocorreu aos tratamentos AMSV e AMCV, o que pode ser justificado pela permeabilidade da embalagem e a presença do oxigênio na atividade da polifenoloxidase.

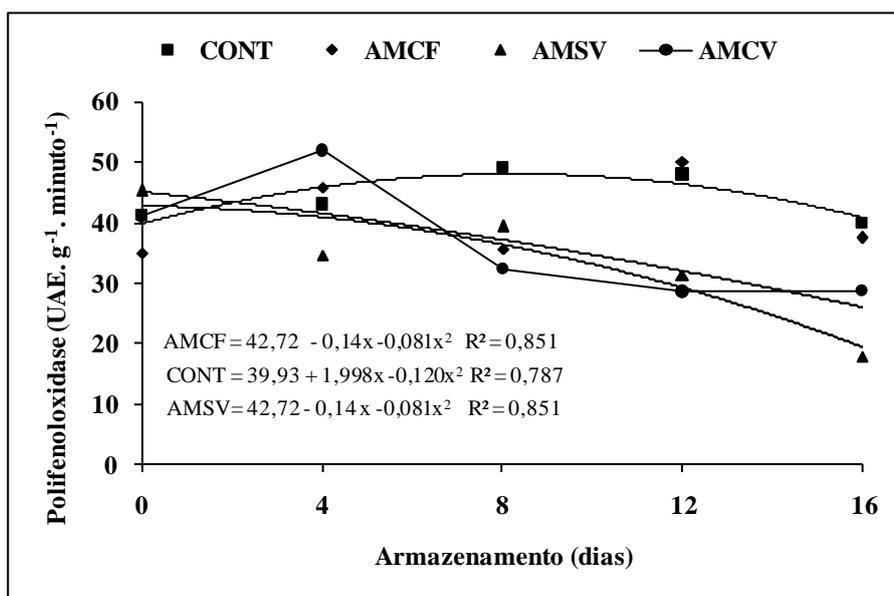


Figura 12. Atividade da enzima polifenoloxidase durante o armazenamento a $5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ a ($92 \pm 1\%$ de UR) de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura, AMCF – bandeja com filme PVC, AMSV – saco selado de polietileno de 0,050 mm sem vácuo e com vácuo AMCV) armazenados durante 20 dias.

Segundo RINALDI (2005), a atividade da polifenoloxidase apresentou valor inicial de 60 UAE $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$ em base fresca (MF). Até o 4º dia de armazenamento o repolho minimamente processado de todos os tratamentos apresentou aumento significativo, paralelo a maior diminuição na luminosidade e maior incremento no escurecimento, sendo este menos acentuado quando mantido em atmosfera modificada passiva em embalagem de PEBD e PVC a 5°C. Após o 4º dia de armazenamento os valores oscilaram entre 31,15 UAE $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$ MF (PVC em comercialização simulada no 14º dia) e 314,40 UAE $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$ MF (PEBD ativa em comercialização simulada no 7º dia).

Outro fator importante para a atividade das enzimas é o pH do produto. De acordo com ARAÚJO (1999), o pH ótimo de atuação da polifenoloxidase varia com a fonte da enzima e a natureza do substrato. Na maioria dos casos, o pH ótimo de atuação encontra-se na faixa entre 6,0 e 7,0, sendo a enzima inativada em pH 4,0 ou abaixo.

Portanto, como base no pH da mandioca minimamente processada (MP) neste trabalho pode-se observar (Figura 7), que o pH pode ter sido o fator determinante para a atividade e variabilidade da PPO, uma vez que durante praticamente todo período de armazenamento o pH do produto encontrava-se na faixa ótima para atividade dessa enzima.

Atividade da Peroxidase A atividade da enzima peroxidase diferiu significativamente durante o armazenamento. Os valores de atividade enzimática da peroxidase variaram inicialmente de 61,44 a 49,79 UAE $\text{g}^{-1} \cdot \text{minuto}^{-1}$, inferiores aos obtidos por (BEZERRA et al., 2002), os quais variaram de 49,89 a 105,97 UAE $\text{g}^{-1} \cdot \text{minuto}^{-1}$ em mandioca minimamente processada e branqueada. No início do armazenamento obteve-se o maior valor de atividade enzimática e no decorrer do armazenamento estes valores foram variando apresentando comportamento não linear. Os valores médios obtidos entre os tratamentos da atividade da peroxidase não apresentaram valores significativos.

Analisando-se os dados obtidos de ácido ascórbico, luminosidade e incremento no escurecimento, pode-se observar que a maior atividade enzimática para a peroxidase ocorreu no dia do processamento e no final do armazenamento, o qual está de acordo com o maior incremento no escurecimento, para a mandioca MP armazenada em embalagem CONT e AMCF, no 16º dia de armazenamento, o valor de incremento de

escurecimento foi de 9,88 para o AMCF. No 12º dia de armazenamento a atividade enzimática apresentou uma elevação na sua atividade para AMCV, AMSV E AMCF, os quais estavam na faixa de Ph 6,7 a 7,0. Segundo Araújo (1999) o pH ótimo para a atividade da enzima peroxidase varia de 3,0 a 7,0 (Figura 13).

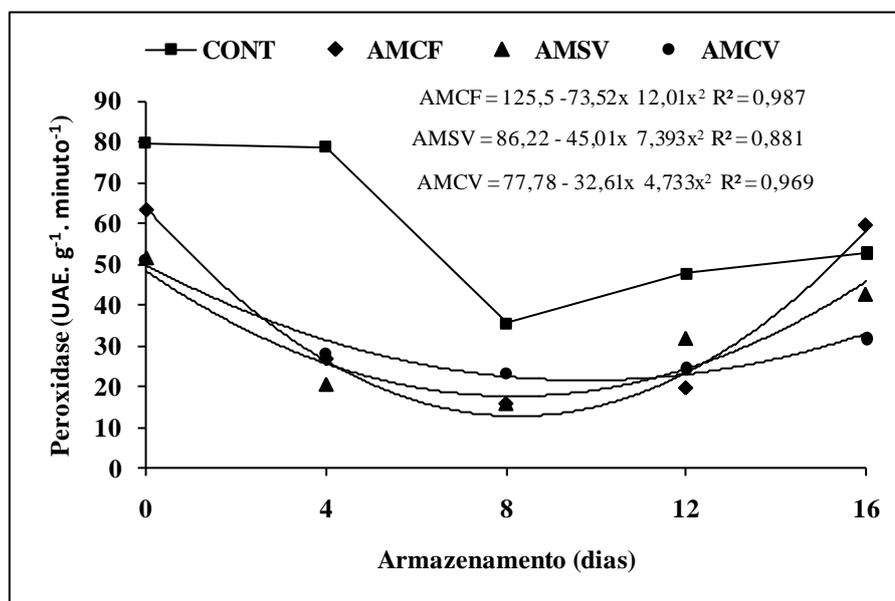


Figura 13. Atividade enzimática da enzima peroxidase em mandioca minimamente processada durante o armazenamento a $5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ a ($92 \pm 1\%$ de UR) de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera modificada (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura , AMCF – bandeja com filme PVC, AMSV – saco selado de polietileno de 0,050 mm sem vácuo e com vácuo AMCV) armazenados durante 20 dias.

Incremento de escurecimento (IE) Mandiocas MP embaladas em AMCV e AMCV apresentaram grau de escurecimento de 3,56 e 2,89 respectivamente até 16º dia de armazenamento, apresentando aspectos visual aceitável para comercialização em relação a coloração. Já a embalagem AMCF apresentou incremento de escurecimento 4,02 no 8º dia de armazenamento (4 – foi utilizado como limiar da percepção visual para a mandioca de mesa ‘Pernambucana’), com 12 dias de armazenamento o tratamento PVC com filme (IE = 9,88), estando sem condições de comercialização e consumo, mostrando que as embalagens saco com vácuo e sem vácuo foram mais efetivas em manter a coloração da mandioca. O escurecimento pode estar relacionado com a maior concentração de oxigênio no interior das embalagens neste período, sendo

que a presença deste gás é necessária para a atividade das enzimas polifenol causadora do escurecimento em produtos vegetais, por ser o substrato para as mesmas. (Figura 14).

Segundo SILVA et al., (2003) em mandioca minimamente processada armazenada em embalagens de sacos plásticos de poliolefina com e sem vácuo foi obtido grau de escurecimento em torno de 5 (limiar da percepção visual) a partir do sexto dia de armazenamento a 25°C, quando os produtos foram descartados por apresentarem alto grau de escurecimento, aparência estufada e com exsudação de líquidos. Contudo, as raízes acondicionadas no mesmo tipo de embalagem e armazenadas a 10°C permaneceram aceitáveis até o décimo segundo dia, pois, as mesmas não excederam o grau de escurecimento de 3,5.

Em repolho minimamente processado, o incremento de escurecimento foi superior ao limiar de percepção visual (4,0) mantidos em embalagem de PEBD ativa a 5°C até o 14º dia de armazenamento (RINALDI, 2005), portanto o valor do incremento referente ao limiar de percepção visual deve ser previamente estabelecido para cada fruto ou hortaliça avaliada.

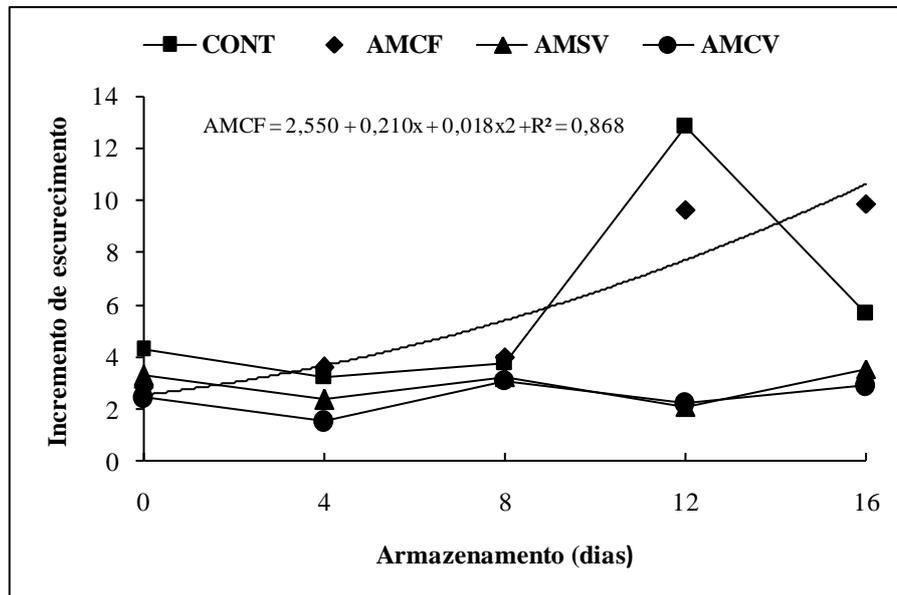


Figura 14. Incremento no escurecimento em mandioca minimamente processada durante o armazenamento a 5 ± 0,5°C a (92 ± 1% de UR) de mandioca de mesa da variedade 'Pernambucana' minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera modificada (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura , AMCF

– bandeja com filme PVC, AMSV – saco selado de polietileno de 0,050 mm sem vácuo e com vácuo AMCV) armazenados durante 20

Coloração L*, C* e H*

Coloração L* - os períodos de armazenamento diferiram entre tratamentos no oitavo e 16º dias de armazenamento. Os valores médios de luminosidade diferiram significativamente entre os tratamentos durante o armazenamento (Figura 15). A luminosidade variou durante o armazenamento de 73,5 a 81,44. O valor de L* para o tratamento CONT e AMCF não diferiram entre si, já as diferindo dos tratamentos AMSV e AMCV, estes que obtiveram os maiores valores para L* do que mandioca MP, mostrando serem mais eficientes na manutenção da coloração e, conseqüentemente, da aparência do produto. Os tratamentos AMSV e AMCV obtiveram os maiores valores de L* e menor escurecimento.

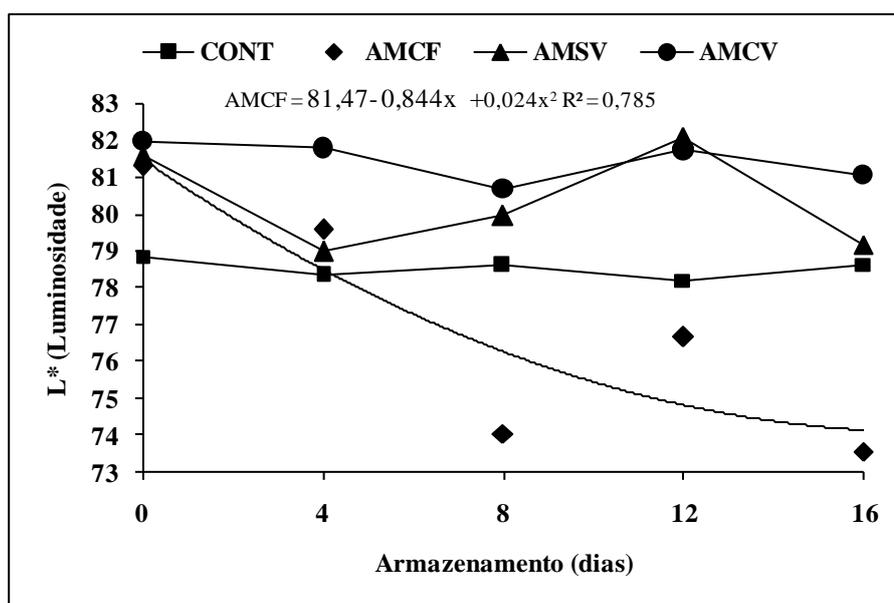


Figura 15. Evolução da cor determinada através do parâmetro L* durante o armazenamento a $5 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ a ($92 \pm 1\%$ de UR) de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura, AMCF – bandeja com filme PVC, AMSV – saco selado de polietileno de 0,050 mm sem vácuo e com vácuo AMCV).

Coloração C* -. os valores médios referente à variável C* diferiram significativamente entre tratamentos durante o armazenamento. A diferença entre os tratamentos foi observada nos primeiros quatro dias e aos 12º dia de armazenamento (Figura 16). O aumento significativo de C* para os tratamentos CONT e AMCF em relação aos demais tratamentos, representa o desenvolvimento da vividez da cor expressa objetivamente pelo equipamento, o que observado pela vividez da cor amarela nos tratamentos CONT e AMCF. Os tratamentos AMSV e AMCV, os quais, por sua vez, não diferiram entre si.

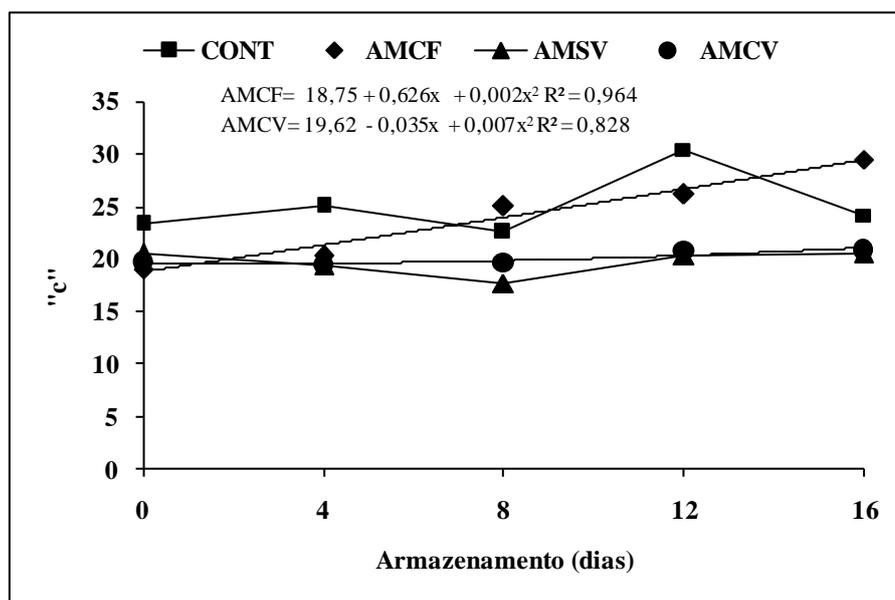


Figura 16. Evolução da cor determinada através do parâmetro C* durante o armazenamento a $5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ a ($92 \pm 1\%$ de UR) de mandioca de mesa da variedade Pernambucana minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera modificada (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura , AMCF – bandeja com filme PVC, AMSV – saco selado de polietileno de 0,050 mm sem vácuo e com vácuo AMCV).

Coloração H* - os valores referentes a coloração H*, diferiram durante os períodos e os tratamentos. O tratamento CONT obteve os menores valores de H* seguido por AMCF o que indica o aumento da intensidade da coloração amarelo claro (Figura 17). Os tratamentos AMSV e AMCV apresentaram os valores de H* mais elevados em relação aos tratamentos CONT e AMCF.

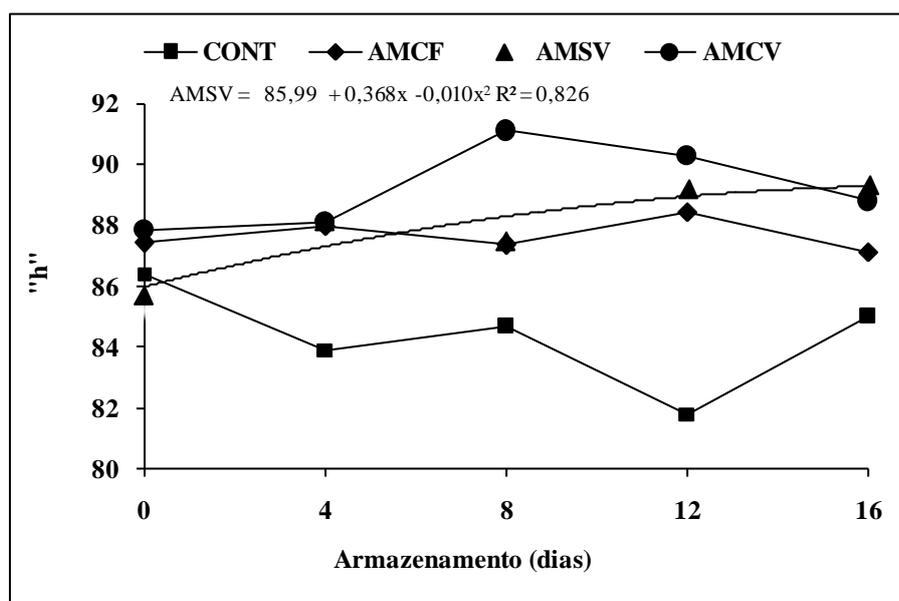


Figura 17. Evolução da cor determinada através do parâmetro H^* durante o armazenamento a $5 \pm 0,5^\circ\text{C}$ a ($92 \pm 1\%$ de UR) de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura, AMCF – bandeja com filme PVC, AMSV – saco selado de polietileno de 0,050 mm sem vácuo e com vácuo AMCV).

Avaliações microbiológicas Em relação às análises de coliformes totais e fecais, obteve-se contagem de coliformes totais equivalentes ao primeiro dia de processamento valores $<3,0 \text{ NMP. g}^{-1}$, onde todas as séries de 9 tubos contendo caldo Lauril Sulfato Triptose (LST) nas diluições 0,1, 0,01 e 0,001 não apresentaram formação de gás para os tratamentos bandeja PET com e sem filme de PVC e saco de polietileno com e sem vácuo, quando encubados em estufas de circulação de ar forçado por 48 horas.

O tratamento bandeja sem filme (controle) obteve valores $<3,0 \text{ NMP. g}^{-1}$ apresentando todos os tubos negativos, não sendo repicados para os tubos com meios de cultura para coliformes totais e fecais. O tratamento bandeja com filme obteve valores de $4,6 \times 10^2 \text{ NMP. g}^{-1}$ para os tubos com LST e $1,5 \times 10^1 \text{ NMP. g}^{-1}$ para tubos com VB para coliformes totais e $<3,0 \text{ NMP. g}^{-1}$ para coliformes fecais, onde as séries de nove tubos contendo o meio de cultura (EC), não apresentaram a formação de gás quando incubados em banho-maria por 24 horas a 45°C . O tratamento saco sem vácuo obteve $2,4 \times 10^2 \text{ NMP. g}^{-1}$ para o LST, $2,3 \times 10^1 \text{ NMP. g}^{-1}$ para o VB. O tratamento saco com

vácuo obteve $1,1 \times 10^3$ NMP. g^{-1} para LST e $<3,0$ NMP. g^{-1} VB. Todos os tratamentos obtiveram valores $<3,0$ NMP. g^{-1} para EC (Tabela 2).

Na terceira análise realizada no 16º dia de armazenamento, o tratamento bandeja sem filme (controle) obteve $<2,3 \times 10^1$ NMP. g^{-1} para o LST e $<3,0$ NMP. g^{-1} para VB e EC. O tratamento bandeja com filme obteve valores de $1,1 \times 10^3$ NMP/g para os tubos com LST e $1,1 \times 10^3$ NMP. g^{-1} coliformes totais e $<3,0$ NMP. g^{-1} para coliformes fecais, onde as séries de nove tubos contendo o meio de cultura (EC), não apresentaram a formação de gás quando incubados a 24 horas a 45°C. O tratamento saco sem vácuo obteve $1,1 \times 10^3$ NMP. g^{-1} para o LST, $2,1 \times 10^2$ NMP. g^{-1} para o VB. O tratamento saco com vácuo obteve $1,1 \times 10^3$ NMP. g^{-1} para LST e $1,1 \times 10^3$ NMP. g^{-1} para VB. Todos os tratamentos obtiveram valores $<3,0$ NMP. g^{-1} para EC.

Tabela 2. Contagem de coliformes totais e termotolerantes durante o armazenamento a $5 \pm 0,5$ °C a ($92 \pm 1\%$ de UR) de mandioca de mesa da variedade ‘Pernambucana’ minimamente processada sob diferentes sistemas de atmosfera modificada (CONT bandeja sem filme PVC 0,012 mm de espessura, AMCF – bandeja com filme PVC, AMSV – saco selado de polietileno de 0,050 mm sem vácuo e com vácuo AMCV) armazenados durante 20 dias.

	Coliformes totais (NMP. g^{-1})			Coliformes a 45°C (NMP. g^{-1})		
	Dias de armazenamento			Dias de armazenamento		
Tratamentos	0	8	16	0	8	16
CONT	$< 3,0$	$< 3,0$	$< 3,0$	$< 3,0$	$< 3,0$	$< 3,0$
Filme PVC	$< 3,0$	$1,5 \times 10^1$	$1,1 \times 10^3$	$< 3,0$	$< 3,0$	$< 3,0$
PEBD selado	$< 3,0$	$2,3 \times 10^1$	$2,1 \times 10^2$	$< 3,0$	$< 3,0$	$< 3,0$
PEBD vácuo	$< 3,0$	$< 3,0$	$1,1 \times 10^3$	$< 3,0$	$< 3,0$	$< 3,0$

A RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001) não estabelece um padrão microbiológico para produtos minimamente processados, fixando, somente, os valores máximos permitidos 2×10^2 NMP. g^{-1} para coliformes a 45°C.

Neste caso, as discussões dos resultados terão como base a definição do grupo 3 (raízes, tubérculos e similares) da referida resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), item “a” que define as hortaliças como frescas “in natura”, preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas) sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto.

Contagens elevadas de coliformes totais em produtos frescos cortados não indicam necessariamente baixa qualidade do produto, ou mesmo precárias condições sanitárias (IFPA, 1997). Contudo, a presença de coliformes termotolerantes geralmente implica a presença de *E. coli*, que indica contaminação de origem fecal, comprometendo a inocuidade do produto.

CONCLUSÕES

Mandioca de mesa minimamente processada em embalagem de polietileno de 0,050 mm apresentou aumento da vida útil em quatro dias quando mantidas a 5 °C.

As embalagens de polietileno de 0,050 mm com vácuo minimizou o escurecimento dos toletes de mandioca minimamente processada, mantendo o produto comercializável durante 12 dias quando mantida a 5 °C.

Os maiores valores de L* durante o armazenamento de produto minimamente processado embalado em polietileno de 0,050 mm com e sem vácuo foram provavelmente devido a menor concentração de oxigênio presentes no interior das embalagens.

Quanto à determinação da atividade enzimática da polifenoloxidase e da peroxidase, pode-se concluir que a mandioca minimamente processada e armazenada na embalagem de polietileno sem vácuo e com vácuo e armazenamento a 5°C por 12 dias apresentando as menores atividades.

O processamento mínimo de mandioca de mesa ‘Pernambucana’ embaladas em embalagens de polietileno com e sem vácuo e armazenamento a 5°C é uma alternativa viável de agregação de valor e de prolongar a vida útil.

A mandioca de mesa minimamente processada apresentou condições sanitárias satisfatórias, com ausência nos resultados analíticos para coliformes a 45°C, conforme especificado na Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001.

PERPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS

Outros estudos devem ser realizados buscando avaliar o desempenho de seleções de cultivares e período de colheita a partir do plantio para a obtenção de produto minimamente processado, uma vez que estes fatores podem influenciar diretamente no teor de amido, presença de compostos cianogênicos, tempo de cocção e qualidade da massa formada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELES, F. B.; MORGAN, P. W.; SALTVEIT, M. E. *Ethylene in plant biology*. 2 ed. San Diego: Academic Press, 1992. 414 p.
- AHVENAINEN, R. New Approaches in Improving the Shelf Life of Minimally Processed Fruit and Vegetables. *Trends in Food Science & Technology*, v. 7, n. 6, p. 179-187, 1996.
- ALBUQUERQUE, T. T. O.; MIRANDA, L. C. G.; SALIM, J. ; TELLES, F. F. F.; QUIRINO, J. G. Composição centesimal da raiz de 10 variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cultivadas em Minas Gerais. *Revista Brasileira da Mandioca*, v.12, n. 1, p.7-12, 1993.
- ALVES, A; CANSIAN, R. L; STUART, G; VALDUGA, E. Alterações na qualidade de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) minimamente processada. *Ciência Agrotécnica*, Lavras, v. 29 n 2, p. 330-337, 2005.
- ARAÚJO, J. M. A. *Química de alimentos: teoria e prática*. 2. ed. Viçosa: UFV, 1999.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 16. ed. Arlington, Virginia, 1997.
- BARROS, J. C. da S. M. de, GOES, A. de, MINAMI, K. Condições de conservação pós-colheita de frutos de pimentão (*Capsicum annum* L.). *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 51, n. 2, p. 363-368, 1994.
- BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. Fundamentos de tecnologia de alimentos. São Paulo, Ateneu, 1998. 317p.
- BEZERRA, V. S. *Alterações na composição química e cocção de raízes de mandioca (Manihot esculenta Crantz) minimamente processadas*. Lavras, 2000. f ? (Dissertação mestrado) Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.
- BEZERRA, V. S; PEREIRA, R. G. F. A; CARVALHO; V. D; VILELA, E. R. Raízes de mandioca minimamente processada: efeito do branqueamento na qualidade e conservação. *Ciência. Agrotécnica*. Lavras, v. 26, n 3, p. 564-567, 2002.
- BOLHUIS, G.G. The toxicity of cassava roots. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, Wageningen, v. 2, n. 3, p. 176-185, 1954.
- BORGES, M. F; FUKUDA; W. M. G; ROSSETTI, A. G. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n.11, p. 1559-1565, 2002.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 12, de 02 de janeiro de 2001**. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: < http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm >. Acessado em: 02 de janeiro de 2009.

BRADBURY, J. H.; EGAN, S. V.; LYNCH. Analysis of cyanide in cassava using acid hydrolysis of cyanogenic glucosides. *Journal Science Food Agriculture*, v.55, p. 277-290, 1991.

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

BREMNER, J. M.; EDWARDS, A. P. Determination and isotope ratio analysis of different forms of nitrogen in soils: I-Apparatus and procedure for distillation and determination of ammonium. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* V.29, p. 504-582, 1965.

BRUNO, L. M.; QUEIROZ, A. A. M.; ANDRADE, A. P. C.; VASCONCELOS, N. M.; BORGES, M. F. Avaliação microbiológica de hortaliças e frutas minimamente processadas comercializadas em Fortaleza (CE). B. CEPPA, Curitiba, v.23, n.1, p.75-84, 2005.

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

CAGNON, J. R.; CEREDA, M. P.; PANTAROTTO, S. In: Cd-rom. Série: Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas. v. 2 – Cultura de tuberosas amiláceas latino americanas. Fundação Cargill, São Paulo, Brasil, Ago/2002.

CALBO, A. G. 'Facili': uma adaptação eudimétrica para medir CO₂ e O₂ de microamostras de atmosferas modificadas e controladas. Disponível em: http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos_colheita/faciliti.htm . Acesso em: 01 dez. 2008

CALBO, A. G. 'Facili': uma adaptação eudimétrica para medição de componentes gasosos de microamostras da atmosfera interna de tecidos vegetais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 6., 1997, Belém. **Resumos...** Belém: SBFV, 1997. p. 218.

CALBO, A.G.; MORETTI, C.L.; HENZ, G.P. Uso do equipamento 'Facili' para medições da atmosfera interna de frutas e hortaliças. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 7p. (Embrapa Hortaliças. Comunicado Técnico, 48).

CARVALHO, P. C. L. et al. Avaliação agrônômica e tecnológica de cultivares de mandioca para consumo in natura. *Revista Brasileira de Mandioca*, Cruz das Almas, v. 14, p. 715, 1995.

CANTWELL, M. The dynamic fresh-cut sector of the horticultural industry. **In:** ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2. 2000, Viçosa. Palestras... Viçosa: UFV, 2000b. p.147-155.

CEREDA, M. P. Desafios do processamento mínimo de mandioca. **In:** ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2 . 2000, Viçosa. Palestras: UFV, 2000. p. 140-146.

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

CLEMENTE, E.; PASTORE, G. M. Peroxidase and polyphenoloxidase the importance for food technology. *Ciência Tecnologia de Alimentos*. v. 32, p. 167-171, 1998.

COSTA, M. G. S. *Parâmetros para elaboração de mandioca pronta para consumo armazenada sob refrigeração* Campinas, 2005. f 71. (Tese Doutorado). Faculdade de Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

DELAQUIS, P.J. et al. Implications of wash water chlorination and temperature for the microbiological and sensory properties of fresh-cut iceberg lettuce. *Postharvest Biology and Technology*, v.31, p.81-91, 2004.

DELIZA, R. Importância da qualidade sensorial em produtos minimamente processados. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2. 2000, Viçosa. **Palestras:**. UFV, 2000. p.140-146.

DURIGAN, J. F.; SARZI, B. Processamento mínimo de frutas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 5., 2002, Fraiburgo. **Anais.....**Fraiburgo: Epagri, 2002. P. 11-18.

DUTCOSKY, S. D. *Análise sensorial de alimentos* Curitiba: Editora Universitária Champagnat, 1996, 124 p.

EMPRESA ESTADUAL DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DA PARAÍBA S.A-EMEPA. Mandioca- forma racional de uso alimentação animal. (Folheto informativo), 2006.

FARES, A. C. B., NANTES, J. F. D. Transações Comerciais entre a indústria de vegetais minimamente processados e o setor varejista. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRI-FOOD CHAIN/NETWORKS ECONOMICS A MANAGEMENT, 3., 2001, Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 2001. Disponível em:>(http://www.fearp.usp.br/egna/resumos/Fares.pdf>. Acesso em: 14 set. 2004.

FAVARO, S. P. *Composição química e estrutura de paredes celulares de variedades de mandioca (Manihot esculenta Crantz) com tempos de cocção diferentes*. Londrina, 2003. f 132. (Tese doutorado). Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Paraná.

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

FENIMAN, C. M. *Caracterização de raízes de mandioca (Manihot esculenta Crantz) do cultivar IAC 576-70 quanto à cocção composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita*. Piracicaba, 2004. f 99. (Dissertação mestrado). Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo.

FERRARI, C. C. *Estudo da transferência de massa e qualidade do melão desidratado osmoticamente em soluções de sacarose e maltose*. Campinas, 2005. f 98. (Dissertação mestrado) Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

FONTES, L. C .B.. *Uso de solução conservadora e de películas comestíveis em maçãs da cultivar Royal Gala minimamente processada: efeito na fisiologia e na conservação*. Piracicaba, 2005. f. 132. (Dissertação mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

FUKUDA, W. M. G.; BORGES, M. F. Avaliação qualitativa de mandioca de mesa. *Revista Brasileira de Mandioca*, Cruz das Almas, v.7, n. 1, p. 63-71, 1988.

GERALDINE, R. M.; SOARES, N. F.; PUSCHMANN, R.; CHAVES, A. R. M. Uso de filmes plásticos na estabilidade de alho minimamente processado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTO, 17., 2000, Fortaleza-CE. *Anais...* Fortaleza: [s.n.], 2000. v. 1, p. 1-2.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A.; GARDEA, A. A.; CUMAEA-NAVARRO, F. Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados, Editora Logiprint Digital, Guadalajara, México, 2005.

GUSMÃO, L. L.; MENDES NETO, J. A.; SILVA, M. N. Avaliação participativa de sete variedades de macaxeira em São Luís - MA. *Revista da FZVA* Uruguaina, v.13, n.2, p. 1-9, 2006.

HERNANDEZ, E. S. M.; GUILLEN, J. C. Composición química de seis variedades de yuca *Manihot esculenta* Crantz em distintas etapas de desarrollo. *Agricultura Técnica en México*, Mexico, v. 10, n. 1, p.3-15, 1984.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Métodos físico-químicos para análise de alimento*. Brasília: Instituto Adolfo Lutz, IV ed., 2005.

IZUMI, H.; WATADA, A.E.; DOUGLAS, W. Low oxygen atmospheres affect storage quality of zucchini squash slices treated with calcium. *Journal of Food Science*, v. 61, n. 2, p. 317-321, 1996.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.sidra.gov.br/bda/tabela/>. Acesso em 20 Abril 2009.

JOHNSON, C. M.; ULRICH, A. *Analytical methods for use in plant analysis*, Bull. 766, Calif. Agr. Expt. Sta. p. 25-78,1959.

KADER, A. A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technology*, v.40, n. 5, p. 99-104, 1986.

KAYS, S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: AVI Book, 1997. 532p.

KIM, J. G.; YOUSEF, E.; DAVE, S. Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: a review. *Journal of Food Protection*, v. 62, n. 9, p. 1071-1087, 1999.

KING, A. D.; BOLIN, H. R. Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. IN: OVERVIEW OUTSTANDING SYMPOSIA IN FOOD SCIENCE & TECHNOLOGY, 1988, New Orleans. **Anais...** Chicago, Institute of Food Technologists, 1989. p.132-135.

KLUGE, A. R.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. *Fisiologia e Manejo Pós-Colheita de Frutas de Clima Temperado*. 2 ed. Editora Rural: Campinas, 2002. 214p.

LEONEL, M.; CEREDA, M. P. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 22, n. 1, p. 65-69, Campinas, 2002.

LIMA, L. C. O. Processamento mínimo de kiwi e mamão. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2. 2000, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2000b. p.95-109.

LORENZI, J. O.; RAMOS, M. T. B.; MONTEIRO, D. A.; VALLE, T. L.; GODOY JÚNIOR, G. Teor de ácido cianídrico em variedades de mandioca cultivadas em quintais do Estado de São Paulo. *Bragantia*, Campinas, v. 52, n. 1, p. 1-5, 1993.

LORENZI, J. O. Variação na qualidade culinária das raízes de mandioca. *Bragantia*, Campinas, v. 53, n. 2, p. 237-245, 1994.

LORENZI, JOSÉ OSMAR. *Mandioca*. 1a ed. Campinas, CATI, 2003. 116p. 21cm (Boletim Técnico, 245).

LUND, D. G, PETRINI, L. A; ALEIXO, J. A. G; ROMBALDI, C. V. Uso de sanitizantes na redução da carga microbiana de mandioca minimamente processada. *Ciência Rural*, v 35, n 6, 2005.

LUND, D. G. et al. **Qualidade microbiológica de mandioca minimamente processada**. Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2004.

MAGUIRE, K. M.; BANKS, N. H.; OPARA, L. U. **Factors affecting weight loss of apples**. Hort. Ver. v. 25, p. 197-234, 2001.

MAINI, S. B.; BALAGOPAL, C. Biochemical changes during post-harvest deterioration of cassava. *Journal of Root Crops*, Trivandrum, v. 4, n. 1, p. 31-33, 1978.

MARIATH, M. M. R. *Avaliação química e biológica da toxidez de duas espécies de mandioca (Manihot utilíssima Pohl e Manihot esculenta Crantz), após secagem*. João Pessoa, 1987. fls. (Dissertação mestrado). Faculdade de Ciência e Tecnologia de Alimentos Universidade Federal da Paraíba.

MARTH, E. H. Extended shelf life refrigerated foods: microbiological quality and safety. *Food Technology*, v.52, p.57-62, 1998.

MATIAS, E. C. **Cultura da (Manihot esculenta Crantz)**. Disponível em:<<http://emepa.org.br/mandioca.php>>. Acesso em: 12. Jun. 2007.

MATSUNO, H., URITANI, I. Physiological behavior of peroxidase isozymes in sweet potato root tissue injured by cutting or with black rot. *Plant and Cell Physiology*, Tokio, v. 13, p. 1091-1101, 1972.

MEZETTE, T. F. *Seleção de variedade de mandioca de mesa (Manihot esculenta Crantz) com altos teores de carotenóides e vitamina A*. Campinas, 2007. f 60 (Dissertação mestrado). Instituto Agrônomo. Agricultura Tropical e Subtropical, São Paulo.

NAGATO, L. A. F.; RODAS, M. A. B.; DELLA TORRE, J. C. M.; CANO, C. B.; BARSOTTI, R. C. F.; YOTSUYANAGI, K. Parâmetros físicos químicos e aceitabilidade sensorial de sucos de frutas integrais, maracujá e uva, de diferentes marcas comerciais Brasileiras. *Brazilian Journal of Food Technology*. V. 6, n.1, p. 127-136. 2003.

NOBEL, S. P. *Plant physiology physicochemical & environmental*. San Diego, Academic Press. 1999, 2ed. 474p.

NORMANHA, E. S. O mau cozimento dos aipins: uma hipótese. *O Agrônomo*, Campinas, v. 40, n. 1, p. 13-14, 1988.

OLIVEIRA, M. A. de et al. Efeito da sanitização e de agente antioxidante em raízes de mandioca minimamente processadas. *Brazilian Journal of Food Technology*, v.6, p.339-344, 2003.

OLIVEIRA, M. A.; LEONEL, m.; CABELLO, C.; CEREDA, M. P.; JANES, D. A. Metodologia para avaliação do tempo de cozimento e características tecnológicas associadas em diferentes cultivar de mandioca. *Ciência Agrotécnica*, Lavras, v.29, n.1. p. 126-133. 2005.

PARK, D. L.; RUA Jr., S.M.; ACKER, R. F. Direct application of a new hypochlorite sanitizer of reducing bacterial contamination on foods. *Journal of Food Protection*, Des Moines, v.54, n.12, p.960-965, 1991.

PEREIRA, A. S.; LORENZI, J. O.; VALLE, T. L. Avaliação do tempo de cozimento e padrão de massa cozida em mandiocas de mesa. *Revista Brasileira de Mandioca*, Cruz das Almas, v.4, n. 1, p. 27-32, 1985.

PIROVANI, M.E.; PIAGENTINI, A.M.; GOMES, D.R.; DI PENTIMA, H.J. Quality of minimally processed lettuce as influenced by packaging and chemical treatment. *Journal of Food Quality*, v. 21, n. 6, p. 475-484, 1998.

PRATA, F. C. *Principais culturas do Nordeste*. 2. ed. Mossoró-RN: editora: Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1983. V.2, 215p.

RIMOLDI, F.; VIDIGAL FILHO, P. S.; VIDIGAL, M. C. G.; CLEMENTE, E.; PEQUENO, M. G.; MIRANDA, L.; KVITSCHAL, M. V. Produtividade, composição química e tempo de cozimento de cultivares de mandioca-de-mesa coletadas no Estado do Paraná. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá v.28, n.1, p.63-69, 2006.

RINALDI, M. M.; BENEDETTI, B. C.; CALORE, L. Efeito da embalagem e temperatura de armazenamento em repolho minimamente processado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. v. 25, n3, Campinas, 2005.

RINALDI, M. M. *Conservação de repolho minimamente processado em diferentes sistemas de embalagem*. Campinas, 2005. f 110. (Tese doutorado). Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

RODRIGUES, K. R. M. *Abastecimento e gestão da segurança de hortaliças nas unidades de alimentação e nutrição*. Campinas, 2007. f 202. (Tese doutorado). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

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

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

SANTOS, T. B. A. *Qualidade microbiológica de frutas e hortaliças minimamente processadas comercializadas na cidade de Campinas SP*. Campinas, 2007. f 110. (Dissertação mestrado). Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

SANTOS, A. F. *Desenvolvimento e maturação de abacaxi e processamento mínimo de infrutescência colhidas sob boas práticas agrícolas e tratadas com 1-MCP*. Areia, 2006. f 253 (Tese de Mestrado). Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias. Paraíba.

SANTELLI, P. *Fisiologia pós-colheita de frutos de palmeira Syagrus oleracea (Mart.) Becc e Mauritia vinifera Mart*. Brasília, 2005.f 86. (Dissertação mestrado). Faculdade de Brasília, Instituto de Ciências Biológicas Brasília, Distrito Federal.

SPSS. INC. 14.0 for Windows Evaluation Version [Computer program]; LEAD Technologies SPSS Inc., 2005.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. Embalagens plásticas para hortaliças e frutas. II Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, 2000, Viçosa. **Palestras**. p. 53-72.

SARMENTO, S. B. S. *Caracterização da fécula de mandioca (Manihot esculenta C.) no período de colheita de cultivares de uso industrial*. São Paulo, 1997. f 176. (Tese de doutorado). Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo.

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

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. *Manual de Métodos de análise microbiológica de alimentos*, São Paulo: Editora Varela, 2007. 536p.

SILVA, V. V. da; SOARES, N. F. F.; GERALDINE, R. M. Efeito da embalagem e temperatura de estocagem na conservação de mandioca minimamente processada. In: *Brazilian Journal of Food Technology*, v.6, n.2, p.197-202, jul./dez., 2003.

SILVA, M. C. *Caracterização parcial da lectina de folhas de mandioca (Manihot esculenta Crantz)*.Lavras, 2008. f 66. (Dissertação mestrado). Universidade federal de Lavras, Minas Gerais.

SUSLOW, T. Postharvest chlorination – Basic properties and key points for effective disinfection. In: ANNUAL WORKSHOP FRESH-CUT PRODUCTS: MAINTAINING QUALITY AND SAFETY, 5., 1999, Davis. **Proceedings...** Davis: University of California, 1997. Section 9c, 8p.

TACO *Tabela Brasileira de Composição de Alimentos*. Campinas NEPA Nucleo de Estudos e Pesquisa em Alimentação. UNICAMP, 2006. 113p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. *Análise de solo, plantas e outros materiais*. Porto Alegre: UFRS. 174p. (Boletim Técnico nº5). 2ª Ed revisada e ampliada. 1995.

TELLES, F. F. F. Considerações sobre a análise do ácido cianídrico em mandioca e seus produtos manufaturados. (Cap de livros p7-30 in Banco do nordeste do Brasil S.A, pesquisas tecnológicas sobre a mandioca 1972 Fortaleza, Ceará.

VAMOS-VIGYAZÓ, L. Polyphenol oxidase and peroxidase in fruits and vegetables, *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutrit.*, 15:49-127, 1981.

VANETTI, M. C. D. Controle microbiológico e higiene no processamento mínimo. In: Encontro nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças, 2., 2000, Viçosa. **anais..** Viçosa: UFV, 2000. p. 44-52.

VILPOUX, O.; CEREDA, M. P. Processamento de raízes e tubérculos para uso culinário minimamente processados, pré-cozidas, congelados e fritas (french-fries). In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. (coord). *Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino-americanas*. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. P.81-131. (Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino-Americanas, 3).

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

ZAGORY, D. et al. *Food safety guidelines for the fresh-cut produce industry*. 3. ed. Alexandria: International Fresh-cut Produce Association, 1993. p.67-70.

ZERAIK, A. E.; SOUZA, F. S.; FATIBELLO-FILHO, O.; LEITE, O. D. Desenvolvimento de um Spot Test para o monitoramento da atividade da peroxidase em um procedimento de purificação. *Química Nova*, v. 31, n. 4, p. 731-734. Março, 2008.

WHEATLEY, C. C. Calidad de las raíces de yuca y factores que intervienen en ella. **In:** HERSHEY, C. H. Mejoramiento genético de la yuca en América Latina, Cali, CIAT, p. 297-291, 1991.

WISSEMANN, K.W., LEE, C.Y. Polyphenoloxidase activity during grape maturation and wine production. *American Journal of Enology and Viticulture*, Davis, v.31, n.3, p.206-211, 1980.

ANEXOS

Tabela 1A Análise de variância (ANOVA) relativo aos parâmetros físico-químicos nos períodos de armazenamento - Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Acidez	Between Groups	,172	5	,034	79,561	,000*
	Within Groups	,039	90	,000		
	Total	,211	95			
pH	Between Groups	,819	5	,164	3,329	,008*
	Within Groups	4,426	90	,049		
	Total	5,245	95			

* Significativo a 5% de probabilidade

Tabela 2A Análise de variância (ANOVA) relativo aos parâmetros físico-químicos nos tratamentos - Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Acidez	Between Groups	,012	3	,004	1,910	,133**
	Within Groups	,199	92	,002		
	Total	,211	95			
pH	Between Groups	2,604	3	,868	30,233	,000*
	Within Groups	2,641	92	,029		
	Total	5,245	95			

* Significativo a 5% de probabilidade

** Não significativo a 5% de probabilidade

O valor de Sig= ,000 s = 0,000, ou seja, menor o valor foi inferior a três casas decimais O SPSS não coloca o Zero na frente da vírgula.

Tabela 3A C Teste de Duncan para a análise de pH durante os períodos de armazenamento de mandioca de mesa minimamente processada armazenada à 5 °C durante 20 dias -Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

Duncan ^a		pH	
		Subset for alpha = 0.05	
Período	N	1	2
0	16	6,793	
1	16	6,798	
3	16	6,942	6,942
5	16		6,994
4	16		7,003
2	16		7,004
Sig.		,074	,480

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 16,000.

Tabela 4A Teste de Duncan para a análise de pH nos tratamentos de mandioca de mesa minimamente processada armazenada à 5 °C durante 20 dias -Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

Duncan ^a		pH		
		Subset for alpha = 0.05		
Trat	N	1	2	3
AMCF	24	6,705		
CONT	24		6,827	
AMSV	24			7,036
AMCV	24			7,121
Sig.		1,000	1,000	,086

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 24,000.

Tabela 5A Teste de Duncan para a análise de acidez total titulável durante os períodos de armazenamento de mandioca de mesa minimamente processada armazenada à 5 °C durante 20 dias -Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

Duncan ^a		Acidez			
Período	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
5	16	,0125			
4	16	,0131			
1	16		,0694		
0	16		,0775		
2	16			,0938	
3	16				,1306
Sig.		,932	,272	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 16,000.

Tabela 6A Análise de variância (ANOVA) relativo atividade enzimática da polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD) em mandioca de mesa ‘Pernambucana’ armazenada à temperatura de 5° C durante 16 dias - Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
PPO	Between Groups	1078,660	4	269,665	4,620	,003*
	Within Groups	3210,150	55	58,366		
	Total	4288,810	59			
POD	Between Groups	8491,729	4	2122,932	7,350	,000*
	Within Groups	15886,676	55	288,849		
	Total	24378,404	59			

* significativo a 5% de probabilidade

Tabela 7A Análise de variância (ANOVA) relativo atividade enzimática da polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD) em mandioca de mesa ‘Pernambucana’ armazenada à temperatura de 5° C nos tratamentos - Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
PPO	Between Groups	977,298	3	325,766	5,509	,002*
	Within Groups	3311,512	56	59,134		
	Total	4288,810	59			
POD	Between Groups	10216,440	3	3405,480	13,466	,000*
	Within Groups	14161,964	55	252,892		
	Total	24378,404	59			

* significativo a 5% de probabilidade

Tabela 8A Teste de Duncan para a atividade enzimática da peroxidase realizados durante o armazenamento - Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

Duncan ^a		Peroxidase		
		Subset for alpha = 0.05		
Período	N	1	2	3
2	12	28,72		
3	12	30,97		
1	12	38,67	38,67	
4	12		46,79	
0	12			61,44
Sig.		,18	,25	1,00

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

Tabela 9A Teste de Duncan para a atividade enzimática da polifenoloxidase realizados durante s períodos de armazenamento - Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

Duncan ^a		Polifenoloxidase	
		Subset for alpha = 0.05	
Período	N	1	2
4	12	31,05	
2	12		39,18
3	12		39,54
0	12		40,65
1	12		43,87
Sig.		1,00	,18

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

Tabela 10A Teste de Duncan para a atividade enzimática da peroxidase realizados nos tratamentos durante o armazenamento - Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

Duncan ^a		Peroxidase	
		Subset for alpha = 0.05	
Trat	N	1	2
AMSV	15	32,02	
AMCV	15	32,51	
AMCF	15	37,51	
CONT	15		63,66
Sig.		,42	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.

Tabela 11A ANEXO L Teste de Duncan para a atividade enzimática da polifenoloxidase realizados nos tratamentos durante o armazenamento - Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

Duncan ^a		Polifenoloxidase		
		Subset for alpha = 0.05		
Trat	N	1	2	3
AMSV	15	33,75		
AMCV	15	36,52	36,52	
AMCF	15			40,85
CONT	15			44,31
Sig.		,33	,13	,22

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.

Tabela 12A Análise de variância (ANOVA) relativo aos parâmetros físico-químicos durante os períodos de armazenamento - Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Amido	Between Groups	603,086	5	120,617	,839	,527**
	Within Groups	9490,509	66	143,796		
	Total	10093,594	71			
Açúcares redutores	Between Groups	35,979	5	7,196	30,400	,000*
	Within Groups	15,623	66	,237		
	Total	51,602	71			
Açúcares solúveis totais	Between Groups	940,648	5	188,130	179,071	,000*
	Within Groups	69,339	66	1,051		
	Total	928,013	71			

* Significativo a 5% de probabilidade

** Não significativo a 5% de probabilidade

Tabela 13A Teste de Duncan para análises físico-químicas realizados nos períodos de armazenamento - Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

Duncan ^a		Açúcares redutores		
Período	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
5	12	,0000		
4	12	,0658		
3	12	,3825		
1	12		,8017	
2	12		1,0642	
0	12			2,0667
Sig.		,072	,191	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

Tabela 14A ANEXO O Teste de Duncan para análises físico-químicas realizados nos períodos de armazenamento - Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

Duncan ^a		Açúcares totais		
Período	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
4	12	1,561		
1	12	1,759		
5	12	1,973		
3	12	2,096		
2	12		6,105	
0	12			11,003
Sig.		,226	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

Tabela 15A ANEXO P Análise de variância (ANOVA) relativo aos parâmetros físico-químicos nos durante o armazenamento - Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Amido	Between Groups	3206,342	3	1068,781	10,552	,000*
	Within Groups	6887,252	68	101,283		
	Total	10093,594	71			
Glicose	Between Groups	,787	3	,262	,351	,789**
	Within Groups	50,815	68	,747		
	Total	51,602	71			
Açú. Sol.T	Between Groups	7,117	3	2,372	,161	,922**
	Within Groups	1002,870	68	14,748		
	Total	1009,987	71			

* Significativo a 5% de probabilidade

** Não significativo a 5% de probabilidade

Tabela 16A Teste de Duncan para análises físico-químicas realizados nos tratamentos durante o de armazenamento - Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

Duncan ^a		Amido	
		Subset for alpha = 0.05	
Trat	N	1	2
AMSV	18	23,2228	
AMCV	18	25,0067	
AMCF	18	26,5217	
CONT	18		40,0906
Sig.		,360	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 18,000.

Tabela 17A Análise de variância (ANOVA) relativo o parâmetros físico-químico durante os períodos de armazenamento - Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

ANOVA					
Ácido ascórbico					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	16940,632	5	3388,126	12,695	,000*
Within Groups	24020,059	90	266,890		
Total	40960,691	95			

* Significativo a 5% de probabilidade

Tabela 18A S Teste de Duncan para análises físico-químicas realizados nos períodos de armazenamento - Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005)

Duncan ^a		Ácido ascórbico	
		Subset for alpha = 0.05	
Período	N	1	2
4	16	29,8606	
0	16	32,0450	
5	16		52,1588
2	16		58,9056
1	16		60,1006
3	16		62,1887
Sig.		,706	,117

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 16,000.

Tabela 19A Análise de variância (ANOVA) relativo aos parâmetros físico-químicos nos tratamentos - Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

ANOVA					
Ácido ascórbico					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	17196,260	3	5732,087	22,191	,000*
Within Groups	23764,431	92	258,309		
Total	40960,691	95			

* Significativo a 5% de probabilidade

Tabela 20A Teste de Duncan para análises físico-químicas realizados nos tratamentos durante o armazenamento - Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

Duncan ^a		Ácido ascórbico		
		Subset for alpha = 0.05		
Trat	N	1	2	3
CONT	24	27,7929		
AMCF	24		48,5517	
AMSV	24		57,6271	57,6271
AMCV	24			62,8679
Sig.		1,000	,053	,262

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 24,000.

Tabela 21A Análise de variância (ANOVA) relativo aos parâmetros físicos nos tratamentos durante o armazenamento - Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

		ANOVA				
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
L*	Between Groups	170,781	3	56,927	11,095	,000*
	Within Groups	287,331	56	5,131		
	Total	458,112	59			
C*	Between Groups	338,314	3	112,771	10,956	,000*
	Within Groups	576,389	56	10,293		
	Total	914,704	59			
H*	Between Groups	193,627	3	64,542	9,954	,000*
	Within Groups	363,093	56	6,484		
	Total	556,719	59			

* Significativo a 5% de probabilidade

Tabela 22A Teste de Duncan para análises físicas realizados nos tratamentos durante o armazenamento - Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

Duncan ^a		L*	
		Subset for alpha = 0.05	
Trat	N	1	2
AMCF	15	77,03333	
CONT	15	78,53500	
AMSV	15		80,34333
AMCV	15		81,44000
Sig.		,075	,190

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.

Tabela 23A Teste de Duncan para análises físicas realizados nos tratamentos durante o armazenamento - Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

Duncan ^a		C*	
		Subset for alpha = 0.05	
Trat	N	1	2
AMSV	15	19,70667	
AMCV	15	20,07667	
AMCF	15		24,01833
CONT	15		25,12000
Sig.		,753	,351

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.

Tabela 24A Teste de Duncan para análises físicas realizados nos tratamentos durante o armazenamento - Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

Duncan ^a		H*	
		Subset for alpha = 0.05	
Trat	N	1	2
CONT	15	84,37000	
AMCF	15		87,67667
AMSV	15		87,96667
AMCV	15		89,23333
Sig.		1,000	,119

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000

Tabela 25A Análise de variância (ANOVA) relativo aos parâmetros físicos nos períodos de armazenamento - Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
L*	Between Groups	63,195	4	15,799	2,200	,081**
	Within Groups	394,916	55	7,180		
	Total	458,112	59			
C*	Between Groups	143,918	4	35,980	2,567	,048*
	Within Groups	770,785	55	14,014		
	Total	914,704	59			
H*	Between Groups	5,812	4	1,453	,145	,964**
	Within Groups	550,908	55	10,017		
	Total	556,719	59			

* Significativo a 5% de probabilidade

** Não significativo a 5% de probabilidade

Tabela 26A Teste de Duncan para análises físicas realizados nos períodos de armazenamento - Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

Período	N	Duncan ^a	
		L*	
		Subset for alpha = 0.05	
		1	2
4	12	78,10833	
2	12	78,32500	
3	12	79,66250	79,66250
1	12	79,67083	79,67083
0	12		80,92292
Sig.		,200	,283

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

Tabela 27A Teste de Duncan para análises físicas realizados nos períodos durante o armazenamento - Software SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005).

Duncan ^a		C*	
		Subset for alpha = 0.05	
Período	N	1	2
0	12	20,66667	
1	12	21,05833	
2	12	21,23333	21,23333
3	12	23,77083	23,77083
4	12		24,42292
Sig.		,068	,052

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 12,000.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)