

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**Parâmetros para elaboração de mandioca pronta para  
consumo armazenada sob refrigeração**

**Maria das Graças dos Santos Costa**

**CAMPINAS  
MAIO DE 2005**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**Parâmetros para elaboração de mandioca pronta para  
consumo armazenada sob refrigeração**

Tese apresentada à banca examinadora  
para obtenção do título de Doutor em  
Engenharia Agrícola na área de  
concentração em Tecnologia Pós  
Colheita

**Maria das Graças dos Santos Costa**  
**Orientador: Prof. Dr. José Tadeu Jorge**

**CAMPINAS**  
**MAIO DE 2005**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

C823p

Costa, Maria das Graças dos Santos

Parâmetros para elaboração de mandioca pronta para consumo armazenada sob refrigeração / Maria das Graças dos Santos Costa.-- Campinas, SP: [s.n.], 2005.

Orientador: José Tadeu Jorge.  
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas,  
Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Mandioca. 2. Mandioca - Armazenamento. 3. Alimentos – Avaliação sensorial. 4. Mandioca – Processamento. 5. Mandioca – Conservação. 6. Mandioca – Deterioração. I. Jorge, José Tadeu. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. III. Título.

Título em Inglês: Parameters for the process of cassava ready for consumption stored under refrigeration

Palavras-chave em Inglês: Cassava, Storage cassava, Food sensory evolution, Process cassava, Conservation cassava e Deterioration cassava

Área de concentração: Tecnologia Pós-Colheita

Titulação: Doutora em Engenharia Agrícola

Banca examinadora: José Luiz Pereira, César Francisco Ciacco, Benedito Carlos Benedetti e Niurka Maritza Almeyda Haj-Isa

Data da defesa: 13/05/2005

*Aos meu país, meus eternos grandes mestres  
A Júlia e Maurício, meus grandes amores*

*Agradecimento especial ao Prof. Dr. José Tadeu Jorge, pela amizade e orientação segura.*

*Minha mãe, a maior incentivadora de meu trabalho e minha melhor amiga.*

*Júlia, que, mesmo pequena, em porte físico, foi a grande motivação para a conclusão deste trabalho.*

*Maurício, meu companheiro, pela paciência e carinho, me apoiando sempre nesta difícil empreitada.*

*Alfredo, meu irmão, pelo apoio e incentivos desde sempre.*

*Maria José, por ajudar, sempre de forma carinhosa, minha mãe a cuidar da Júlia para que eu pudesse concluir esta tese.*

*Laura, por nos ajudar na manutenção da ordem da casa para que eu pudesse sair.*

*Meu sogro, Sr. Lázaro, cujas mãos plantaram a matéria prima deste trabalho.*

*Prof<sup>te</sup> Dra. Niurka, pela incansável e sempre receptiva orientação nas questões relativas à análise sensorial.*

*Prof. Dr. Brossard, pela ajuda amiga na aplicação da análise estatística dos dados do experimento.*

*Prof. Dr. César Ciacco e Prof. Dr. José Luiz Pereira, pela participação enriquecedora e humana na Banca Examinadora, quando da defesa da tese.*

*Prof. Benedetti, pela orientação recebida em diversos momentos do projeto.*

*Rosália, Rosa, Bianca, amigas e funcionárias do laboratório de pós colheita da FEAGRI, pela fundamental importância na execução do projeto e pelo apoio irrestrito nas dificuldades de execução.*

*Alunos da graduação, alunos da pós graduação, professores e funcionários da FEAGRI, pela ajuda na realização da análise sensorial.*

*Bia (FEA), pela ajuda sempre solícita nas questões laboratoriais.*

*Sr. Manoel e Maria Antonia Francatto, pela ajuda na colheita e preparo da matéria prima.*

*D. Izabel, D. Romilda, Maria José, pela fundamental ajuda na caracterização e processamento da matéria prima.*

*Sr. Adauto (planta piloto FEA), pela ajuda no processamento da matéria prima.*

*Àqueles que eu deixei de mencionar nominalmente mas, que de alguma forma contribuíram para a realização deste sonho, meu eterno obrigado!*

*“Deus é perigo, é abismo. Mora no grande mar. Por isso que só Nele se espelha o céu. Quem viu o céu espelhado no abismo e no perigo esse terá, para sempre, no olhar, o brilho da eternidade”*

*“RUBEM ALVES”*

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
Lista de tabelas .....	vii
Lista de figuras .....	ix
Resumo .....	x
Abstract.....	xi
1. Introdução.....	1
2. Objetivo .....	3
3. Revisão bibliográfica.....	4
3.1 Considerações gerais .....	4
3.2 Composição química das raízes de mandioca .....	11
3.3 Aspectos da deterioração de raízes de mandioca .....	13
3.4 Técnicas de preservação de raízes de mandioca .....	15
4. Material e métodos .....	19
4.1 Caracterização e processamento da matéria prima .....	19
4.1.1 Caracterização da matéria prima .....	19
4.1.2 Processamento da matéria prima.....	22
4.2 Análise sensorial .....	23
4.2.1 Análise sensorial preliminar.....	23
4.2.2 Análise sensorial das amostras do experimento.....	24
4.3 Análises químicas.....	27
4.3.1 Vitamina c .....	27
4.3.2 Amido.....	27
4.3.3 Teor de sólidos solúveis .....	27
4.3.4 Acidez total titulável e pH .....	27
4.3.5 Peroxidase .....	28
4.4 Análises microbiológicas .....	28
4.5 Análise estatística.....	28
5. Resultados e discussão .....	29
5.1. Caracterização da matéria prima.. .....	29
5.2. Análise sensorial preliminar.....	29

5.3 Análises químicas .....	30
5.3.1 Vitamina C .....	30
5.3.2 Porcentagem de amido .....	33
5.3.3 pH .....	35
5.3.4 Teor de sólidos solúveis e pH .....	37
5.3.5 Acidez titulável .....	40
5.3.6 Peroxidase .....	42
5.4. Análise sensorial .....	44
5.4.1 Variação dos atributos sensoriais ao longo do tempo de armazenagem e dos tempos de cocção.....	44
5.4.1.1. Análise dos tempos de cocção em cada tempo de armazenagem.....	44
5.4.1.2. Análise dos tempos de cocção durante o período de armazenagem.....	48
5.5. Análises microbiológicas .....	51
6. CONCLUSÕES .....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Mandioca: área colhida nos principais países produtores – 1996 – 2000 (1000 ha) .....	6
Tabela 2 – Confrontos de área, produção e rendimento médio da cultura da mandioca entre a safra de 2000 e da esetimativa para a safra de 2001 – Brasil .....	7
Tabela 3 – Distribuição dos principais estados brasileiros produtores de mandioca .....	8
Tabela 4 – Distribuição das dez principais regiões produtoras de mandioca de mesa do estado de São Paulo .....	9
Tabela 5 – Distribuição das formas de consumo da mandioca e seus sub-produtos no mundo. .....	10
Tabela 6 – Ficha sensorial utilizada no teste de preferência do Carrefour Campinas.....	24
Tabela 7 – Ficha sensorial aplicada aos provadores no experimento.....	25
Tabela 8 – Atribuição de valores dos atributos sensoriais da ficha aplicada aos provadores . .....	26
Tabela 9 – Análise de variância para vitamina C .....	30
Tabela 10 – Teste dos intervalos múltiplos para tempo de armazenagem – vitamina C.....	32
Tabela 11 – Teste dos intervalos múltiplos para tempo de cocção – vitamina C.....	32
Tabela 12 – Análise de variância para % de amido.....	34
Tabela 13 – Teste dos intervalos múltiplos para tempo de armazenagem - % de amido....	34
Tabela 14 – Teste dos intervalos múltiplos para tempo de cocção - % de amido.....	35
Tabela 15 – Análise de variância para pH.....	35
Tabela 16 – Teste dos intervalos múltiplos para tempo de armazenagem – pH .....	37
Tabela 17 – Teste dos intervalos múltiplos para tempo de cocção – pH .....	37
Tabela 18 – Análise de variância para teor de sólidos solúveis .....	39
Tabela 19 – Teste dos intervalos múltiplos para tempo de armazenagem – teor de sólidos solúveis .....	39
Tabela 20 – Teste dos intervalos múltiplos para tempo de cocção – teor de sólidos solúveis .....	40
Tabela 21 – Análise de variância para acidez total titulável .....	40
Tabela 22 – Teste dos intervalos múltiplos para tempo de armazenagem – acidez total titulável .....	42

Tabela 23 – Teste dos intervalos múltiplos para tempo de cocção – acidez total titulável.	42
Tabela 24 – Teste de Tukey 95% durante o período de armazenagem .....	44

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Caracterização e processamento da matéria prima .....	21
Figura 2 – Resultados da análise sensorial preliminar .....	29
Figura 3 – Análise de variância vitamina C – tempo de armazenagem .....	31
Figura 4 – Análise de variância vitamina C – tempo de cocção .....	31
Figura 5 – Análise de variância % de amido – tempo de armazenagem.....	33
Figura 6 – Análise de variância % de amido – tempo de cocção.....	33
Figura 7 – Análise de variância pH – tempo de armazenagem .....	36
Figura 8 – Análise de variância pH – tempo de cocção .....	36
Figura 9 – Análise de variância teor de sólidos solúveis – tempo de armazenagem.....	38
Figura 10 – Análise de variância teor de sólidos solúveis – tempo de cocção.....	38
Figura 11 – Análise de variância acidez total - .....	41
Figura 12 – Análise de variância acidez total – tempo de cocção.....	41
Figura 13 – Variação do atributo cor ao longo do tempo.....	48
Figura 14 – Variação do atributo sabor ao longo do tempo .....	49
Figura 15 – Variação do atributo maciez ao longo do tempo.....	50
Figura 16 – Variação do atributo avaliação geral ao longo do tempo.....	50

## RESUMO

COSTA, M. G. S. & JORGE, J.T. *Parâmetros para elaboração de mandioca pronta para consumo armazenada sob refrigeração*. Tese. Faculdade de Engenharia Agrícola. UNICAMP. Campinas. Maio de 2005.

Este trabalho investigou as características sensoriais, químicas e microbiológicas de mandioca pronta para consumo, através da avaliação dos parâmetros que interferem na vida-de-prateleira do produto final. Três tempos de cocção foram aplicados em raízes de mandioca que, após lavadas e cortadas, foram acondicionadas em embalagens de polietileno e armazenadas a temperatura de  $10^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . Os lotes foram produzidos em triplicata e avaliados aos 1, 4, 6, 8, e 11 dias. Houve diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) para os teores de vitamina C, pH, e acidez titulável durante o tempo de armazenagem e os teores de amido e de sólidos solúveis permaneceram inalterados. A enzima peroxidase foi inativada pela cocção. O comportamento destes fatores durante a vida-de-prateleira afetou os parâmetros sensoriais cor, sabor e avaliação geral, sendo que eles apresentaram diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) durante o período de armazenagem e não se alteraram com os tratamentos. Não foram notadas alterações da maciez do produto. Não foi observada contaminação microbiológica para os microrganismos avaliados.

**PALAVRAS CHAVE:** mandioca, pronta para consumo, cocção, armazenamento, vida útil, análise sensorial.

## **ABSTRACT**

COSTA, M. G. S. & JORGE, J.T. Parameters for the process of cassava ready for consumption stored under refrigeration. Thesis. Agricultural Engineering College Course. UNICAMP. Campinas. May ,2005.

This research investigated the sensorial microbiological and chemical characteristics of cassava ready for consumption, through the the parameters' evaluation which interfere with the end product's shelf - life. Three cooking times were applied in cassava roots which, after been washed and cut, were conditioned to polyethylene packagings and stored between  $10^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . The lots were produced in triplicate and were evaluated at the 1, 4, 6, 8, 11 days. There were statistically significant differences ( $p \leq 0,05$ ) concerning about the vitamin C contents, pH, titrable acidity during the storage time, and, the starch and soluble solids' contents remained unchanged. The peroxidase enzyme was inactivated by the cooking process. The behavior of these factors during the shelf-life affected the sensorial parameters such as color, taste, and general evaluation, taking into consideration that they presented statistically significant differences ( $p \leq 0,05$ ) during the storage period, and even after being undergone treatments, no alteration occurred. It was not observed any alteration of the product's softness nor microbiological contamination regard to the evaluated micro-organisms.

**KEY-WORDS:** cassava, ready for consumption, cooking process, storage, useful life, sensorial analysis.

## 1. INTRODUÇÃO

A planta da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) 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 carboidrato, 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, empregado no setor de alimentação e na preparação de adesivos.

O produtor de mandioca, na maior parte dos casos, possui pequenas propriedades agrícolas e explora um número variado de culturas (policultura), contribuindo, desta forma, no fornecimento de alimentos às massas urbanas. Historicamente, a área plantada, assim como a produção nacional, vem decrescendo, provavelmente em função da ocorrência de profundas mudanças na estrutura de produção agrícola, que foram iniciadas na década de 1950, e sofreram alteração qualitativa na metade da década de 1960. Estas mudanças provocaram diferenciação tecnológica entre as culturas destinadas à alimentação básica e as destinadas às agroindústrias. Desta forma, a exploração da mandioca não apresentou e não apresenta um ritmo de desenvolvimento tecnológico intenso, fazendo com que a situação inexpressiva desta matéria prima como produto destinado à mesa, permaneça praticamente inalterada por longos períodos.

Até que ponto podemos justificar o atraso tecnológico desta cultura somente pela modernização da agricultura? Será que os produtores, ao cultivarem esta planta, se dão conta de que têm potencial para satisfazer um mercado consumidor diferenciado e exigente, se aliarem corretamente estratégias de mercado à produção propriamente dita?

De acordo com levantamentos da **Secretaria da Agricultura e Abastecimento (2000)**, o Estado de São Paulo chegou a produzir mais de 2 milhões de toneladas de mandioca por ano, destacando-se como maior produtor do Brasil nas décadas de 1960 e 1970. Atualmente, o estado de São Paulo ainda ganha destaque tanto na produtividade, 23.042 t/ha, como no processamento de mandioca no Brasil. Este fato se deve à diversificação de seus subprodutos e também ao uso de tecnologias que permitem agregar maior valor à produção, seja nas fábricas ou nas lavouras. Além de ocupar o posto de Estado que mais industrializa mandioca, consolida sua posição como maior mercado consumidor de seus subprodutos, principalmente fécula, e amidos modificados, farofas prontas, congelados e misturas com farinha de trigo.

A mandioca, quando destinada à mesa, apresenta variações relacionadas à sua forma final e também de acordo com o mercado no qual é distribuída. Feiras, sacolões, mercados municipais, comércio informal e afins, comercializam as raízes “in natura”, ou seja, com casca ou mesmo descascadas. Já redes varejistas como supermercados apresentam as raízes sob formas diferenciadas: pré-cozidas, em tiras ou na forma de gomos, acondicionadas em embalagens plásticas e mantidas sob refrigeração ou congelamento.

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.

## **2. OBJETIVO**

Estudo do processamento da mandioca dentro de características sensoriais requeridas em produtos prontos para consumo: sabor, aroma, cor, textura e aparência. Além disso alguns aspectos químicos e microbiológicos relacionados com o tempo de disponibilidade para o consumo dos produtos também foram avaliados.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Há muitos anos, em uma aldeia de índios, a filha do cacique engravidou misteriosamente, e foi então, expulsa de sua tribo. A índia passou a viver só na floresta e veio a ter seu nenê. A criança que nasceu era muito, muito branca, e sua mãe resolveu chamá-la de “Mani”.

Infelizmente, Mani nasceu muito fraca e não viveu por muito tempo, vindo a falecer bem novinha. A mãe chorou muito e resolveu que iria regar, por um mês, a sepultura de Mani, para que flores pudessem lhe dar um pouco de alegria. Para surpresa da índia, na sepultura de Mani, nasceram lindas plantas de raízes muito fortes e que quando eram descascadas, eram tão branquinhas quanto o corpo de Mani. Desde então, essa deliciosa planta passou a ser chamada de mandioca, derivando de Mani (nome da pequena índiazinha) + oca (casa no vocabulário indígena), ou seja, *Casa de Mani*. **Autor desconhecido. (2004).**

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta heliófila, perene, arbustiva, e pertence à família das Euforbiáceas. **LORENZI (2003)** relata que é a única cultivada dentro de seu gênero e que, sua alta heterozigosidade, decorrente dos cruzamentos naturais intra-específicos, resultou em grande número de variedades com diferentes características morfológicas, conferindo-lhe maior adaptação à variadas condições de clima e de solo, assim como resistência e/ou tolerância a pragas e doenças.

A parte de maior valor econômico da planta são as raízes tuberosas, com alto teor de amido e que são largamente utilizadas na alimentação humana e animal, e também como matéria prima para diversos perfis de indústrias. O conteúdo nutricional da parte aérea, rico em proteínas, carboidratos, minerais e vitaminas, também possibilita seu uso na alimentação animal e humana e, em regiões de predominância da pecuária, tem sido usada como silagem para bovinos de corte e/ou leite.

A aptidão das raízes de mandioca para uso industrial ou culinário depende de sua composição genética. Ainda nesta direção, a produtividade e a qualidade do material cultivado dependem do material genético cultivado. Desta forma, estas características intrínsecas podem ser favorecidas ou prejudicadas de acordo com o manejo da cultura. **LORENZI (2003)**.

De acordo com abordagens anteriores, podemos classificar o uso da mandioca para fins industriais e para mesa. Devido à variedade utilizada em nosso trabalho, e também com nosso foco, falaremos aqui sobre mandioca de mesa, particularmente da variedade IAC 576.

As mandiocas que pertencem ao grupo das chamadas mandiocas de mesa são aquelas variedades que apresentam baixos teores de ácido cianídrico (valores inferiores a 100 ppm na polpa crua das raízes) e que têm colheita precoce (7 a 14 meses) visando favorecer suas características culinárias. **LORENZI (2003)**.

A variedade de mesa IAC 576 – Amarela, foi obtida por cruzamento da SRT 797 – Ouro do Vale X IAC 14-18 em 1970, constituindo-se em um marco no setor de mandioca do Estado de São Paulo, segundo **LORENZI (2003)**, devido às suas excelentes qualidades sensoriais e alta produtividade.

Além disso, em termos de caracterização, ela apresenta resistência mediana à bacteriose e ao superalongamento, tem arquitetura favorável aos tratos culturais, possui raízes tuberosas uniformes, película marrom, formato cilíndrico e tamanho que agrada o mercado consumidor. Completando a caracterização desta variedade a polpa das raízes apresenta coloração creme quando crua e amarela após o cozimento (a coloração amarela é conferida por pigmentos carotenóides). **LORENZI (2003)**.

Dentre os fatores de interesse dentro do conceito de qualidade culinária de raízes de mandioca de mesa, **LORENZI (2003)** destaca o tempo de cozimento, afirmando que quanto menor o tempo de cozimento melhor a qualidade da massa gerada. Assim tornou-se usual a utilização deste parâmetro quando buscamos avaliar a qualidade de uma amostra. No entanto, importante lembrar que existe uma variação natural no tempo de cozimento de uma mesma raiz

e também entre as raízes de uma mesma planta, as quais podem ser atribuídas à sua composição, e à características da própria espécie.

Dados fornecidos pelo PROGRAMA ESTADUAL DE DESENVOLVIMENTO DA CADEIA PRODUTIVA DA MANDIOCA, lançado pela Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo em junho de 2000, indicam informações de contorno econômico nas tabelas 1, 2 e 3, visando posicionar o objeto deste estudo no agronegócio mundial e nacional.

Todos os países apresentados no tabela 1 têm características econômicas semelhantes, ou seja, são países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento. De acordo com estes dados, o Brasil, além de ser o maior país produtor de mandioca da América Latina, é responsável por 10% da mandioca colhida no mundo. A produção mundial de 180 milhões de toneladas anuais, está, segundo **LORENZI (2003)**, entre os 10 principais produtos que alimentam a humanidade, em volume de produção e, nos trópicos, onde é bastante cultivada, sua importância tem crescido significativamente.

Tabela 1 – Mandioca: área colhida, produção e rendimento nos principais países produtores.

<b>PAÍSES</b>	<b>ÁREA COLHIDA (ha)</b>	<b>PRODUÇÃO (T)</b>	<b>RENDIMENTO (T/ha)</b>
Nigéria	3.150.000	33.563.000	10,65
Brasil	1.687.000	23.108.000	13,69
Tailândia	1.030.000	17.330.000	16,83
Indonésia	1.290.000	16.180.000	12,54
Congo	1.839.000	14.929.000	8,11
Gana	726.000	8.965.000	12,34
Mundo	16.907.000	180.076.000	10,65

Fonte: FAO (2003)

A tabela 02 mostra uma discreta tendência do Brasil em manter o crescimento de área colhida, de produção e de produtividade, apontando variações entre estimativas e índices observados na ordem de 1,58, 2,70 e 1,09% respectivamente. Estes números refletem a legitimidade das expectativas do potencial de produção desta cultura em nosso país, e indicam que o setor mandioqueiro retoma uma possível expansão.

Tabela 2 – Confrontos de Área, Produção e Rendimento Médio da cultura da mandioca entre as Safras de 2000 e das Estimativas para a Safra de 2001 – Brasil.

<b>ÁREA (ha)</b>		
Colhida Safra 2000	Esperada Safra 2001	Variação (%)
1.712,337	1.739,430	1,58
<b>PRODUÇÃO (t)</b>		
Obtida Safra 2000	Esperada Safra 2001	Variação (%)
23.203,442	23.828,826	2,70
<b>RENDIMENTO MÉDIO (kg/ha)</b>		
Obtido Safra 2000	Esperado Safra 2001	Variação (%)
13.551	13.669	1,09

Fonte: IBGE – 2001

Finalizando a contextualização da cultura da mandioca em nosso país, a tabela 3 mostra a distribuição nos principais estados produtores, sendo que ela é cultivada em todos os estados brasileiros e, segundo **LORENZI (2003)**, dentre as culturas temporárias, “ocupa a quinta posição em termos da produção agrícola brasileira, sendo precedida pelas culturas de cana-de-açúcar, soja, milho e arroz”. Interessante também notar que, ainda que o estado de São Paulo ocupe o sexto lugar em termos de área colhida, apresenta o melhor índice de rendimento, 24,8 t/ha, mostrando sua eficiência como estado produtor. Do total desta produção, 1.043.700 toneladas, estudos de **LORENZI (2003)** apontam que 89% correspondem à mandioca destinada à indústria e 11% à mandioca de mesa.

Segundo dados da **Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo (2000)**, a mandioca é o terceiro produto agrícola que, proporcionalmente, gera o maior número de empregos e ocupa mão-de-obra pouco qualificada no Brasil, perdendo em postos de trabalho apenas para as culturas de café e milho. Esta característica faz desta cultura uma excelente alternativa para fixação do homem no campo e para o desenvolvimento de projetos alavancados pela agricultura familiar.

Tabela 3 – Distribuição dos principais estados brasileiros produtores de mandioca

<b>ESTADO</b>	<b>ÁREA COLHIDA (ha)</b>	<b>PRODUÇÃO (T)</b>	<b>RENDIMENTO (T/ha)</b>
Bahia	286.600	3.568.393	12,5
Pará	282.305	3.994.863	14,2
Paraná	172.850	3.615.321	20,9
Maranhão	140.534	1.033.953	7,4
Rio Grande do Sul	85.146	1.261.688	14,8
<b>São Paulo</b>	<b>40.010</b>	<b>1.043.700</b>	<b>24,8</b>
<b>BRASIL</b>	<b>1.687.000</b>	<b>23.108.000</b>	<b>13,69</b>

FONTE: IBGE (2002)

A renda gerada pelo setor agroindustrial da mandioca no estado de São Paulo, segundo dados da **Secretaria da Agricultura Abastecimento (2000)**, totaliza aproximadamente US\$ 25 milhões/ano, com previsões de aumento na intensificação de processamentos industriais, principalmente objetivando produtos voltados ao consumo humano. A distribuição de áreas plantadas no setor mandioqueiro paulista pode ser observada na tabela 4.

A Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, de acordo com dados oficiais, realiza um trabalho descentralizado através da implantação de Escritórios Regionais de Desenvolvimento Rural (E.D.R.). O estado trabalha com um total de 40 regionais, das quais serão elencadas as dez maiores regiões em termos de produção de mandioca de mesa.

Percebe-se que a mandioca destinada à mesa é cultivada em praticamente todo o estado de São Paulo, não possuindo restrições técnicas para seu cultivo. Dentre as regionais elencadas, destacam-se, em termos de produção, a de Mogi Mirim, seguida pela de Sorocaba. Vale ressaltar que a primeira delas, além de possuir maior produção de caixas, tem maior produtividade.

Tabela 4 – Distribuição das dez principais regiões produtoras de mandioca de mesa do Estado de São Paulo. Ano agrícola 2002/03, levantamento final novembro de 2003

<b>E.D.R.</b>	<b>Área Nova (ha)</b>	<b>Área em Produção (ha)</b>	<b>Produção (cx/25kg)</b>
Bauru	374	383	252.900
Botucatu	33	252	179.600
Catanduva	299	504	195.900
Jaboticabal	231	503	258.800
Jales	118	420	272.800
Mogi das Cruzes	91	265	166.400
<b>Mogi Mirim</b>	<b>1550</b>	<b>1510</b>	<b>1.044.200</b>
Pindamonhangaba	52	284	160.790
Registro	127	338	218.250
Sorocaba	608	784	367.900

Fonte: IEA – Instituto de Economia Agrícola/CATI – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – SAA – Secretaria de Agricultura e Abastecimento – 2004

Orientadas pelo nível de desenvolvimento tecnológico do país em questão, somadas aos desejos e condições de aquisição do mercado consumidor, as formas de consumo da mandioca e seus subprodutos, no mundo, são apresentadas na tabela 5.

Em termos de Brasil, o principal derivado das raízes de mandioca é a farinha, apreciada e consumida em praticamente todas as regiões do país. Porém, **LORENZI (2003)**, afirma que a fécula é o derivado considerado mais nobre e versátil, sendo utilizado na forma bruta ou modificada (química, física ou biologicamente) e com crescente tendência de utilização nas indústrias alimentícia, química, têxtil, farmacêutica e outras.

Para alavancar o setor mandioqueiro o “Programa Estadual de Desenvolvimento da Cadeia Produtiva da Mandioca” foi lançado no Município de Cândido Mota, em junho de 2000, pela Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo. A principal meta, como o próprio

nome diz, será trabalhada com o envolvimento dos seguintes segmentos, previsto de forma detalhada no corpo do programa original: produtores , indústrias de farinha, indústrias de fécula, indústrias de mandioca de mesa, pesquisadores agrícolas na área agrônômica, pesquisadores agrícolas na área de mecanização, pesquisadores industriais, pesquisadores do mercado interno, pesquisadores do mercado externo, extensionistas rurais e assistentes técnicos agrícolas, consultores e assessores gerenciais especializados permanentes.

Tabela 5 – Distribuição das formas de consumo da mandioca e seus sub-produtos no mundo

<b>COMO O MUNDO CONSUME A MANDIOCA</b>	
<b>PAÍS / BLOCO ECONÓMICO</b>	<b>FORMA DE CONSUMO</b>
África	Consumo in natura, principalmente pelas ex-colônias portuguesas
Colômbia	Harina de yuca puba (farinha de raspa de mandioca) utilizada para alimentação animal
Estados Unidos	Tapioca starch (fécula de mandioca), frozen cassava (mandioca supergelada), aplicação industrial onde não cabe o amido de milho, como embutidos cárneos, lácteos, papel e bioquímica
Guianas	Harina de yuca puba (farinha de mandioca grossa amarela)
Japão	Farinhas, farofas, pão de queijo e mandioca gelada, uso químico e farmacêutico e para insumos animais
Brasil	Farinha, ração, fécula (indústria química, textil farmacêutica, alimentícia), mandioca congelada, pré-cozida, descascada, embalada a vácuo.
Mercosul	Almidón de yuca (fécula), chipa de almidón ou quesadillos (para embutidos, lácteos e papel), harina de yuca (farinha fina) e yuca helada (mandioca congelada)

**Fonte: Câmara Setorial da Mandioca, Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo (2000)**

### 3.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA

A composição química de raízes de mandioca, segundo a **EMBRAPA (2002)**, é a seguinte: 60-65g/100g umidade, 30-35g/100g de carboidratos, 0,5-2,5g/100g de proteínas, 0,2-0,4g/100g de lipídios, 50mg/100g de vitamina A, 25mg/100g de vitamina C, 50mg/100g de cálcio, 0,9mg/100g de ferro e 40mg/100g de fósforo.

Os teores de amido presente em raízes de mandioca podem diferir de acordo com a cultivar, época de colheita e condições de cultivo, segundo **Rickard e Coursey (citados por BEZERRA, 2000)**.

**Cock (citado por BEZERRA, 2000)**, postulou que, em termos de bioquímica, as raízes de mandioca são energéticas por excelência, tendo em sua composição 92,5% de carboidratos, principalmente amido.

O comportamento do amido nas raízes pode variar de acordo com vários fatores de ordem bioquímica. **Kawabata et al (citados por BEZERRA, 2000)** postularam que seu acréscimo e decréscimo durante o armazenamento são decorrentes da desidratação amilásica. Estes mesmos autores, assim como **Maini e Balagopal (citados por BEZERRA, 2000)**, também registraram que acréscimos no teor de amido geralmente se relacionam com aumento de peso seco ou com a evaporação de água das raízes de mandioca durante o armazenamento.

Outro elemento de importância dentro da composição das raízes de mandioca é a vitamina C que, além do caráter nutricional na alimentação humana, atua também na prevenção do escurecimento de frutos e raízes devido à sua característica redutora, segundo **BEZERRA (2000)**.

**Ogunsua e Adedeji (citados por BEZERRA, 2000)**, registraram que após 5 dias de armazenamento as raízes de mandioca apresentavam 25-30% do original, e após 8 dias esta queda foi insignificante. No caso de raízes mantidas sob refrigeração, estes autores verificaram que elas retiveram 50% de vitamina C em 05 dias e 20% do valor original após 8 dias.

**COELHO (1992)**, observou que raízes de mandioca que apresentam maiores teores de ácido ascórbico na ocasião da colheita apresentaram-se mais resistentes á deterioração fisiológica.

**PARANAÍBA (1993)** verificou que a poda da parte aérea da mandioca também provocou decréscimos nos teores de vitamina C das raízes, da mesma forma que raízes de mandioca embaladas com polietileno e armazenadas por 16 dias em condições ambientais.

Os parâmetros indicadores de sabor ácido ou azedo e também utilizados na determinação da qualidade dos produtos processados são a acidez total titulável e o pH, segundo **BEZERRA (2000)**. Estudos desta autora registraram que os índices de observação de acidez titulável e de pH são a porcentagem de ácido orgânico e a concentração de íon hidrogênio. A redução dos ácidos orgânicos com o decorrer da maturação é importante à medida em que interfere diretamente com o sabor do produto processado.

**FERREIRA (1986)**, verificou que raízes de mandioca armazenadas durante quatro dias em condições ambientais, podem exibir decréscimo da acidez, assim como apresentar variação do comportamento do pH entre as cultivares estudadas.

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, que é o principal princípio tóxico desta planta. Os compostos ciânicos e suas respectivas enzimas estão distribuídos 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 e lavagem, e calor (acima de 180°C) também podem ser utilizados com sucesso na destoxificação da mandioca. **LORENZI (2003)**.

O autor acima citado nos fala que “o teor de ácido cianídrico na mandioca varia em função do genótipo (variedades), estado fisiológico da planta, condições ambientais , e métodos de cultivo”. Assim, de acordo com este teor e, para a polpa das raízes, a mandioca é

classificada em mansa ou brava e, na prática não é possível distinguirmos suas diferenças através de características morfológicas. A forma mais utilizada é a degustação da polpa das raízes cruas: geralmente as bravas são mais amargas e as mansas doces (devido à subjetividade sensorial deste método ele torna sua utilização restrita). A classificação usual e objetiva, segundo **LORENZI (2003)**, é a quantidade total de ácido cianídrico que uma determinada amostra é capaz de liberar. Este fato gerou uma classificação, segundo o Instituto Agrônomo de Campinas, baseada no resultado de inúmeras análises químicas de raízes de mandiocas cultivadas no estado de São Paulo:

- mansas – menos de 100 ppm de HCN na polpa cruz das raízes
- intermediárias – de 100 a 200 ppm
- bravas – mais de 200 ppm

### **3.3 ASPECTOS DA DETERIORAÇÃO DE RAÍZES DE MANDIOCA**

A deterioração de raízes de mandioca pode ser de ordem microbiológica e fisiológica, segundo **LORENZI (2003)**. Em geral, este autor nos fala que a deterioração fisiológica ocorre antes e logo após as 48-72 horas depois da colheita, e é mais importante para a mandioca de mesa do que para a mandioca destinada à indústria porque altera a aparência do produto e ocasiona perdas.

O alto grau de perecibilidade das raízes de mandioca provoca perdas na fase pós-colheita, limitando, e muito, o período de comercialização e também as formas de processamento das raízes. **BOOTH (1978)** e **GIMENEZ (1991)** registraram que as deteriorações da mandioca são atribuídas a razões fisiológicas e patológicas, além das injúrias mecânicas sofridas na colheita e no período de comercialização.

Desta forma, as raízes apresentam dois tipos distintos de deterioração: a fisiológica ou primária e a microbiológica ou secundária.

A deterioração fisiológica caracteriza-se por descoloração interna inicial, com estrias finas vasculares azul escuras, indicando comprometimento do xilema **BOOTH (1978)**. Este autor correlaciona o aparecimento destas lesões a danos mecânicos que eventualmente ocorrem na colheita, manuseio e transporte, e afirma que ela começa a apresentar os primeiros sintomas 24 a 48 horas após a colheita.

**Maini e Balagopal (citados por BEZERRA, 2000)**, verificaram em seus estudos a natureza bioquímica da deterioração fisiológica e concluíram que, durante sua ocorrência, houve uma rápida redução no amido e na umidade, assim como aumento na matéria seca e no conteúdo de açúcar.

A deterioração microbiológica normalmente ocorre após a deterioração fisiológica ou primária e apresenta os primeiros sintomas de 5 a 7 dias após a colheita, segundo **BOOTH (1978)**, com amolecimento e fermentação do tecido.

Com relação à natureza desta deterioração estudos de **BOOTH (1978)** mostram que ela é causada principalmente por microrganismos como *Pythium*, *Mucor*, *Rhizopus*, *Penicillium* e *Aspergillus*, podendo, no entanto, ser decorrente de vários outros microrganismos tais como *Botryodiplodia*, *Circinella*, *Fusarium*, *Phomopsis*, *Verticillium* e *Phytophthora*, como relatam **CARVALHO et al (1985)** e **Lozano (citado por BEZERRA, 2000)**.

De acordo com trabalhos realizados por **BOOTH et al (1976)**, **BOOTH (1978)**, **CARVALHO et al (1982)** e **INGRAN & HUMPHIRES (1977)**, esta deterioração pode ser resultante da combinação de fatores fisiológicos e patológicos.

Investigações bioquímicas com relação à deterioração microbiológica mostraram que teores de polifenóis aumentaram dentro de um mecanismo de defesa a injúrias ou ao próprio envelhecimento das raízes, segundo **CARVALHO et al (1982)**.

Outros autores correlacionam a ocorrência de deterioração à variação de composição química nas raízes de mandioca na fase de pós-colheita. **WHEATLEY (1982)** verificou aumento na síntese de escopolina com o decorrer do tempo de armazenamento, fato este que

pode estar relacionado à deterioração. **TANIGUCHI & DATA (1982)** observaram que raízes que sofrem injúrias por cortes apresentam aumento de produção de escopoletina e aumento de susceptibilidade à deterioração.

Estudos de **TANAKA et al (1983)** mostraram que as raízes de mandioca respondem à injúrias mecânicas com aumento de compostos fenólicos, aumento de atividade de fenilalanina amonio liase, peroxidase e invertase ácida. Segundo estes autores existe correlação entre estas substâncias químicas e a velocidade de perecibilidade das raízes.

Dentre os fatores que podem desencadear o aumento da velocidade e a manifestação da deterioração, **MARRIOT et al (1978)** citam a suscetibilidade da cultivar, a idade da planta, a época de colheita, presença ou não de pedúnculo, regiões da raiz, condições edafoclimatológicas e podas da parte aérea.

O trabalho de **GIMENEZ (1991)** mostrou que houve diferenças significativas na deterioração de acordo com dias de armazenamento e seções das raízes estudadas, evidenciando os cuidados a serem tomados no manuseio e nas condições de armazenamento. Neste estudo ele sugere alguns processos para se evitar a deterioração: envolver raízes com parafina, uso de câmaras frias e tratamento com produtos químicos. No entanto, o processo mais comum para evitarmos sua manifestação é colher as raízes somente por ocasião de sua utilização, deixando-a sob o solo por um período maior de tempo.

### **3.4 TÉCNICAS DE PRESERVAÇÃO DE RAÍZES DE MANDIOCA**

São diversas as técnicas de preservação de raízes de mandioca, e elas devem ser escolhidas de acordo com o contexto sócio econômico de sua exploração e com a forma de sua utilização. Entre elas podemos citar desde a simples conservação das raízes na terra, verificada por **LORENZI (2003)** e **BOOTH (1978)**, passando pela conservação de raízes descascadas em água, como ensina **LORENZI (2003)**, até a manutenção delas em ambiente refrigerado e congelado, como sugerido por **Maini e Balagopan (citados por BEZERRA, 2000)**. Outras

técnicas interessantes são a imersão de raízes em solução contendo fungicida de amplo espectro de ação, como relatam **LOZANO (1974)** e **Cock (citado por BEZERRA, 2000)**, e a fumigação de produtos químicos, como verificado por **Majunder et al (citados em BEZERRA, 2000)**.

Poucos, mas significativos estudos na linha de conservação de raízes de mandioca em embalagens de polietileno têm sido produzidos ao longo do tempo. Dentre eles destacamos a contribuição de **CARVALHO et al (1982)** e **Rickard (citado em PARANAÍBA, 1993)**, que mostraram que o uso da embalagem de polietileno reduz a atividade respiratória e também as perdas de peso. **PARANAÍBA (1993)** concluiu em seus estudos que o uso da embalagem durante o armazenamento proporcionou diminuição no índice de deterioração fisiológica, tempo de cocção, teores de vitamina C total e amido, acréscimo nos teores de umidade e na percentagem de pectina solúvel, não atuando, porém, sobre os teores de fibra e açúcares totais.

Outra contribuição interessante foi o estudo de **KATO et al (1988)** que verificaram a influência da embalagem de polietileno sobre a deterioração fisiológica e também a influência da espessura da embalagem sobre reações oxidativas. Concluíram que a embalagem atuou na redução da deterioração fisiológica e que as de espessura de 150 micras foram mais efetivas que as de 50 e 100 no controle da deterioração.

A cocção, segundo **LORENZI (2003)**, também é uma técnica de preservação pós-colheita e, em seus estudos, verificou que variações no tempo de cocção de raízes de mandioca pode variar em função de fatores genéticos, idade das plantas, época de colheita, condições climáticas e tipo de solo. Resultados experimentais destes fatores têm sido apresentados por diversos autores com grande amplitude de valores observados, devido à complexidade de combinações que podem ser verificadas entre os fatores que atuam sobre a cocção.

Enquanto técnica de processamento, a cocção tem o efeito de reduzir a vitamina C presente nas raízes em 50 a 75%, segundo **COCK (1985)**, citado em **BEZERRA (2000)**, não suprimindo as necessidades diárias de ingestão desta vitamina.

**PEQUENO et al (1991)** e **PEREIRA et al (1985)**, em seus estudos de pós-colheita, apontam a necessidade de desenvolvimento de formas de processamento que retardem a velocidade das reações metabólicas, sem prejuízo nutricional e das características comerciais das raízes.

O armazenamento sob refrigeração e o congelamento de raízes cruas retardam a deterioração, enquanto que o cozimento paralisa o processo ao inativar as enzimas. A exclusão do oxigênio, obtida através da imersão das raízes em água, também retarda o escurecimento das raízes, segundo **LORENZI (2003)**.

Neste contexto **PEREIRA et al (1985)** desenvolveram uma metodologia de avaliação de tempo de cozimento e de padrão de massa cozida de mandioca de mesa. Neste estudo ressaltaram que a garantia de cozimento e o tipo de massa cozida originada são importantes fatores a serem considerados no processamento das raízes, tendo como balizador o mercado consumidor. Resultados mostraram que, embora o tempo de cozimento e o padrão de massa cozida não estivessem estritamente correlacionados, uma vez que ainda existia a influência varietal, verificou-se uma tendência de que os menores tempos de cozimento produziram os melhores padrões de massa, fator este confirmado por **LORENZI (2003)**.

Resultados de trabalho realizado por **CEREDA et al (2000)** mostraram que a temperatura influenciou na contenção do crescimento de microorganismos em mandiocas minimamente processadas, tratadas com hipoclorito de sódio, ácido cítrico e mantidas em ambiente refrigerado. Este trabalho também revelou ausência de variação entre as medidas de sólidos solúveis, mostrando que não houve variação na percentagem de sólidos solúveis depois deste tipo de processamento. Quanto às características culinárias do produto, no que diz respeito à tempo de cocção pós processamento, houve grande variação entre os tempos estudados de acordo com os tratamentos efetuados, os quais apresentaram tendência a aumentar o tempo de cozimento com o passar do tempo de armazenamento.

**PEQUENO et al (1991)** observaram que o congelamento, além de ter provocado aumento nos tempos de cocção de algumas cultivares de mandioca, provocou também aumento

nos teores de umidade e de açúcares totais. Segundo estes autores, o sabor adocicado da mandioca confere maior preferência por parte dos consumidores no caso de prepará-la frita. Porém, como o aumento de açúcares totais causa escurecimento, é necessário um estudo mais minucioso no caso de mandiocas destinadas à fritura, a fim de que não se inviabilize o produto junto ao mercado consumidor.

A investigação da relação das formas de processamento com a impressão que elas causam nos sentidos do mercado consumidor é feita através da análise sensorial de alimentos. De acordo com **FERREIRA (2000)** análise sensorial é uma ciência que faz uso dos sentidos humanos (visão, olfato, paladar, tato e audição) para medir, quantificar e interpretar as reações produzidas pelas características dos alimentos. As medidas destas reações produzidas pelas pessoas ao ingerirem alimentos são realizadas mediante a aplicação de teste sensorial apropriado a cada situação. Em ambos os casos, pode-se fazer uso de escalas não estruturadas ou estruturadas de avaliação, dependendo do objetivo da pesquisa, e também da disponibilidade de provadores, os quais podem ser treinados ou não. A análise das condições fisiológicas, psicológicas étnicas e sociais deste público, e das características físicas, químicas e estruturais do alimento, fornecerão informações sobre a qualidade sensorial do produto analisado. A quantificação e interpretação dos dados obtidos é realizada através de análise estatística. A aplicação de testes sensoriais no processamento de alimentos pode ser feita com vários objetivos, entre eles desenvolvimento, mapeamento, reformulação ou otimização do produto, especificações e controle de qualidade, determinação de defeitos potenciais, verificação da aceitabilidade do produto e estabelecimento de vida-de-prateleira, indo de encontro a **DUTCOSKY (1996)**, que afirma que a avaliação sensorial fornece suporte técnico para pesquisa, industrialização, marketing e controle de qualidade.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado em duas partes: a primeira com a caracterização e processamento da matéria prima e, a segunda, com as análises química, sensorial e microbiológica. Para fins didáticos estas etapas são relatadas em separado.

### **4.1 CARACTERIZAÇÃO E PROCESSAMENTO DA MATÉRIA PRIMA**

A primeira parte iniciou-se com a colheita na manhã do dia 27-05-04. A matéria prima, mandioca da variedade IAC – 576, veio de propriedade localizada no Município de Mogi Mirim. As raízes foram colhidas manualmente, totalizando 63 plantas, as quais foram separadas da parte aérea com um facão. Após o corte foram colocadas em engradados plásticos, previamente lavados com água, e imediatamente transportadas em utilitário fechado para o laboratório de Tecnologia Pós-colheita da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp (FEAGRI), onde foram armazenadas. O armazenamento do material colhido foi feito em câmara fria, a qual foi mantida à temperatura de  $10^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ .

No dia 28-05-04, pela manhã, as raízes foram retiradas da câmara fria e transportadas em utilitário fechado para a planta piloto do departamento de tecnologia de alimentos, localizada na Faculdade de Engenharia de Alimentos da Unicamp, onde foram realizados a caracterização e processamento da matéria-prima, segundo as etapas do fluxograma da Figura 1.

#### **4.1.1 CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA PRIMA**

As raízes foram inicialmente pesadas, em balança Filizzola com capacidade para 500 kg, perfazendo um total de 132 kg de mandioca. Seqüencialmente, foram colocadas em tanques de aço inoxidável, preenchidos com água na temperatura ambiente, para a realização da lavagem individual, onde foram retiradas as impurezas e sujidades. Após o escoamento da água iniciaram-se as tomadas de medida para a caracterização da matéria-prima. Nesta etapa as raízes foram pesadas individualmente em balança semi-analítica e foi realizada uma seleção em função de peso, descartando-se as que pesavam menos que 180g. A opção pelo descarte de raízes com este peso foi feita pela observação visual do padrão de matéria prima verificado quando as mandiocas apresentavam este valor de medida, possuindo grande desigualdade de forma, dificultando o processamento. As raízes descartadas perfizeram um total de 10 kg.

Após serem pesadas, passaram por um processo de tomada de medidas individuais de comprimento e de diâmetro, as quais foram realizadas através do uso de fita métrica e de paquímetro digital (marca Mitutoyo, modelo CD 6" C, precisão – measure range - 4"/100 mm, 6"/150 mm, 8"/200 mm, faixa de erro  $\pm 0,02$  mm, resolução 0,01 mm), conforme descrito a seguir.

Para as medidas de comprimento a fita métrica acompanhava o formato das raízes e, para as leituras de diâmetro, foram realizadas três medidas: a partir de aproximadamente 50 mm das extremidades e ao meio. Para efeito comparativo foi medido também o volume deslocado, segundo **JORGE (1977)**,. Em seguida foi feita a caracterização da película e cor da polpa.

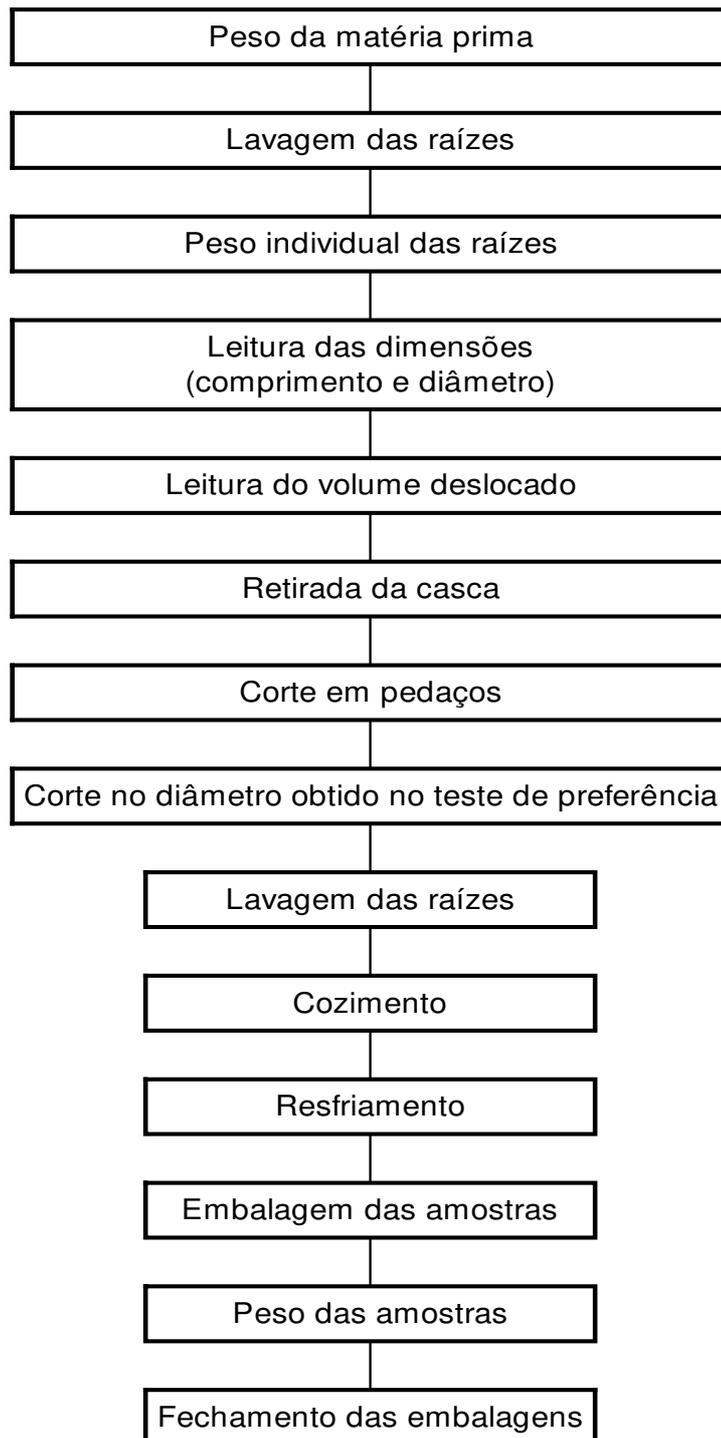


Figura 1 – Caracterização e processamento da matéria prima.

#### **4.1.2 PROCESSAMENTO DA MATÉRIA PRIMA**

Foi iniciado pela retirada manual das cascas pelo uso de facas. Ainda nesta fase foram retirados aproximadamente 10 cm de cada extremidade (estimados visualmente), objetivando uniformizar a forma do produto.

O passo seguinte foi o corte das raízes em pedaços de tamanho em torno de 10 cm, também realizado em função de estimativas visuais aproximadas. Após este corte inicial, estes pedaços foram cortados no diâmetro obtido no teste de preferência realizado junto ao mercado consumidor (1/8 diâmetro da raiz).

Após este último corte a matéria prima foi colocada novamente em engradados plásticos e mergulhada por aproximadamente 10 segundos (escolha aleatória) nos tanques de inox contendo água em temperatura ambiente. Quando cessou o escorrimento de água foi iniciado o processo de cozimento.

As raízes cortadas foram divididas em três parcelas de peso semelhante, tendo em vista que foram submetidas a três tempos de cocção. Cada parcela foi colocada em um tacho aberto encamisado a vapor e recebeu uma lâmina d'água, à temperatura ambiente, que cobriu a matéria prima em aproximadamente 10 cm. O tempo de cozimento foi contado a partir da fervura e a temperatura da água foi medida através do uso de um termômetro, o qual mostrou que a temperatura de trabalho foi de 96°C durante todo o processamento.

Após a realização sucessiva dos três tempos de cozimento, selecionados em testes preliminares, e que foram 05, 07 e 10 minutos, as raízes cozidas foram colocadas em cestos vasados e mergulhadas nos tanques de inox contendo água na temperatura ambiente por três minutos.

Depois do resfriamento e o escorrimento completo da água, o material processado foi colocado em embalagens de polietileno de 150µ de espessura (indicada pela literatura) e

capacidade de 1,0 kg , pesadas em balança semi-analítica e fechadas em seladoras manuais. O peso médio das amostras destinadas às análises químicas e microbiológicas ficou em torno de  $255\pm 5$ g e somaram 144 embalagens. As destinadas à análise sensorial ficaram em torno de  $1005\pm 10$ g e perfizeram um total de 39 embalagens. Importante ressaltar que as pessoas que manipularam o material processado usaram toucas, máscaras e luvas descartáveis.

Após esta última etapa o material processado foi transportado em utilitário fechado para a FEAGRI onde permaneceu armazenado em câmara fria a uma temperatura média de  $10^{\circ}\text{C}\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  durante 11 dias, período em que foram realizadas as análises sensoriais, químicas e microbiológicas aos 1,4, 6, 8 e 11 dias.

## **4.2 ANÁLISE SENSORIAL**

### **4.2.1 ANÁLISE SENSORIAL PRELIMINAR**

Foi realizado um primeiro teste sensorial no Supermercado Carrefour, localizado na Rodovia D. Pedro I, município de Campinas, no dia 02 de outubro de 2002.

O teste preliminar realizado avaliou a preferência dos consumidores com relação ao diâmetro/corte da matéria prima a ser processada, assim como a frequência de consumo e definição de seu uso culinário. (Tabela 6).

As amostras foram colocadas em pratos plásticos e dispostas em gôndolas refrigeradas, localizadas na área de hortifrutigranjeiros. Para a realização deste teste dois tipos de amostras foram utilizadas levando-se em conta o diâmetro: diâmetro/corte grosso (1/4 diâmetro raiz) e diâmetro/corte fino (1/8 diâmetro da raiz).

Os consumidores foram abordados aleatoriamente, esclarecidos sobre a pesquisa e finalmente levados até a gôndola, onde avaliaram visualmente as amostras e preencheram as fichas oferecidas.

Os resultados obtidos nesta pesquisa preliminar foram utilizados para a determinação do diâmetro a ser utilizado no processamento da matéria-prima.

Tabela 6 – Ficha sensorial utilizada no teste de preferência no Carrefour Campinas

---

**TESTE DE PREFERÊNCIA – CARREFOUR D. PEDRO**

---

SEXO:  F                       M                      IDADE :

Frequência de consumo:

diariamente

mais de duas vezes por semana

duas vezes por semana

menos de duas vezes por semana

FORMA DE USO:

cozida

frita

outra. Qual?

Por favor, faça uma avaliação dos diferentes cortes feitos na mandioca e marque com um X sua preferência :

grosso

fino

Data:

Entrevista feita pela Doutoranda em Tecnologia Pós Colheita Maria das Graças dos Santos Costa – RA 939625 – Engenheira Agrônoma, M.Sc. – CREA5060099760

---

#### **4.2.2 ANÁLISE SENSORIAL DAS AMOSTRAS DO EXPERIMENTO**

As amostras destinadas à análise sensorial foram retiradas da câmara fria e colocadas, dentro das embalagens, em banho maria em aparelho tipo Banho Dubnoff, onde permaneceram, em média, por 1 hora e 30 minutos à temperatura constante de 46°C. Esta



---

O preparo das amostras foi feito da seguinte forma: o material processado foi retirado das embalagens com garfo e colocado nos pratos, acompanhados por um garfo e um copo de água. As amostras eram preparadas antes dos provadores chegarem e mantidas sobre uma superfície revestida por azulejos.

As análises propriamente ditas foram realizadas em cabines individuais, iluminadas com luz branca, onde os provadores recebiam as amostras, fichas e copo de água. A oferta das amostras foi feita monadicamente. Importante frisar que as amostras não receberam a adição de nenhum produto que pudesse alterar seu sabor.

De um total de 06 sessões, 05 delas contaram com a participação de 35 provadores e a última delas, com 22. Os provadores que participaram deste projeto não receberam treinamento.

Para a realização da análise estatística dos dados observados na análise sensorial, foram estipulados valores para as informações colhidas, de acordo com a tabela 8.

Tabela 8 – Atribuição de valores dos atributos sensoriais da ficha aplicada aos provadores

---

COR				
( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )
pouco amarela			muito amarela	
MACIEZ				
( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )
pouco macia			muito macia	
SABOR				
( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )
desgostei muito			gostei muito	
AVALIAÇÃO GERAL				
( 1 )	( 2 )	( 3 )	( 4 )	( 5 )
ruim			excelente	

---

### **4.3. ANÁLISES QUÍMICAS**

Todas as análises químicas foram realizadas em triplicata e os resultados são as médias destes valores. Devido à natureza da peroxidase e às indicações de literatura, foi realizado um teste com as amostras “in natura” para o estabelecimento de parâmetros com a mandioca processada.

#### **4.3.1. VITAMINA C**

As análises foram feitas segundo método da A.O.A.C. (1980) e os resultados expressos em mg/100g.

#### **4.3.2. AMIDO**

As análises foram feitas segundo o método de Volumetria, de acordo com técnicas descritas pela A.O.A.C. (1980) e os resultados expressos em porcentagem (%).

#### **4.3.3. TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS**

Os resultados foram determinados em refratômetro de bancada tipo Abbe modelo 2 WAJ, conforme normas da A.O.A.C. (1980) e expressos em °Brix.

#### **4.3.4. ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL E pH**

A acidez total titulável foi determinada por titulação com NaOH 0,1N de acordo com o que preconizam as normas da A.O.A.C. (1980), e expressa em g de ácido cítrico anidro/100ml ou 100g. O pH foi medido em peagâmetro marca Cole Parmer modelo HI8417.

#### **4.3.5. PEROXIDASE**

As análises foram realizadas segundo método de Khan & Robinson (1994), descrito por HOLSCHUH (2000), e os resultados expressos em unidades/minuto/g.

#### **4.4. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS**

As análises foram realizadas com três repetições, de acordo com o método do número mais provável (NMP), e investigaram a presença de coliformes fecais e totais, de acordo com SILVA (2001). A opção pela investigação destes microrganismos foi orientada por regulamentação técnica sobre padrões microbiológicos para alimentos, Resolução-RDC Nº12, de 02 de janeiro de 2001. Esta regulamentação, que versa sobre ações de controle sanitário na área de alimentos, orienta para a necessidade de controle de outros microrganismos além dos acima indicados. Porém, devido aos recursos reduzidos desta pesquisa, optamos apenas pelo controle dos coliformes fecais e totais devido à sua forma de transmissão, apontada na literatura consultada e, portanto, pela possibilidade de contaminação durante o processamento. Foram realizadas análises em amostras das raízes "in natura" e nas raízes processadas.

#### **4.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Os dados experimentais obtidos foram submetidos à análise de variância através do software Statgraphics Plus versão 1999, e as médias comparadas através do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA PRIMA

O peso médio das raízes utilizadas no experimento foi 522,71 g, e os valores médios observados para comprimento e diâmetro foram 40,72 cm e 12,42 cm, respectivamente. Através destas medidas e do uso do volume da figura geométrica mais compatível com a matéria- prima, o cone, chegou-se a um volume médio de 0,373 m<sup>3</sup>, o que gerou uma densidade média de 195 kg/l .

Com base no volume médio deslocado, através do uso de provetas, obteve-se o valor de 0,499 m<sup>3</sup> , que gerou uma densidade média de 206 kg/l.

As raízes apresentaram uma coloração de película marrom e polpa creme.

### 5.2. ANÁLISE SENSORIAL PRELIMINAR

Os dados colhidos na análise preliminar estão apresentados na Figura 2.

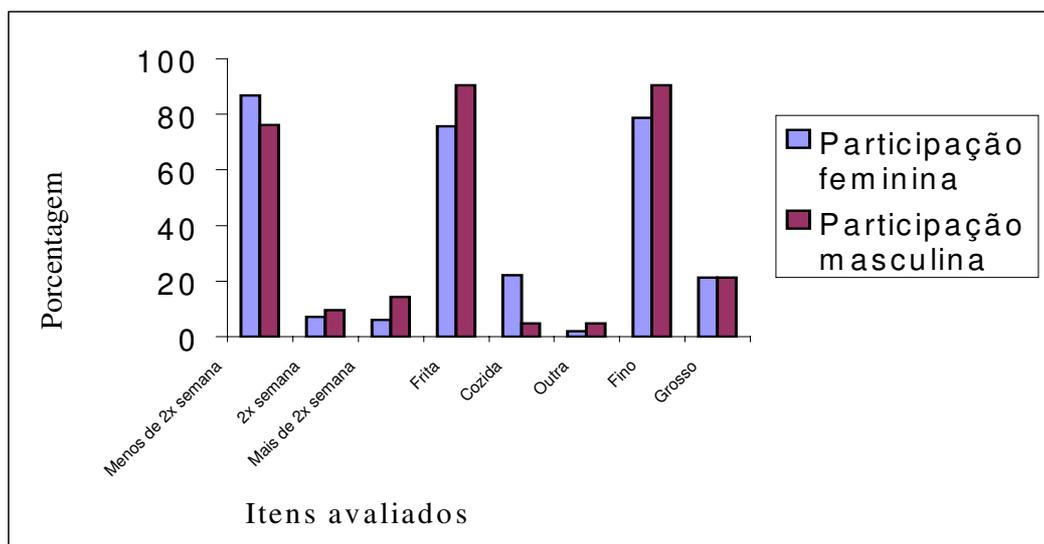


Figura 2 – Resultados da análise sensorial preliminar

### 5.3. ANÁLISES QUÍMICAS

#### 5.3.1 VITAMINA C

A análise de variância mostrou (tabela 9) que houve diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre o tempo de armazenagem e não houve mudanças perceptíveis nos teores desta vitamina entre os tempos de cocção. No presente trabalho estes valores oscilaram entre 26,44 e 19,36 mg/100g, 29,72 e 20,45 mg/100g e 28,57 e 21,17 mg/100g para os tempos de cocção de 5, 7 e 10 minutos respectivamente. **GIMENEZ (1991)** também verificou a redução do teor de Vitamina C durante o armazenamento da cultivar Guaxupé em 03 épocas de armazenamento e em condições ambientais. O trabalho de **BEZERRA (2000)**, também não mostrou influência do tratamento sobre o teor de Vitamina C, e atribuiu a ausência de variação ao longo do tempo ao efeito da refrigeração.

Neste trabalho, como a mandioca foi processada através da cocção e conservada sob refrigeração, atribui-se a redução verificada ao método de processamento utilizado, já que, **Cock (citado por BEZERRA, 2000)**, afirma que a cocção de raízes de mandioca pode levar a uma redução de 50 a 75% da vitamina C. As Figuras 3 e 4 mostram a perda de Vitamina C de acordo com o tempo de armazenagem e a ausência da influência do tempo de cocção sobre esta característica.

Tabela 9- Análise de variância para vitamina C (nível de significância  $p \leq 0,05$ ).

<b>FONTE</b>	<b>SOMA DE QUADRADOS</b>	<b>GL</b>	<b>QUADRADO MÉDIO</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Tempo de armazenagem</b>	202,058	4	50,5146	10,46	0,0045
<b>Tempo de cocção</b>	10,3865	2	5,19325	1,08	0,3915
<b>RESÍDUO</b>	33,8086	7	4,82979		
<b>TOTAL</b>	<b>260,857</b>	<b>13</b>			

Uma análise mais detalhada, através do teste de intervalos múltiplos para tempo de armazenagem, observado na tabela 10, nos mostrou a ocorrência das diferenças significativas no teor de Vitamina C entre os dias 1 e 6, 1 e 8, 1 e 11, 4 e 6, 4 e 8, 4 e 11, deixando claro que a redução desta vitamina ocorreu de forma progressiva durante o período avaliado.

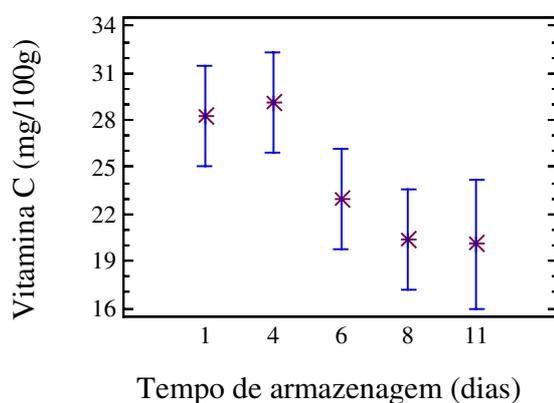


Figura 3 – Análise de variância para vitamina C durante o tempo de armazenagem utilizando teste de Tukey a 95%.

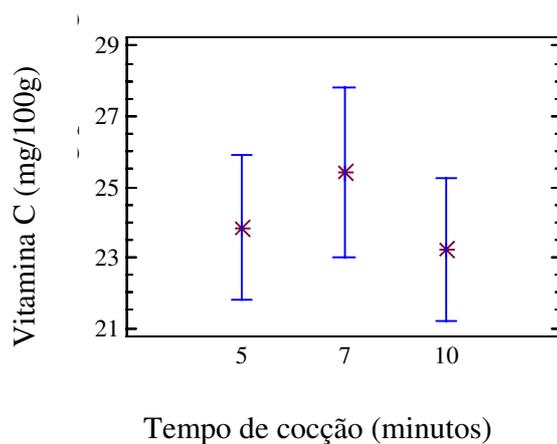


Figura 4 – Análise de variância para vitamina C considerando o tempo de cocção utilizando teste de Tukey a 95%.

Tabela 10 – Teste dos intervalos múltiplos durante tempo de armazenagem considerando Vitamina C.

<b>TEMPO DE ARMAZENAGEM (Dias)</b>	<b>SOMA</b>	<b>MÉDIAS</b>	<b>GRUPOS HOMOGÊNEOS</b>
11	2	20,0875	X
8	3	20,3467	X
6	3	22,9733	X
1	3	28,2433	X
14	3	29,1667	X
<b>CONTRASTE</b>		<b>DIFERENÇA</b>	<b>+/- LIMITES</b>
1-4		-0,923333	4,24309
1-6		*5,27	4,24309
1-8		*7,89667	4,24309
1-11		*8,15583	4,74392
4-6		*6,19333	4,24309
4-8		*8,82	4,24309
4-11		*9,07917	4,74392
6-8		2,62667	4,24309
6-11		2,88583	4,74392
8-11		0,259167	4,74392

De forma análoga, o teste dos intervalos múltiplos para tempo de cocção, observado na tabela 11, confirma a ausência de diferença significativa dos tratamentos sobre o teor de vitamina C.

Tabela 11 – Teste dos intervalos múltiplos para tempo de cocção considerando Vitamina C.

<b>TEMPO DE COCÇÃO (Minutos)</b>	<b>SOMA</b>	<b>MÉDIAS</b>	<b>GRUPOS HOMOGÊNEOS</b>
10	5	22,483	X
5	6	23,095	X
7	4	24,6715	X
<b>CONTRASTE</b>		<b>DIFERENÇA</b>	<b>+/- LIMITES</b>
5-7		-1,5765	4,16137
5-10		0,612	3,90371
7-10		2,1885	4,32462

### 5.3.2. PORCENTAGEM DE AMIDO

A análise de variância mostrou (tabela 12) que não houve diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) no teor de amido durante o tempo de armazenagem e entre os tempos de cocção, como pode ser observado nas Figuras 5 e 6. Comportamento semelhante foi observado no teor de sólidos solúveis, demonstrando coerência entre os dados avaliados.

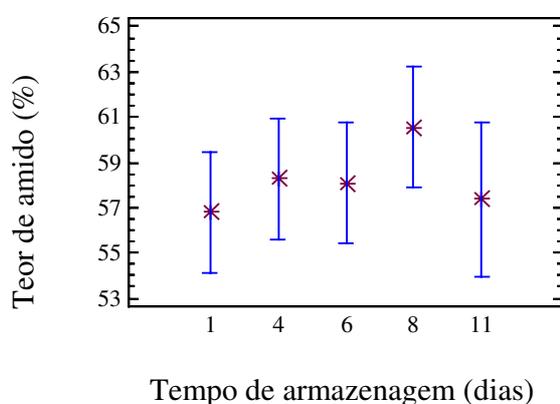


Figura 5 – Análise de variância para teor de amido durante tempo de armazenagem utilizando teste de Tukey a 95%.

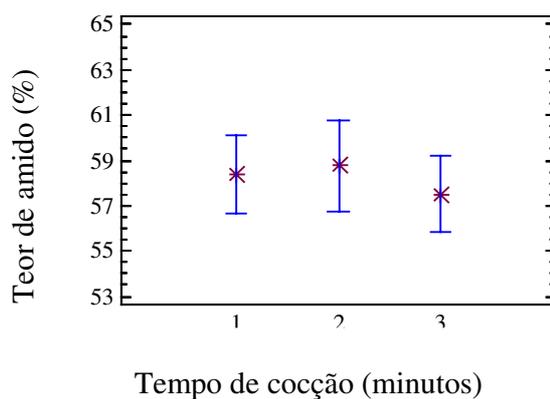


Figura 6 – Análise de variância para teor de amido considerando tempo de cocção utilizando teste de Tukey a 95%.

Em contraposição, o trabalho de **BEZERRA (2000)** apresentou diferenças significativas no teor de amido de raízes “in natura” no decorrer do período de armazenamento, 18 dias, e mantidas sob a temperatura de  $8^{\circ}\text{C}\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . Assim sendo, a diferença verificada entre os resultados deste trabalho e os de **BEZERRA (2000)** podem ser atribuídos à inativação da amilase pela cocção.

Uma análise mais detalhada, apresentada nas tabelas 13 e 14, confirmou a ausência de diferenças significativas na percentagem de amido para tempo de armazenagem e de cocção.

Tabela 12 - Análise de variância para percentagem de amido (nível de significância  $p\leq 0,05$ ).

<b>FONTE</b>	<b>SOMA DE QUADRADOS</b>	<b>GL</b>	<b>QUADRADO MÉDIO</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Tempo de armazenagem</b>	23,7778	4	5,94444	1,77	0,2400
<b>Tempo de cocção</b>	3,66469	2	1,83235	0,54	0,6030
<b>RESÍDUO</b>	23,569	7	3,36701		
<b>TOTAL</b>	<b>52,2349</b>	<b>13</b>			

Tabela 13 – Teste dos intervalos múltiplos para tempo de armazenagem considerando percentagem de amido.

<b>TEMPO DE ARMAZENAGEM (Dias)</b>	<b>SOMA</b>	<b>MÉDIAS</b>	<b>GRUPOS HOMOGÊNEOS</b>
1	3	56,79	X
11	2	57,3804	XX
6	3	58,08	XX
4	3	58,2933	XX
8	3	60,5533	X
<b>CONTRASTE</b>		<b>DIFERENÇA</b>	<b>+/- LIMITES</b>
1-4		-1,50333	3,54274
1-6		-1,29	3,54274
1-8		*-3,76333	3,54274
1-11		-0,590417	3,96091
4-6		0,213333	3,54274
4-8		-2,26	3,54274
4-11		0,912917	3,96091
6-8		-2,47333	3,54274
6-11		0,699583	3,96091
8-11		3,17292	3,96091

Tabela 14 – Teste dos intervalos múltiplos para tempo de cocção considerando porcentagem de amido.

<b>TEMPO DE COCÇÃO (Minutos)</b>	<b>SOMA</b>	<b>MÉDIAS</b>	<b>GRUPOS HOMOGÊNEOS</b>
10	5	58,256	X
5	6	59,13	X
7	4	59,5042	X
<b>CONTRASTE</b>		<b>DIFERENÇA</b>	<b>+/- LIMITES</b>
5-7		-0,37425	3,47451
5-10		0,874	3,25938
7-10		1,24825	3,61082

### 5.3.3. pH

A análise de variância mostrou (tabela 15) que os valores de pH sofreram variações estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) durante o tempo de armazenagem e não apresentaram diferenças perceptíveis entre os tempos de cocção.

Os valores médios de pH observados neste trabalho variaram entre 6,47 e 7,88, muito semelhantes aos valores médios observados por **BEZERRA (2000)**, os quais ficaram entre 6,13 e 7,12.

As Figuras 7 e 8 mostram o aumento do pH ao longo do tempo de armazenagem e a ausência de influência do tempo de cocção sobre esta característica, respectivamente.

Tabela 15- Análise de variância para pH (nível de significância  $p \leq 0,05$ ).

<b>FONTE</b>	<b>SOMA DE QUADRADOS</b>	<b>GL</b>	<b>QUADRADO MÉDIO</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Tempo de armazenagem</b>	2,82163	4	0,705407	47,53	0,0001
<b>Tempo de cocção</b>	0,0228167	2	0,0114083	0,77	0,5044
<b>RESÍDUO</b>	0,08905	6	0,0148417		
<b>TOTAL</b>	<b>2,94491</b>	<b>12</b>			

Uma análise mais detalhada, através do teste de intervalos múltiplos para tempo de armazenagem, observado na tabela 16, mostra a ocorrência das diferenças significativas entre os valores de pH entre as os dias 1 e 8, 1 e 11, 4 e 8, 4 e 11, 6 e 8, 6 e 11.

De forma análoga, o teste dos intervalos múltiplos para tempo de cocção, observado na tabela 17, confirma a ausência de diferença significativa dos tratamentos sobre os valores de pH.

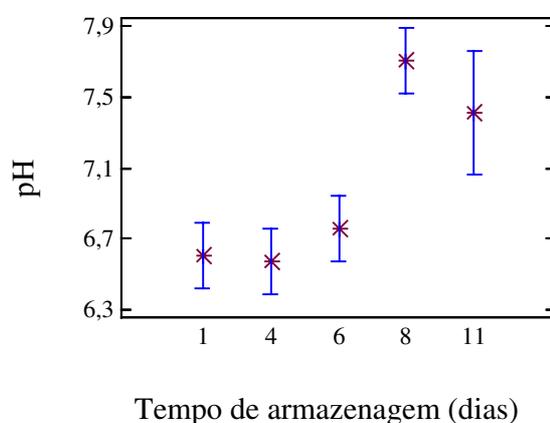


Figura 7 – Análise de variância para pH durante tempo de armazenagem utilizando teste de Tukey a 95%.

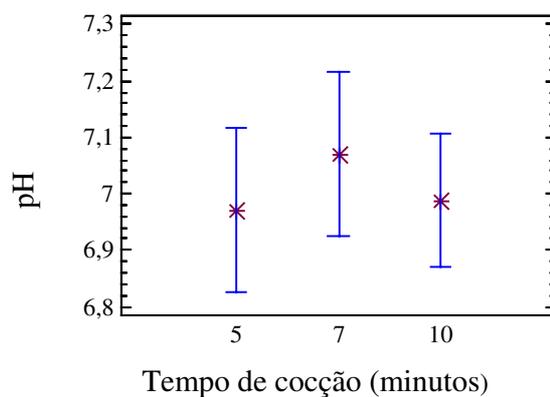


Figura 8– Análise de variância para pH considerando tempo de cocção utilizando teste de Tukey a 95%.

Tabela 16 – Teste dos intervalos múltiplos para tempo de armazenagem considerando pH.

<b>TEMPO DE ARMAZENAGEM (Dias)</b>	<b>SOMA</b>	<b>MÉDIAS</b>	<b>GRUPOS HOMOGÊNEOS</b>
4	3	6,57	X
1	3	6,60667	X
6	3	6,75	X
11	1	7,41167	X
8	3	7,71	X
<b>CONTRASTE</b>		<b>DIFERENÇA</b>	<b>+/- LIMITES</b>
1-4		0,0366667	0,243397
1-6		-0,143333	0,243397
1-8		*-1,10333	0,243397
1-11		*-0,805	0,344215
4-6		-0,18	0,243397
4-8		*-1,14	0,243397
4-11		*-0,841667	0,344215
6-8		*-0,96	0,243397
6-11		*0,661667	0,344215
8-11		0,298333	0,344215

Tabela 17 – Teste dos intervalos múltiplos para tempo de cocção considerando pH.

<b>TEMPO DE COCÇÃO (Minutos)</b>	<b>SOMA</b>	<b>MÉDIAS</b>	<b>GRUPOS HOMOGÊNEOS</b>
5	6	6,91	X
7	5	7,066	X
10	4	7,07925	X
<b>CONTRASTE</b>		<b>DIFERENÇA</b>	<b>+/- LIMITES</b>
5-7		-0,16925	0,379296
5-10		-0,156	0,355811
7-10		0,01325	0,394176

#### 5.3.4. TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS

A análise de variância mostrou (tabela 18) que não houve diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) para os teores de sólidos solúveis durante tempo de armazenagem e entre os tempos de cocção, como pode de ser observado nas Figuras 9 e 10. Isto significa que não houve variação deste fator ao longo do tempo e nem entre os tratamentos aplicados, também verificado por OLIVEIRA et al (2003).

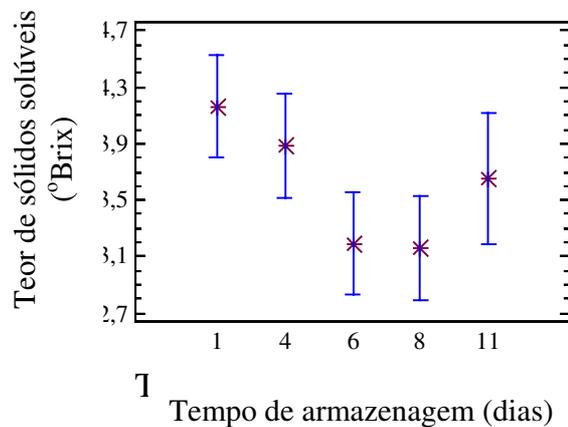


Figura 9 – Análise de variância para teor de sólidos solúveis durante tempo de armazenagem utilizando teste de Tukey 95%.

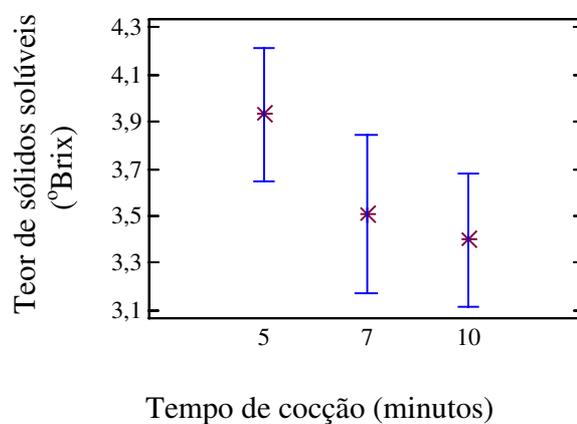


Figura 10 – Análise de variância para teor de sólidos solúveis considerando tempo de cocção utilizando teste de Tukey a 95%.

Resultado diferente foi verificado por **BEZERRA (2000)**, que observou variação significativa dos teores de sólidos solúveis em mandiocas lavadas e descascadas, armazenadas

por um período de 18 dias, e mantidas a uma temperatura de  $8^{\circ}\text{C}\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . A diferença verificada pode ser atribuída ao tratamento aplicado neste trabalho, o cozimento das raízes, enquanto que no trabalho de **BEZERRA (2000)** elas foram apenas lavadas e descascadas e não receberam nenhum processamento adicional.

Tabela 18 - Análise de Variância para Teor de Sólidos Solúveis (nível de significância  $p\leq 0,05$ ).

<b>FONTE</b>	<b>SOMA DE QUADRADOS</b>	<b>GL</b>	<b>QUADRADO MÉDIO</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Tempo de armazenagem</b>	2,2709	4	0,567726	3,92	0,0558
<b>Tempo de cocção</b>	0,772664	2	0,386332	2,67	0,1376
<b>RESÍDUO</b>	1,01325	7	0,14475		
<b>TOTAL</b>	<b>4,07092</b>	<b>13</b>			

Uma análise mais detalhada, observada nas tabelas 19 e 20, confirmou a ausência de diferenças significativas nos valores dos teores de sólidos solúveis para estes fatores para tempo de armazenagem e de cocção.

Tabela 19 – Teste dos intervalos múltiplos para tempo de armazenagem considerando teor de sólidos solúveis.

<b>TEMPO DE ARMAZENAGEM (Dias)</b>	<b>SOMA</b>	<b>MÉDIAS</b>	<b>GRUPOS HOMOGÊNEOS</b>
8	3	3,16333	X
6	3	3,19333	X
11	2	3,65292	XX
4	3	3,88667	XX
1	3	4,16333	X
<b>CONTRASTE</b>		<b>DIFERENÇA</b>	<b>+/- LIMITES</b>
1-4		0,276667	0,73456
1-6		*0,97	0,73456
1-8		*1,0	0,73456
1-11		0,510417	0,821263
4-6		0,693333	0,73456
4-8		0,723333	0,73456
4-11		0,23375	0,821263
6-8		0,03	0,73456
6-11		-0,459583	0,821263
8-11		-0,489583	0,821263

Tabela 20 – Teste dos intervalos múltiplos para tempo de cocção considerando teor de sólidos solúveis.

TEMPO DE COCÇÃO (Minutos)	SOMA	MÉDIAS	GRUPOS HOMOGÊNEOS
10	5	3,368	X
7	4	3,47775	X
5	6	3,9	X
CONTRASTE		DIFERENÇA	+/- LIMITES
5-7		0,42225	0,720414
5-10		0,532	0,675808
7-10		0,10975	0,748676

### 5.3.5. ACIDEZ TITULÁVEL

A análise de variância mostrou (tabela 21) que houve diferenças estatisticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) no tempo de armazenagem para a acidez titulável, a qual diminuiu ao longo do tempo, e que não houve diferenças perceptíveis na acidez total entre os tempos de cocção. (Figuras 11 e 12).

**BEZERRA (2000)** também verificou resultados semelhantes, notando que a acidez total titulável variou durante o período de armazenamento e apresentou comportamento similar entre os tratamentos aplicados.

Tabela 21 – Análise de variância para acidez total titulável (nível de significância  $p \leq 0,05$ ).

FONTE	SOMA DE QUADRADOS	GL	QUADRADO MÉDIO	F	P
Tempo de armazenagem	0,0393692	4	0,00984229	26,64	0,0002
Tempo de cocção	0,000264167	2	0,000132083	0,36	0,7115
RESÍDUO	0,00258583	7			
<b>TOTAL</b>	<b>0,04215</b>	<b>13</b>			

Uma análise mais detalhada através do teste de intervalos múltiplos para tempo de armazenagem e tempo de cocção, observados nas tabelas 22 e 23 mostrou a ocorrência de

diferenças estatisticamente significativas entre os dias 1 e 4, 1 e 6, 1 e 8, 1 e 11, 4 e 8, 4 e 11, 6 e 8, 6 e 11.

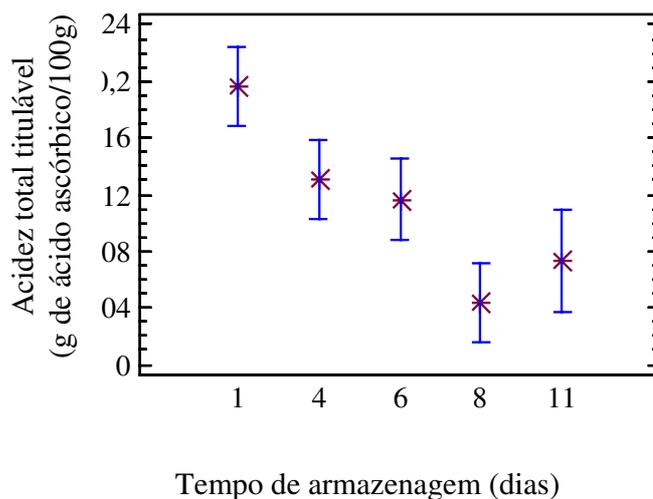


Figura 11 – Análise de variância para acidez titulável durante tempo de armazenagem considerando teste de Tukey a 95%.

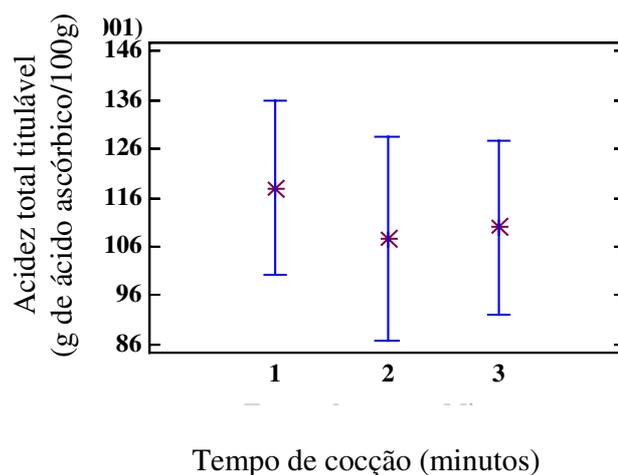


Figura 12 – Análise de variância para acidez titulável considerando tempo de cocção utilizando teste de Tukey a 95%.

Tabela 22 – Teste dos intervalos múltiplos para tempo de armazenagem considerando acidez titulável.

<b>TEMPO DE ARMAZENAGEM (Dias)</b>	<b>SOMA</b>	<b>MÉDIAS</b>	<b>GRUPOS HOMOGÊNEOS</b>
8	3	0,0433333	X
11	2	0,0729167	X
6	3	0,116667	X
4	3	0,13	X
1	3	0,196667	X
<b>CONTRASTE</b>		<b>DIFERENÇA</b>	<b>+/- LIMITES</b>
1-4		*0,0666667	0,0371081
1-6		*0,08	0,0371081
1-8		*0,1533333	0,0371081
1-11		*0,12375	0,0414881
4-6		0,0133333	0,0371081
4-8		*0,0866667	0,0371081
4-11		*0,0570833	0,0414881
6-8		*0,0733333	0,0371081
6-11		*0,04375	0,0414881
8-11		-0,02955833	0,0414881

Tabela 23 – Teste dos intervalos múltiplos para tempo de cocção considerando acidez titulável.

<b>TEMPO DE COCÇÃO (Minutos)</b>	<b>SOMA</b>	<b>MÉDIAS</b>	<b>GRUPOS HOMOGÊNEOS</b>
10	4	0,101417	X
7	5	0,103667	X
5	6	0,11667	X
<b>CONTRASTE</b>		<b>DIFERENÇA</b>	<b>+/- LIMITES</b>
5-7		0,01025	0,0293365
5-10		0,008	0,0275201
7-10		-0,00225	0,0304874

### 5.3.6. PEROXIDASE

Os testes realizados com as amostras “in natura” revelaram atividade expressas em 320 unidades/minuto/g. O estudo posterior das amostras que receberam os tratamentos

propostos pelo experimento não revelaram atividade desta enzima. Resultado idêntico é verificado no trabalho de **LORENZI (2000)** que afirma que a cocção inativa a peroxidase.

## 5.4 ANÁLISE SENSORIAL

Dentro do conceito de análise sensorial foram analisados os fatores que podem influenciar na expressão dos atributos de interesse econômico dos produtos, assim como relacioná-los aos resultados das análises químicas, a fim de relatar uma maior consistência nos dados apresentados: cor, maciez, sabor e avaliação geral.

### 5.4.1. VARIAÇÃO DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS AO LONGO DO TEMPO DE ARMAZENAGEM E DOS TEMPOS DE COCÇÃO

#### 5.4.1.1. ANÁLISE DOS TEMPOS DE COCÇÃO EM CADA TEMPO DE ARMAZENAGEM

A tabela 24 mostra a variação de cada atributo sensorial avaliado ao longo do tempo de armazenagem e de acordo com o tempo de cocção.

Tabela 24 – Resultado da análise estatística para os atributos sensoriais com base no teste de Tukey\* a 95%, considerando os tempos de cocção\*\* ao longo do tempo de armazenagem.

	COR			MACIEZ			SABOR			AV. GERAL		
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>
<b>1</b>	3,34b	3,88a	3,31b	2,42c	2,65b	3,11a	3,22a	3,02b	3,2ab	3,11b	3,37a	3,42a
<b>4</b>	3,34a	3,37a	3,4a	2,22b	3,11a	3,11a	2,77c	3,17b	3,48a	2,85c	3,17b	3,6a
<b>6</b>	3,11c	3,48b	3,65a	2,28b	3,17a	3,4a	3,14b	3,37a	3,45a	3,08c	3,4b	3,65a
<b>8</b>	2,94c	3,34b	3,71a	2,85b	2,54c	3,17a	3,28b	2,37c	3,54a	3,14b	2,54c	3,37a
<b>11</b>	2,85a	--	2,88a	3,22a	--	3,11a	3,05a	--	1,88b	2,97a	--	2,14b

\* médias seguidas da mesma letra na horizontal, por atributo, não diferem entre si significativamente ao nível e 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey

\*\* T<sub>1</sub> - tempo de cocção de 5 minutos; T<sub>2</sub> – tempo de cocção de 7 minutos; T<sub>3</sub> – tempo de cocção de 10 minutos

No dia 1 de análise o tratamento 2 produziu um aumento na intensidade da cor amarela se diferenciando estatisticamente dos outros tratamentos (1 e 3), entre os quais não houve diferenças perceptíveis.

Um aumento no tempo de cocção promoveu diferenças estatisticamente significativas no grau de maciez do produto, sendo maior quanto mais prolongado o cozimento.

O parâmetro sabor foi afetado pelo tempo de cocção, sendo que ocorreram diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos 1 e 2, e aparentes semelhanças entre os tratamentos 1 e 3, e 2 e 3.

Não houve diferenças estatisticamente significativas na avaliação geral das amostras dos tratamentos 2 e 3, sendo que as amostras destes tempos de cocção foram melhores que as do tratamento 1. Provavelmente no tratamento 2 a maior intensidade da cor, associada à uma maciez intermediária incidindo neste resultado, assim como a maciez e o sabor incidiram em similar posição do tratamento 3.

Neste dia os provadores expressaram críticas ao produto elaborado com tempo de cocção de 5 minutos (tratamento 1), destacando a desuniformidade de cocção, o sabor amargo e a dureza da mandioca. Referiram-se também à dificuldade em avaliar o sabor sem a adição de sal ou açúcar, já que a maioria deles não estava habituada a consumir a mandioca cozida sem estes condimentos.

Aos 4 dias de avaliação houve diferenças estatisticamente significativas para os atributos maciez, sabor e avaliação geral. O atributo cor não apresentou diferenças perceptíveis entre os tempos de cocção, conforme a tabela 24.

Com relação à maciez, os maiores tempos de cocção (tratamentos 2 e 3) produziram amostras estatisticamente iguais, sendo que o menor deles (tratamento 1) se diferenciou de ambas.

O atributo sabor foi afetado pelo tempo de cocção apresentando diferenças estatisticamente significativas entre eles, sendo que a preferência manifestada foi pelo tratamento 3, seguido pelos tratamentos 2 e 1.

Na avaliação geral houve diferenças estatisticamente significativas entre a avaliação dos tratamentos 1, 2 e 3, destacando-se como melhor o tratamento 3. Este resultado é facilmente

explicado pelo fato de que o tempo de cocção de 10 minutos produziu melhor sabor e melhor maciez (juntamente com 7 minutos).

Neste dia os provadores expressaram críticas ao produto elaborado pelos tratamentos 1 e 2, destacando o ressecamento e a dureza, e a desuniformidade do cozimento nos tempos de cocção de nos tratamentos 1 e 3.

Aos 6 dias de avaliação, a análise de variância mostrou que houve diferenças estatisticamente significativas entre os tempos de cocção para o atributo cor, maciez, sabor e avaliação geral. (Tabela 24).

O tratamento 3 produziu um aumento na intensidade da cor amarela, diferenciando-se para melhor, estatisticamente, dos outros tratamentos (1 e 2), os quais também produziram diferenças perceptíveis entre si.

Um aumento no tempo de cocção promoveu diferenças estatisticamente significativas no grau de maciez do produto, sendo que os tempos de cocção de 10 e 7 minutos apresentaram produtos melhores.

O parâmetro sabor foi afetado pelos tratamentos, produzindo diferenças estatisticamente significativas, notadamente entre os tratamentos 1 e os de maior tempo de cocção (3 e 2), que se mostraram mais aceitos.

Houve diferenças estatísticas significativas entre os três tratamentos na avaliação geral, destacando-se como preferido obtido com o tempo de cocção de 10 minutos (tratamento 3). Provavelmente, no tratamento 3 foi decisivo o atributo cor, unido à boa maciez e sabor.

Neste dia os provadores expressaram críticas ao produto elaborado com tempo de cocção de 5 minutos (tratamento 1), a dureza da mandioca e o sabor, azedo e amargo. Referiram-se também às diferenças entre a coloração das partes internas e externas do produto elaborado, assim com a desuniformidade de cocção entre estas partes.

Aos 8 dias de avaliação a análise de variância mostrou que houve diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos nos atributos cor, maciez, sabor e avaliação geral. (Tabela 24).

O tratamento 3 produziu um aumento na intensidade da cor amarela, diferenciando-se para melhor, estatisticamente, dos outros tratamentos (1 e 2), os quais também produziram diferenças perceptíveis entre si.

Um aumento no tempo de cocção promoveu diferenças estatisticamente significativas no grau de maciez do produto, sendo melhor quanto mais prolongado o cozimento.

O atributo sabor foi afetado pelos três tratamentos apresentando diferenças estatisticamente significativas entre eles, sendo que a preferência manifestada foi pelo tratamento 3, seguido pelos tratamentos 1 e 2.

Houve diferenças estatisticamente significativas entre a avaliação dos tratamentos 1, 2 e 3, com significativa preferência pelo tratamento 3, totalmente coerente, pois foi o produto com melhor avaliação em todos os atributos.

Neste dia os provadores expressaram críticas ao produto elaborado com tempo de cocção de 7 minutos (tratamento 2), destacando-se “sabores estranhos” das mostras. Relataram também, a desuniformidade de cocção das amostras dos três tratamentos e a dureza das amostras do tratamento 1.

Aos 11 dias de análise, houve diferenças estatisticamente significativas para os atributos maciez, sabor e avaliação geral (tabela 24). O atributo cor não apresentou diferenças perceptíveis entre os tratamentos nesta dia.

Importante ressaltar que neste tempo de armazenagem os resultados já estão comprometidos pela não presença do tempo de cocção de 7 minutos (tratamento 2). Assim, não é possível considerar as análises estatísticas como conclusivas.

Neste dia os atributos odor e aparência foram os atributos mais comentados, caracterizados por expressões “odor azedo” e “aparência ruim”, resultando na reprovação das amostras do tratamento 3 por 74,28% dos provadores.

### 5.4.1.2. ANÁLISE DOS TEMPOS DE COCÇÃO DURANTE O PERÍODO DE ARMAZENAGEM

Os diferentes tempos de cocção adotados provocaram comportamentos diferentes em cada atributo sensorial ao longo do tempo, como pode ser observado nas Figuras 13, 14, 15 e 16.

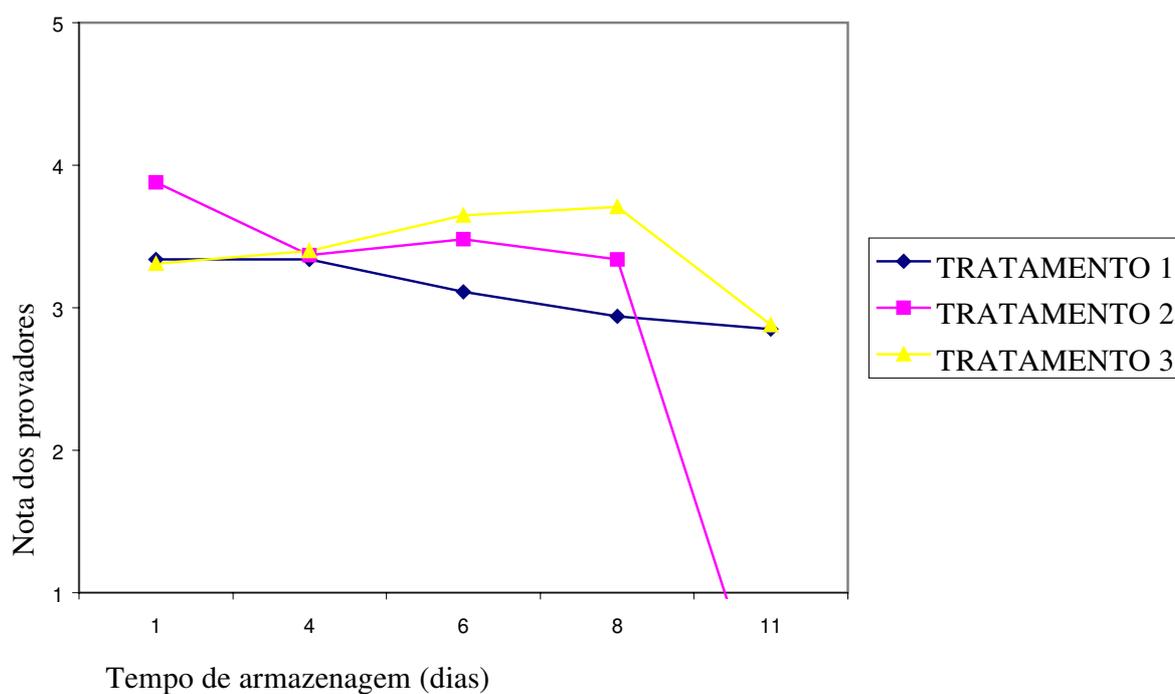


Figura 13 – Variação do atributo cor ao longo do tempo de armazenagem considerando os tratamentos de cocção.

O tempo de cocção que mais favoreceu o atributo cor durante o tempo de armazenagem foi o de 10 minutos, sendo que apresentou moderada elevação no valor das notas do primeiro para o último dia de análise, e praticamente não se alterou durante o tempo.

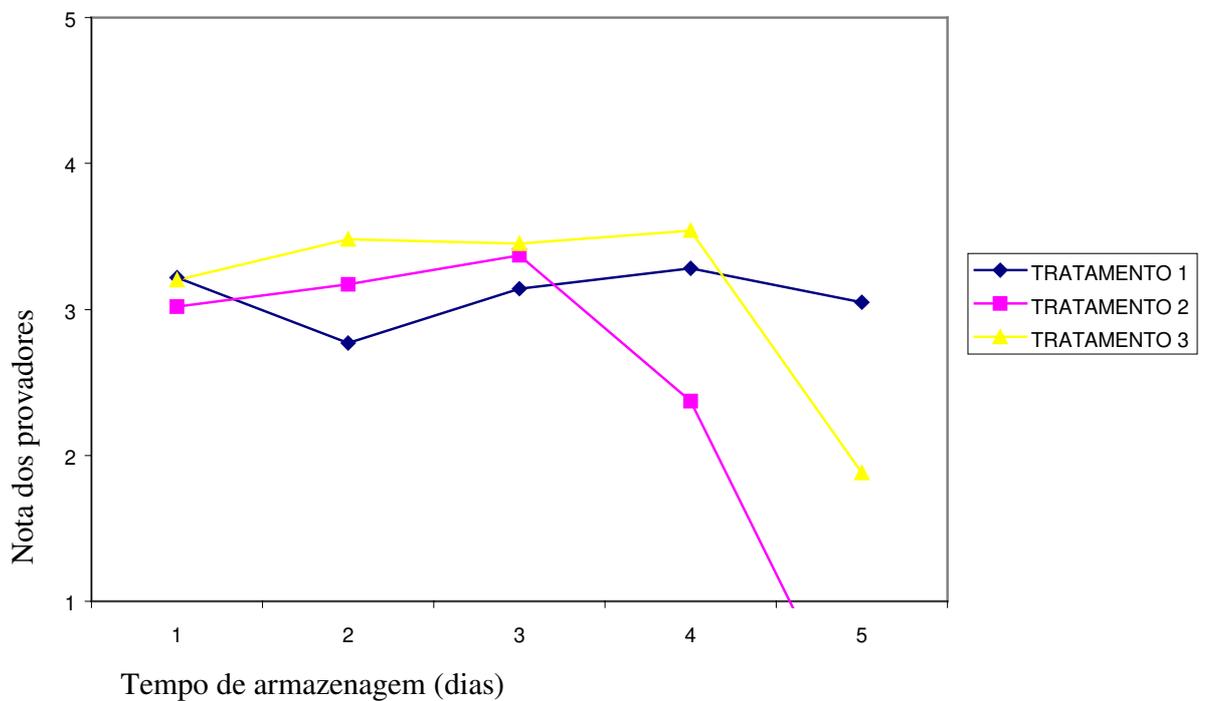


Figura 14 – Variação do atributo sabor ao longo do tempo de armazenagem considerando os tratamentos de cocção.

O tempo de cocção de 10 minutos gerou as melhores notas para o atributo sabor (Figura 13), seguido pelo tempo de cocção de 5 minutos e, em último, de acordo com a preferência dos provadores, ficou o tempo de cocção de 7 minutos.

A Figura 14 mostra a variação do atributo maciez durante o período avaliado, novamente com destaque para o tempo de cocção de 10 minutos, que recebeu melhores notas, seguidas dos tempos de cocção de 5 e 7 minutos, como também verificado na avaliação dos atributos anteriores.

A Figura 15 mostra a variação do atributo avaliação geral durante o tempo de armazenagem e consolida a preferência pelo tratamento de cocção de 10 minutos, seguidos dos tempos de 5 e 7 minutos, repetindo assim o comportamento de cada atributo verificado

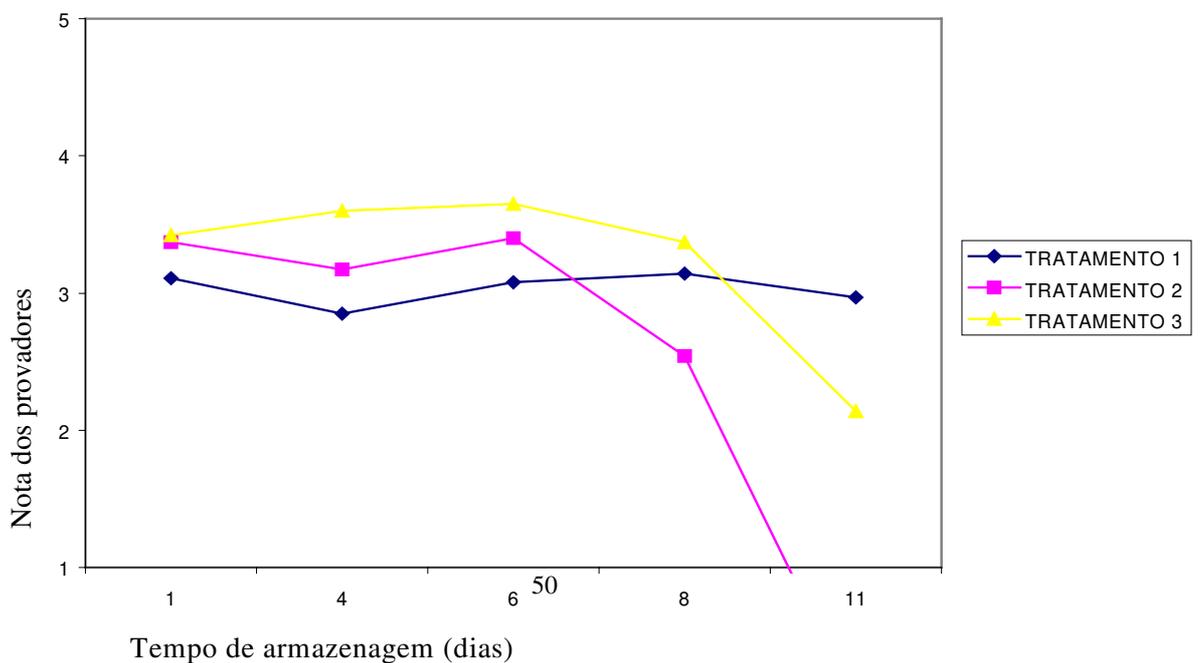
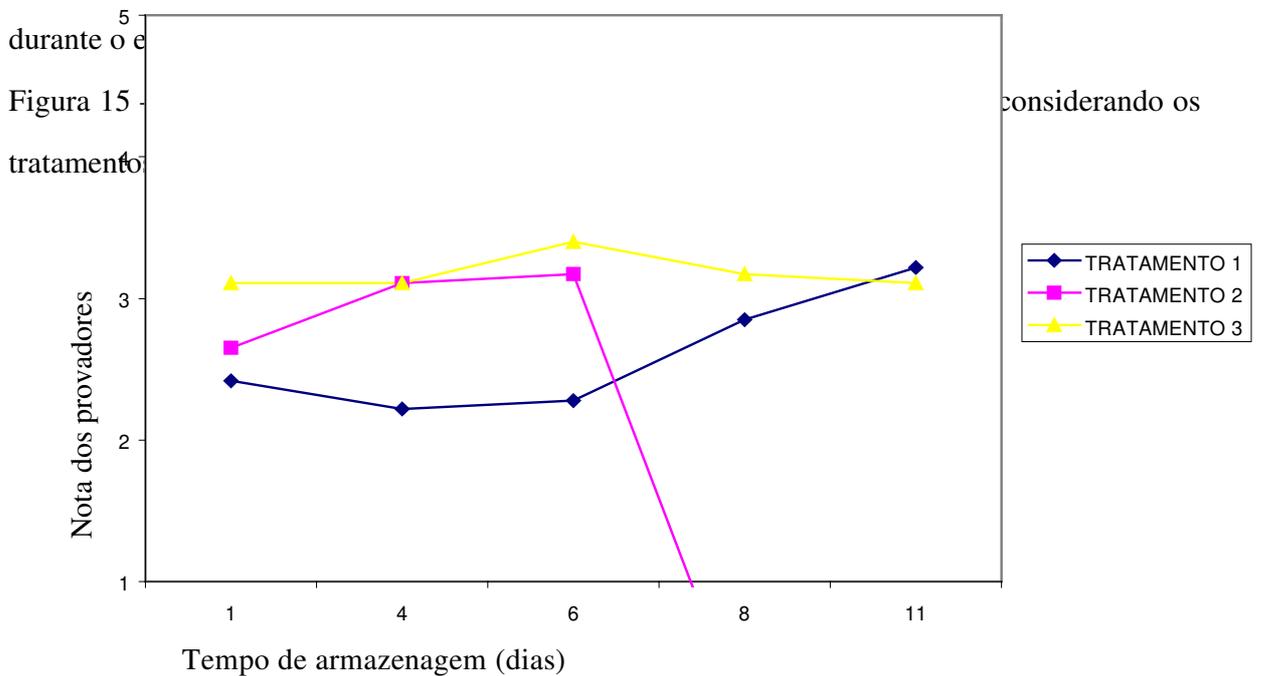


Figura 16 – Variação do atributo avaliação geral ao longo do tempo considerando os tratamentos de cocção.

### **5.5. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS**

De acordo com a análise os resultados mostraram que as amostras das raízes “in natura” apresentaram valores <3 NMP/g, atendendo, desta forma, às exigências da Resolução RDC N°12 de 2 de janeiro de 2001, de acordo com **SILVA (2001)**. Já as amostras do produto processado apresentaram 9 NMP/g ficando também dentro dos limites de aceitabilidade propostos pela RDC N°12 de 2 de janeiro de 2001 (raízes, tubérculos e similares branqueados ou cozidos, inteiros ou picados, estáveis a temperatura ambiente, refrigerados ou congelados para consumo direto).

## **6.CONCLUSÕES**

O processo utilizado e a armazenagem provocaram redução do teor de vitamina C.

O tempo de armazenagem provocou aumento de pH e diminuição da acidez.

Os teores de amido e de sólidos solúveis não foram afetados pela armazenagem.

A peroxidase foi desativada pelo processo.

O padrão microbiológico atendeu às exigências da legislação.

Com base nos resultados da análise sensorial pode-se afirmar que a cocção por 10 minutos gerou o melhor produto, verificado pelos quatro atributos utilizados (cor, maciez, sabor e avaliação geral).

O tempo de disponibilidade do produto pode ser estabelecido em 8 dias.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA – Resolução – RDC Nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos para alimentos.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Washington D.C., 13<sup>a</sup> ed., 1018 p. 1980.

BEZERRA, V. S. **Alterações na composição química e cocção de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) minimamente processadas**. Dissertação Mestrado. Universidade Federal de Lavras. Lavras. MG. 2000.

BOOTH, R. H. . **A review on root rot diseases in cassava**. In: CASSAVA PROTECTION WORKSHOP, 1978. Proceedings... Cali, CIAT, p.121-23, 1978. (Séries CE-14).

BOOTH, R.H.; BUCLE, T.S.; CARDENAS, S.; GOMEZ, C. & HERVAS, E. **Changes in quality of cassava roots during storage**. Journal Food Technology, Oxfor, 11(3):245-63, 1976.

CARVALHO, V.D. de; CHAGAS, S.J.R. & HUEI-WANG, S. . Armazenamento pós-colheita de mandioca. I. Influência da composição química de raízes de cultivares de mandioca sobre a resistência à deterioração pós-colheita (fisiológica e microbiológica). **Revista Brasileira de Mandioca, Cruz das Almas**, 1(1):15-23, 1982.

CARVALHO, V.D. de, CHALFOUN, S. M., HUEI-WANG, S. E JUSTE JÚNIOR, E.S.G. . Métodos de armazenamento na conservação de raízes de mandioca. I. Efeito da embalagem de polietileno e serragem úmida associadas a tratamentos químicos nas deteriorações pós colheita e qualidade das raízes. **Revista Brasileira de Mandioca, Cruz das Almas**, 4(1):79-83, Jun. 1985

CEREDA, M.P.; OLIVEIRA, M. A.; ADRIANA L.S.; PANTAROTO, S. . Comportamento físico químico e culinário de raízes de mandioca CV IAC 576-70, processadas como minimamente processadas, tratadas com ácido cítrico e hipoclorito de sódio e embaladas a vácuo em sacos de polietileno, por 04 semanas a 4<sup>o</sup>C. **II Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças**. Viçosa, MG, 2000.

COCK, J.H. . **Cassava: new potencial for a neglected crop**. Boulder: Westview Press, 1985. 191 p apud BEZERRA, VALÉRIA SALDANHA. **Alterações na composição química e cocção de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) minimamente processadas**. Dissertação Mestrado. Universidade Federal de Lavras. Lavras. MG. 2000.

COELHO, A.H.R. . **Efeito da idade de colheita sobre o grau de deterioração fisiológica e composição química das raízes de três cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Lavras UFLA, 1992. 107p. (Dissertação – Mestrado em Ciências dos Alimentos).

DUTCOSKY, S. D. . **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 1996.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Agropecuária – [www.embrapa.gov.br](http://www.embrapa.gov.br) - 07-08-2000.

FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA. Elaboração de dissertações, teses e planos de pesquisa: Normas da Faculdade de Engenharia Agrícola da Unicamp. Nov 2001. [www.agr.unicamp.br/admin/mat\\_dita/pos\\_graduacao/linha1/arquivos/NormasdeTeseseProjetos](http://www.agr.unicamp.br/admin/mat_dita/pos_graduacao/linha1/arquivos/NormasdeTeseseProjetos)

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [www.fao.org](http://www.fao.org) . 18-11-2005.

FERREIRA, M.E. . **Efeito do armazenamento na composição, cocção e características do amido das raízes de algumas cultivares de mandioca. *Manihot esculenta* Crantz)**. Lavras ESAL, 1986. 101p. (Dissertação – Mestrado em Ciências dos Alimentos).

FERREIRA, V.L.. **Análise sensorial - Testes discriminativos e afetivos**. Manual série qualidade profíqua/Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 60p, 2000.

FOLCLORE – Autor desconhecido. [www.bichodomato.com/solteobicho](http://www.bichodomato.com/solteobicho) – 13-09-2004.

GIMENEZ, R. . **Deterioração fisiológica e alguns componentes químicos em seções de raízes de mandioca cv. Guaxupé durante o armazenamento**. Tese. ESAL, 1991.

HOLSCHUH, H. J. . **Isolamento, purificação e caracterização bioquímica da peroxidase de carambola (*Averrhoa carambola* L.)**. Tese Doutorado. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas. SP. 2000.

INGRHAM, J.S. & HUMPHRIES, I.R.O. . **Cassava storage – a review**. Tropical Science, London, 14(2):131-48, 1977.

JORGE, J.T. **Determinação de algumas propriedades físicas e mecânicas da soja, variedade Santa Rosa**. Dissertação mestrado. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, Sp. 1977.

KATO, M. DO S.A. . ; CARVALHO, V.D. . **Influência da espessura de embalagem de polietileno na deterioração fisiológica em raízes de mandioca**. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.23, n.8, p.803-809, 1988

KAWABATA, A.; SAWAYAMA, S.; ROSARIO, R.R.; NOEL, M.G. . **Effect of storage and heat treatment on the sugar constituents of tropical root crops**. In: URITANI, i.; REYS, E.D. (eds). Tropical roots crops: post-harvest physiology and processing. Tokyo: Japan Scientific Societies, 1984. p.243-258 apud BEZERRA, VALÉRIA SALDANHA. **Alterações na composição química e cocção de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) minimamente processadas**. Dissertação Mestrado. Universidade Federal de Lavras. Lavras. MG. 2000.

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

LOZANO, J.C.; BOOTH, R.H. **Diseases of cassava (*Manihot esculenta* Crantz)**. Pans, London, v.20 p.30-54, 1974 apud BEZERRA, VALÉRIA SALDANHA. **Alterações na composição química e cocção de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) minimamente processadas**. Dissertação Mestrado. Universidade Federal de Lavras. Lavras. MG. 2000.

MAINI, S.B.; BALAGOPAL, C. . *Biochemical changes during post-harvest deterioration of cassava*. Journal of roots crops, Trivandrum, v.4, n.1, p.31-33, 1978 apud BEZERRA, VALÉRIA SALDANHA. **Alterações na composição química e cocção de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) minimamente processadas**. Dissertação Mestrado. Universidade Federal de Lavras. Lavras. MG. 2000.

MAJUNDER, S.K.; PINGALE, S.V.; SWAMINATHAN, M.; SUBRAHMANYAN, V. . **Control of spoilage in fresh tapioca tubers**. Bulletin of Central Food Technological Research, Mysore, v.5, n.5, p.108-109, 1956 apud BEZERRA, VALÉRIA SALDANHA. **Alterações na composição química e cocção de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) minimamente processadas**. Dissertação Mestrado. Universidade Federal de Lavras. Lavras. MG. 2000.

MARRIOT, J.; BEEN, B.O. & PERKINS, C. . **The aetiology vascular streaking in cassava roots after harvest: association with water loss from wounds**. Phisiology Plant, Rockville, 44:38-42, 1978.

MONTGOMERY, DOUGLAS C. . **Design and analysis of experiments** / Douglas C. Montgomery. – 5<sup>th</sup> ed. Includes bibliographical references and index. P.116-119. Library of Congress Cataloging - in – Publication Data. Printed in the United States of America, 2001.

OGUNSUA, A.º; ADEDEJI, G.T. . **Effect of processing on ascorbic acid in different varieties of cassava (*Manihot esculenta* Crantz)**. Journal of Food Technology, Oxford, v.14, n.1, p.69-74, 1979 apud BEZERRA, VALÉRIA SALDANHA. **Alterações na composição química e cocção de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) minimamente processadas**. Dissertação Mestrado. Universidade Federal de Lavras. Lavras. MG. 2000.

OLIVEIRA, MARCELO ALVARES DE; PANTAROTO, S. ; CEREDA, M.P. . **Efeito da sanitização e de agente antioxidante em raízes de mandioca minimamente processadas**. Brazilian Journal of Food Techno,logy, v.6, n.2, p. 339-344. Julho-Dezembro 2003.

PARANAÍBA, JOSÉ LUIZ VILELA. **Alterações na deterioração fisiológica, cocção e composição química pós colheita de raízes de mandioca devido a poda e uso de embalagem de polietileno**. Dissertação de mestrado. Escola Superior de Agricultura de Lavras. MG. 1993.

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 da Mandioca**, Cruz das Almas, 4(1):27-32, 1985.

PEQUENO, M. G.; COSTA, L.; CHAGAS, S. J. de R..Efeito do congelamento no tempo de cocção e em alguns componentes químicos das raízes de sete cultivares de mandioca. **Revista Brasileira da Mandioca**. Cruz das Almas (BA), 10 (1/2): 81-85, 1991.

RICKARD, J.E. & COURSEY, D.C. . **Cassava storage. I. Storage of fresh cassava roots**. Tropical Science, London, 13(1):1-32, 1981 apud PARANAÍBA, JOSÉ LUIZ VILELA. **Alterações na deterioração fisiológica, cocção e composição química pós colheita de raízes de mandioca devido a poda e uso de embalagem de polietileno**. Dissertação de mestrado. Escola Superior de Agricultura de Lavras. MG. 1993.

RICKARD, J.E. **Investigation in post-harvest behaviour of cassava roots and their response to wounding**. London, University of London, 1982. 161p. (Tese Doutorado) apud PARANAÍBA, JOSÉ LUIZ VILELA. **Alterações na deterioração fisiológica, cocção e composição química pós colheita de raízes de mandioca devido a poda e uso de embalagem de polietileno**. Dissertação de mestrado. Escola Superior de Agricultura de Lavras. MG. 1993.

SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo- SAA - **Plano Estadual de Desenvolvimento da Cadeia Produtiva da Mandioca**. 2000.

SIEGEL, SIDNEY. **Diseño Experimental no Parametrico**. Edition Revolucionaria. Instituto Cubano Del Libro – 19 – nº 1002 – Vedado – Habana. P.226 - Toamado de la edition 1970.

SILVA, Neusely da. . **Manual de Análise Microbiológica de Alimentos/** Neusely da Silva, Valéria Christina Amstaden.-São Paulo: Livraria Varela, 1997. 2ª edição – 2001.

SÃO PAULO. Coordenadoria de Assistência Técnica Integral – CATI – [www.cati.sp.gov.br](http://www.cati.sp.gov.br) – 28-04-1997.

SÃO PAULO. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). – 10-06-2004.

SÃO PAULO. Instituto de Economia Agrícola – [www.ica.sp.gov.br](http://www.ica.sp.gov.br) – 10-06-2004.

TANAKA, Y.; DATA, HIROSE, S.; TANIGUCHI, T. & URITANI, I. **Biochemical changes in secondary metabolites in wounded and deteriorated cassava roots.** Agricultural Biological Chemistry, Tokyo, 47(4):693-700, 1983.

TANIGUCHI, T. & DATA, E.S. **The role of microorganisms in post-harvest deterioration of cassava roots.** In: URITANI, I. & REYES, E.D., eds. Bio-resources investigation on production, processing and vegetation of root crops in the tropics – 1981; interim report. Nogoya, Nogoya University, p22-31, 1982.

WHEATLEY, C. **Studies on cassava (*Manihot esculenta* Crantz) root post-harvest physiological deterioration.** London, University of London, 1982. 246p (Tese de Doutorado).