



AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**AVALIAÇÃO DO EFEITO SINERGÍSTICO DA EMBALAGEM  
A VÁCUO, IRRADIAÇÃO E REFRIGERAÇÃO DA  
MANDIOCA MINIMAMENTE PROCESSADA**

**BIANCA MARIA PEDROSO**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Aplicações.

Orientador:  
Dr. Valter Arthur

**São Paulo  
2005**

**INSTITUTO DE PESQUISAS ENÉRGICAS E NUCLEARES**  
Autarquia Associada à Universidade de São Paulo

**AVALIAÇÃO DO EFEITO SINERGÍSTICO DA EMBALAGEM A VÁCUO,  
IRRADIAÇÃO E REFRIGERAÇÃO DA MANDIOCA MINIMAMENTE  
PROCESSADA**

**BIANCA MARIA PEDROSO**



Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de tecnologia Nuclear – Aplicações

Orientador:  
Dr. Valter Arthur

SÃO PAULO  
2005

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais Ariovaldo Antonio Maria Pedroso, Vanda Torres Pedroso, pelo apoio na concretização da minha vida profissional.

A minha irmã, Aline Maria Pedroso e ao meu noivo Rodrigo Teixeira de Barros pelo carinho e compreensão na realização deste trabalho.

Ao Orientador Prof. Dr. Valter Arthur, do Centro de Energia Nuclear na Agricultura-  
CENA/USP

Pela sua dedicação e pelo apoio  
científico e profissional que recebi  
durante a realização deste trabalho.

## AGADECIMENTOS

A DEUS pelo amparo e como guia em mais uma etapa de minha vida

Ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado.

Ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura, da Universidade de São Paulo, LIARE-CENA-USP em Piracicaba.

A Daniela Terenzi Stuchi Leite, pela ajuda nas análises físico-químicas das amostras.

## LISTA DE TABELAS

1. Análise estatística de experimentos não ortogonais, com dados desbalanceados das hipóteses pág.10
2. Análise estatística de acordo com variância pág.12
3. Análise variância para cor pág.14
4. Valores de variância para pH, acidez, peso, umidade e textura pág.14
5. Análise de médios do pH da mandioca embalada, irradiada e refrigerada pág.15
6. Valores médios da acidez da mandioca embalada, irradiada e refrigerada pág.16
7. Valores médios da umidade da mandioca embalada, irradiada e refrigerada pág.19
8. Valores médios da textura da mandioca embalada, irradiada e refrigerada pág.20
9. Valores médios do valor L (cor) da mandioca embalada, irradiada e refrigerada pág.21
10. Valores médios do valor a (cor) da mandioca embalada, irradiada e refrigerada pág.22
11. Variância da análise sensorial pág.23
12. Média da nota obtida da análise sensorial da mandioca pág.24

## **LISTA DE GRÁFICOS**

1. Variação de peso e umidade  
pág.17
2. Variação do valor b em relação ao tratamento  
pág.23
3. Variação do valor b em relação ao armazenamento  
pág.27

**AVALIAÇÃO DO EFEITO SINERGÍSTICO DA EMBALAGEM A VÁCUO,  
IRRADIAÇÃO E REFRIGERAÇÃO DA MANDIOCA MINIMAMENTE  
PROCESSADA**

**Bianca Maria Pedroso**

**RESUMO**

A mandioca é considerada uma fonte alimentícia muito rica em calorias, cultivada em solos pobres e de fácil crescimento. É uma cultura extremamente resistente, capaz de produzir rendimentos econômicos satisfatórios, tornando um alimento viável contra a fome em diversas regiões pobres do mundo. É uma raiz bastante perecível, caracterizada por sua rápida deterioração pós-colheita.

No trabalho foram utilizadas mandiocas industrializadas embaladas em sacos de polietileno a vácuo, irradiadas com doses de 0 (controle), 1,3 e 5 kGy e armazenadas em temperaturas de refrigeração por 1, 21, 30 e 50 dias, com o objetivo de avaliar o efeito sinérgico da embalagem a vácuo, da irradiação e da refrigeração na conservação de mandioca minimamente processada

Das variáveis analisadas, que foram pH, peso, umidade, textura e cor, os resultados mais relevantes foram nas variáveis pH e acidez e análise sensorial, comprovando que nenhuma das duas análises apresentaram alterações significativas no decorrer do período de armazenamento, concluindo que a radiação não afetou as características químicas sensoriais da mandioca.

As doses de 1kGy e 3kGy foram as que melhores resultados apresentaram com relação as características físico-químicas das mandiocas por um período de até 50 dias de armazenamento em refrigeração. As características sensoriais das mandiocas irradiadas com doses de 1, 3, e 5 kGy apresentaram melhores resultados no 21º dia.



# VALUATION OF SINERGISTIC EFFECT IN VACUUM PACK, REFRIGERATION AND IRRADIATED TREATMENTS OF MINIMALLY PROCESSED CASSAVA

Bianca Maria Pedroso

## ABSTRACT

Cassava is cultivated almost all over the world and it is considered one of the most important nutritious sources of calories in the human diet. Cassava is a viable food against starvation in several poor areas of the world because it is an extremely resistant culture and may reach satisfactory economical yield.

We utilized vacuum packed industrialized cassava irradiated with 0,1kGy, 3kGy and 5kGy and stored under refrigeration for 1, 21, 30 and 50 days. Our objective was to analyse the synergistic effect of vacuum packing, irradiation and refrigeration on the preservation of minimally processed cassava.

The samples were analyzed for pH, acidity, weight, humidity, texture and color. The irradiation did not affect the chemical characteristics of the cassava. Neither the pH nor the acidity, the most relevant variables to verify deterioration in cassava, presented significant alterations during the period of storage.

Comparing the irradiated treatments, the dose of 1kGy and 3kGy affected the physic-chemical characteristics of the cassava the least during the period of storage and refrigeration for 50 days; the doses of 1kGy,3kGy and 5kGy scored the highest rates the sensorial analysis during the period of storage for 21 days.

## SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	ii
AGADECIMENTOS	iv
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE GRÁFICOS	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT	viii
SUMÁRIO	ix
1.INTRODUÇÃO	1
2. REVISAO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. -Deterioração das raízes de mandioca .....	3
2.2.- Conservação dos alimentos .....	3
2.3.-Aspectos físicos- químicos .....	6
2.3.1.Valores de pH e acidez titulável .....	6
2.3.2. Perda de peso da raiz armazenada .....	7
2.3.3.-Teor de umidade da raiz armazenada .....	7
2.3.4.-Cor .....	8
3 - OBJETIVO	9
4 -MATERIAL E MÉTODOS	10
4.1. Primeira Etapa- Análise Físico- Químicas .....	11
4.1.1 . Delineamento experimental .....	11
4.1.2 Tratamento utilizado - Irradiação das raízes de mandioca .....	11
4.1.3. Preparo das amostras .....	11
4.1.4. Determinação dos valores de pH .....	12
4.1.5. Determinação dos valores de acidez titulável.....	12
4.1.6. Determinação do peso .....	12
4.1.7. Determinação da umidade .....	12
4.1.8. Determinação de textura .....	12
4.1.9 Determinação de cor .....	13
4.1.10 Análise estatística.....	13
4.2. Segunda Etapa – Análise Sensorial .....	14
4.2.1.Delineamento Experimental.....	14
4.2.2 – Tratamentos utilizados.....	14
4.2.3. Provas de degustação.....	14
4.2.4- Preparo das amostras .....	14
4.2.5- Teste de aceitabilidade .....	15
4.2.6 – Análise Estatística .....	15
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5.1 Valores de pH.....	18
5.2 – Valores de Acidez.....	19
5.3- Variação de Peso .....	21
5.4 Variação da umidade.....	22
5.5 Variação de Textura .....	23
5.6 – Valor L .....	24

5.6 – Valor L .....	24
5.7 – Valor “a” .....	26
5.8 – Valor “b” .....	27
5.9. Análise sensorial.....	28
<b>6. CONCLUSÕES</b>	<b>31</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>32</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A mandioca é a principal fonte de calorias para cerca de 500 milhões de pessoas no mundo, especialmente nos países em desenvolvimento onde é cultivada em pequenas áreas com baixo nível tecnológico. Mais de oitenta países cultivam, e o Brasil é o segundo maior produtor, com cerca de 15% da produção mundial. Todos os estados brasileiros cultivam essa raiz que se situa entre os nove primeiros produtos agrícolas, em área cultivada, e o sexto, em valor de produção. Ainda assim, a mandioca é um alimento pouco estudado no país e praticamente inexplorado industrialmente ( Embrapa, 20/09/02).

A mandioca por ser uma cultura de climas áridos, possui habilidade de crescimento em solos pobres, e resistente a doenças, de fácil propagação, capaz de produzir rendimentos satisfatórios. Tais características a tornam uma arma tão viável quanto poderosa contra a fome, em diversas regiões pobres do mundo (Paiva ,1994).

A Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas- BA) unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária , vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, selecionou nove clones de mandioca que poderão ser fortes aliados ao combate a fome nutricional nas regiões semi-áridas do Brasil, com baixo teor de ácido cianídrico, permitindo o consumo fresco sem riscos de intoxicação, “estes clones podem prevenir também cegueira em crianças, ocasionadas pela falta de vitamina A. ( Embrapa,02/05/03)

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é originária do continente americano, não se descartando a possibilidade de ser genuinamente brasileira, pois a maioria das espécies selvagens identificadas do gênero *Manihot* foram localizadas em território brasileiro (Câmara et al., 1982).

Por outro lado, existe um inconveniente a mandioca fresca deteriora-se rapidamente, limitando sua utilização e consumo. Segundo Booth (1994) e Richard & Coursey (1981), as raízes de mandioca são mais perecíveis que outras raízes e sua

deterioração inicia-se entre o 1º e o 7º dia após a colheita, não podem ser conservadas em condição satisfatória por mais alguns dias

## **2. REVISAO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1.-Deterioração das raízes de mandioca**

A extrema perecibilidade das raízes, pós- colheita, pode estar ligada a quantidade de água existente na raiz, que é em torno de 60%, isso facilita a contaminação microbiológica. A deterioração pode ocorrer de duas maneiras, uma chamada de primária, causada por agentes fisiológicos e a secundária ou microbiana.

Outro fator relevante na deterioração das raízes de mandioca é a poda. Observou-se que, efetuando-se a poda da parte aérea na planta em estado vegetativo e procedendo-se a colheita após duas ou três semanas, conservam-se as raízes por muito mais tempo. Pesquisas comprovam que o efeito da poda sobre a redução da deterioração fisiológica pode prolongar-se por nove semanas (Paiva,1994). A deterioração, normalmente, começa nas regiões que sofrem danos físicos. Segundo Ravi et al. (1996), o local da maioria dos danos severos é normalmente no istmo, parte superior das raízes, que se conecta com o sistema da planta.

As alterações enzimáticas de alimentos, ocorrem por enzimas procedentes do próprio alimento ou elaboradas por microorganismos. Então as enzimas poderão facilitar tanto a deterioração fisiológica, como a microbiológica. As alterações microrgânica de alimentos e de produtos alimentícios , podem ser causadas pelos três tipos de microorganismos: fungos ou mofo, leveduras e bactérias. (Evangelista, 2000).

Os microorganismos nos alimentos são causadores de alterações químicas prejudiciais, resultando no que chamamos "deterioração microbiana". A deterioração resulta em alterações de cor, odor, sabor, textura e aspectos do alimento. ( Franco, 2004).

### **2.2.- Conservação dos alimentos**

A preservação e a conservação são processos independentes, que geralmente se complementam ,estabelecendo a continuidade necessária para que o alimento e os produtos alimentícios permaneçam inalterados em valores organoléuticos e

nutritivos e apresentem condições higiênicas capazes de assegurar o seu consumo (Salinas, 2002).

A irradiação é um excelente método, que sob o ponto de vista técnico, satisfaz plenamente o objetivo de proporcionar aos alimentos, estabilidade nutritiva, condições de sanidade e de mais longo período de armazenamento. Muitos países como Estados Unidos, Japão, Índia, Canadá, Israel, Suécia e Turquia tem utilizado a irradiação dos alimentos para a conservação de produtos comercializados. As radiações ionizantes exercem sobre os alimentos, atividade bactericida, para que não cause danos em determinados alimentos.

Organizações internacionais como FAO, AIEIA e OMS, e entidades nacionais de várias Nações, têm tido ativas participações para que o emprego da radiações de alimentos se amplia cada vez mais.

O processo de refrigeração difere dos demais processos de frio, pelos graus de temperatura utilizados, que estão compreendidos entre 1°C a 10° C. (Envangelista, 2000). A maior parte dos alimentos alteráveis pode ser conservada por refrigeração durante um tempo limitado, onde não se evitam, porém se retardam as atividades microbianas e enzimáticas. (Gava, 1999).

Estudos pioneiros realizados por Czyhrinciw & Jaffé (1951) determinaram que raízes de mandioca podem ser obtidas em melhores condições, quando armazenadas a 3°C, com perda total de 14%, após duas semanas de estocagem e 23%, após 4 semanas. Já, Singh & Mathur (1953) reportaram que raízes armazenadas de 0- 2°C, por duas semanas, não apresentam oxidação interna, no entanto, após 4 semanas uma infestação azulada de mofo foi detectada em temperaturas acima de 4°C, o mesmo sintoma foi observado rapidamente e as raízes foram rejeitadas, após duas semanas de estocagem.

O congelamento é um método eficiente para armazenar raízes de mandioca, por controlar ambos os tipos de deterioração: fisiológica e microbiológica. No entanto, alterações de textura e qualidade das raízes têm sido observadas, com a utilização desse método de conservação. O ponto de congelação dos alimentos é mais baixo do que o da água pura. De modo geral, os alimentos congelam-se de 0°C a - 4°C. (Gava, 1999).

A desvantagem relativa do método de congelação em comparação com os proveitos que oferece ao mercado de consumo, é o gasto a que obriga, de uma cadeia interrupta de aplicação de diferentes graus de baixa temperatura (cadeia de frio). ( Evangelista, 2000).

A aplicação de parafina em raízes de mandioca tem sido eficiente para prolongar o seu período de conservação. Este efeito é atribuído à diminuição da permeabilidade ao oxigênio e, conseqüentemente, inativação parcial de algumas enzimas oxidativas ( peroxidase e polifenoloxidase), reduzindo assim as perdas de umidades das raízes, e diminuindo a contaminação microbiana (Kato & Souza, 1987).

Quanto ao tratamento químico de pós-colheita, visando à conservação da mandioca, estudos realizados por Carvalho et al. (1985), utilizando ácido ascórbico 0,25% e fungicida maneb 0,48% em raízes inteiras, acondicionadas em sacos de polietileno ou em serragem úmida, indicam diminuição da deterioração fisiológica. Os autores verificaram, ainda, que o tratamento químico com fungicida maneb a 0,48% foi mais eficaz no controle da deterioração microbiológica, principalmente, quando associado à embalagem de polietileno ou à secagem úmida, conservando as raízes com baixa incidência de microorganismos até 41 dias após a colheita.

Estes conservantes só podem ser utilizados em determinados produtos, sendo a quantidade máxima a ser utilizada prescrita pela legislação vigente. (Gava, 1999); Pois estes produtos deixam resíduos, que são tóxicos e cancerígenos.



## Conservação dos Alimentos

- Temperatura      Processo enzimático
- Deterioração      Fisiológica      Microbiológica
- Permeabilidade do oxigênio
- Ác. Ascórbico 0,25%  
                         Fúngicida maneb 0,48%
- 

Atividade	<b>microorganismo</b>
Enzimática	Flora
	Vida

### 2.3.-Aspectos físicos- químicos

#### 2.3.1.Valores de pH e acidez titulável

Sarmento (1989), estudando as variações de pH, no decorrer do armazenamento das raízes de mandioca da cultivar Branca de Santa Catarina, observou uma elevação deste parâmetro até o 4<sup>o</sup>- 5<sup>o</sup> dia de armazenamento, seguindo-se de um decréscimo, no 6<sup>o</sup> dia de acompanhamento.

Ferreira (1986) observou que o pH das raízes da cultivar Broto Roxo e Iracema aumentaram, durante o período de armazenamento, enquanto a cultivar Mantiqueira sofre acréscimos de 0 para 2 dias, seguido de decréscimo. A autora observou ainda que a acidez diminuiu em todas cultivares estudadas. Para o cultivar IAC- 1418, observou comportamento semelhante, indicando um máximo da acidez, observada entre o segundo e quarto dia, corresponde ao grau de deterioração fisiológica de 0,82.

Este comportamento da acidez, em raízes de mandioca durante o armazenamento, foi também verificado por Balagopalan & Padmaja (1984), que observaram um

decréscimo até o quarto dia de estocagem, com simultânea ocorrência de descoloração vascular.

### **2.3.2. Perda de peso da raiz armazenada**

Ferreira (1986) observou que a perda de peso da mandioca aumentou progressivamente durante o armazenamento porém, verificou-se que entre diversos cultivares progrediu a taxas diferentes. A autora observou para as cultivares Broto Roxo e Iracema, que enquanto ocorreram perdas de peso, conseqüentemente houve uma diminuição na umidade devido aos processos de evaporação, não ocorrendo o mesmo com a cultivar Mantiqueira, na qual constatou-se uma perda de peso, juntamente com o aumento da umidade.

Booth (1973) observou valores de 6,6% de perda de peso no quarto dia de estocagem para a cultivar Llanera.

Tejadac & Moscoco (1979) apresentaram valores de 6,32% de perda de peso da mandioca, após dois dias de armazenagem, em condições ambientais.

### **2.3.3.-Teor de umidade da raiz armazenada**

Segundo Carvalho et al. (1982), os cultivares de mandioca Mantiqueira, Guaxupé, Sonora, Branca de Santa Catarina, Iracema e IAC 12829 apresentaram teores de umidade correlacionados negativamente ao grau de deterioração fisiológica, indicando que quanto maior o grau de deterioração fisiológica, menor o teor de umidade, apresentando durante o armazenamento uma tendência de redução de umidade.

Os diversos trabalhos encontrados na literatura sobre armazenamento de raízes de mandioca mostram grandes variações de alteração na qualidade das raízes. O teor de umidade das raízes do cultivar Branca de Santa Catarina variou de 61,04 a 62,84 % no decorrer do experimento (Sarmiento, 1989).

Segundo Carvalho et al. (1982), foi verificada a ocorrência de uma correlação positiva significativa em relação à deterioração microbiana.

Ferreira (1986) observou uma tendência de diminuição nos teores de umidade, durante o armazenamento das raízes. Porém estes teores diferiram entre os cultivares analisados.

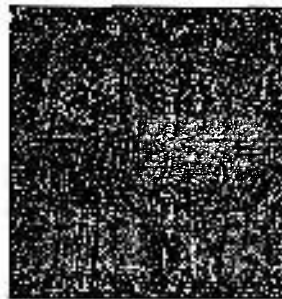
#### **2.3.4.-Cor**

Neto et al. (1997), estudando a irradiação de mandiocas observaram que no segundo dia do experimento, a testemunha apresentou valor L mais baixo em relação as amostras tratadas com irradiação, indicando que não apresentaram tais alterações, exceto leve tonalidade amarelada, que decresceram em função do aumento da dose aplicada. A amostra irradiada com 10 kGy apresentou cor idêntica ao controle fresco.

### **3. OBJETIVO**

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito sinérgico da embalagem a vácuo, da irradiação e da refrigeração na conservação de mandioca minimamente processada.

#### 4 -MATERIAL E MÉTODOS



Cobalto-60  
 Gammabeam 650  
 Taxa de dose 1,232 kGy/h  
 Dose radiação 1, 3 e 5 kGy

#### Câmeras

Climatizadas  
 Temp.de refrigeração Cobalto-60

1/ 21/ 30/ 60 dias

Cor  
 Textura  
 Umidade  
 pH  
 Ácidez  
 Perda de peso

A parte experimental foi realizada no Laboratório de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia, do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, da Universidade de São Paulo, LIARE-CENA-USP em Piracicaba, São Paulo, Brasil.

No presente trabalho foi utilizada a mandioca (*Manihot esculenta* CRANTZ) da variedade IAC- 567-70, industrializada e acondicionadas em sacos de polietileno com capacidade de 300 ml. As mesmas foram lacradas a vácuo, sem conservantes, cortadas em pedaços de aproximadamente 10cm, rotuladas com validade de 18 dias.

Amostras foram submetidas ao tratamento com radiação: gama do Cobalto-60, para isto foi utilizada uma fonte de Cobalto-60 tipo Gammabeam 650, sob uma taxa de dose de 1,232 kGy/h. Cada tratamento constou de 6 repetições, com peso médio de 400 gramas de mandioca por embalagem, 2.400 gramas por tratamento. Foram utilizadas doses de radiação gama de: 0 (controle), 1, 3, 5 kGy. Após a irradiação as amostras foram colocadas em câmaras climatizadas com temperatura de refrigeração, posteriormente foram feitas análises físico-químicas ( para determinação dos valores de

pH, acidez, perda de peso, umidade, textura e cor) e sensorial no 1º, 21º, 30º, e 50º dias de armazenamento.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 6 repetições por tratamento. Foi realizada a análise de variância, com aplicação do teste F. Obtendo-se significância no teste F ao nível de 5%, a análise foi continuada com a aplicação do teste de Tukey

#### **4.1. Primeira Etapa- Análise Físico- Química**

##### **4.1.1 . Delineamento experimental**

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com tratamentos em esquema casualizado, com tratamentos dispostos em esquema fatorial 4X4, referentes a 4 níveis de tratamentos : 0 (controle), 1kGy, 3kGy e 5kGy e 4 níveis de períodos de armazenamento refrigeradas ( 1º, 21º, 30º e 50º dias), com 6 repetições por tratamento.

##### **4.1.2 Tratamento utilizado - Irradiação das raízes de mandioca**

As amostras de mandioca após embaladas em sacos de polietileno lacradas a vácuo, foram submetidas às doses 0 (testemunha), 1, 3, 5 kGy de radiação gama, em um irradiador de Cobalto-60 tipo Gammabeam 650, sob uma taxa de dose de 1,232 kGy/h, no Laboratório de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP).

##### **4.1.3. Preparo das amostras**

Para cada série de análises, as raízes de mandioca foram trituradas em liquidificador por 5 minutos, e as quantidades necessárias para cada análise foram pesadas em balança analítica e analisadas, conforme cada metodologia descrita abaixo.

#### **4.1.4. Determinação dos valores de pH**

A determinação de pH foi feita através do método descrito por Lanara (1981), em potenciômetro digital, marca Metrohm Fluisau E520 (Suíça).

#### **4.1.5. Determinação dos valores de acidez titulável**

A acidez titulável foi determinada através do método de titulação das amostras com solução de NaOH 0,1N, usando como indicador solução alcoólica de fenolftaleína a 1,0%, conforme método descrito no Instituto Adolfo Lutz (1985).

#### **4.1.6. Determinação do peso**

O peso das mandiocas foi determinado, utilizando-se balança semi-analítica GEHAKA tipo BG 8000.

#### **4.1.7. Determinação da umidade**

A determinação da umidade foi realizada, utilizando-se 10 gramas de amostras homogêneas, as quais foram colocadas em balança marca OHAUS modelo MB 200, própria para determinação de umidade e peso.

A secagem da amostra ocorreu através de raios infravermelhos, tendo como princípio a diferença de peso da amostra, conforme metodologia proposta pela A . O . A . C. (1995).

#### **4.1.8. Determinação de textura**

Para determinação de textura, foi utilizado o "Texture Testing System", modelo TP-01, do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição (ESALQ/USP). Este equipamento é provido de um anel de prova de 300lbf, acoplado a um registrador automático de variações de força, operando com célula-padrão de cisalhamento e compressão CS-1, com 10 lâminas de 1/8 polegadas de espessura de ângulos de 90°.

#### 4.1.9 Determinação de cor

A determinação de cor foi realizada em um colorímetro MINOLTA CHROMA METER-CR 200b (Minolta, Ransey, N.J.), com resultados expressos pelo parâmetros de cor L, a e b.

#### 4.1.10 Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística de acordo com o esquema de análise de variância apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Esquema de análise de variância

CAUSAS DE VARIAÇÃO	GRAUS DE LIBERDADE
Tratamento	3
Período	3
Tratamento X Período	9
RESÍDUO	44
TOTAL	59

Para a análise estatística, utilizou-se o procedimento GLM do programa estatístico SAS (1988), por ser adequado à análise de experimentos não ortogonais, com dados desbalanceados das hipóteses que estão sendo testada, geralmente complexas em caso de modelo com 2 ou mais fatores, interação, desbalanceamento com cancelas vazias.

Análise estatística teve continuidade para o teste F significativo ( $p < 0,05$ ), aplicando-se o teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), de acordo com Pimentel Gomes (1990).



## **4.2. Segunda Etapa – Análise Sensorial**

### **4.2.1. Delineamento Experimental**

O delineamento experimental para análise sensorial adotado foi de blocos casualizados, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4x2, referentes a 4 níveis de tratamentos ( Testemunha, irradiado com 1kGy, 3kGy, 5kGy , sendo todas amostras refrigeradas) e 2 níveis de armazenamento ( 1° e 21° dias).

### **4.2.2 – Tratamentos utilizados**

Os tratamentos utilizados na segunda etapa foram os mesmos da primeira etapa, conforme descrito no item 3.1.2.

Para a realização das análises sensoriais ou provas de degustação, foi realizado o recrutamento de pessoas escolhidas ao acaso e sem treinamento específico, para a composição do painel de provadores.

O recrutamento de provadores levou em consideração a disponibilidade de tempo do provador, interesse em participar da equipe, apreciar ou não o produto. Foram recrutados 25 provadores, pertencentes à faixa etária entre 20 e 55 anos, de ambos os sexos.

### **4.2.3. Provas de degustação**

As provas de degustação foram realizadas em instalações com cabines individuais para aplicação de testes, com controle de iluminação e de temperatura ambiente.

As amostras foram codificadas com números de 3 dígitos e colocadas aleatoriamente em bandejas individuais, onde se encontrava água mineral disponível para lavagem dos palatos.

### **4.2.4- Preparo das amostras**

As raízes de mandioca foram cozidas em 1 litro de água com 10 gramas de sal, por aproximadamente 20 minutos.

As amostras foram servidas ainda quentes, em copos descartáveis, na-quantidade de aproximadamente 50 gramas por provador por tratamento.

#### **4.2.5- Teste de aceitabilidade**

As amostras preparadas, conforme descrito anteriormente, foram apresentadas aos provadores, para a realização da análise sensorial do produto através do Teste de Aceitabilidade.

Para a aplicação do teste de aceitabilidade, utilizou-se a ficha de preferência do tipo escala hedônica, segundo modelo de Chaib de Moraes (1983), com notas que variam de 1 a 9, sendo:

#### **Notas**

- 9- extremamente aceitável
- 8- muito aceitável
- 7- moderadamente aceitável
- 6- ligeiramente aceitável
- 5- nem aceitável, nem inaceitável
- 4- ligeiramente inaceitável
- 3- moderadamente inaceitável
- 2- muito inaceitável
- 1- extremamente inaceitável

#### **4.2.6 – Análise Estatística**

Foi realizada a análise descritiva ( verificação de "outliers") que constatou a não existência de valores discrepantes. Foi realizado o Teste de Hartley , que indicou a existência de homogeneidade dos tratamentos. Desta forma, pode-se prosseguir com a análise de variância. Obtendo-se o valor de F significativo ao nível de 5%, a análise estatística teve continuidade com o teste de Tukey (  $\alpha = 0,05$ ) para comparação das médias.

Todas as análises foram realizadas através do PROC GLM do sistema estatístico SAS. Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística de acordo com o esquema de análise de variância apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 . Esquema de análise de variância.

<b>CAUSAS DE VARIAÇÃO</b>	<b>GRAUS DE LIBERDADE</b>
Tratamento	3
Período	1
Tratamento X Período	2
Provador	25
RESÍDUO	150
TOTAL	181

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do teste F, observa-se que a interação Tratamento e Período de armazenamento foi significativo para as variáveis de pH, acidez, umidade, textura, Tabela 3. O valor L e valor "a", Tabela 4, da cor da mandioca, sendo que para a variável peso, somente o tratamento foi significativo e para o valor "b", Tabela 4, houve efeito de tratamento e do período de armazenamento.

Tabela 3. Teste F, aplicado à análise de variância, para variáveis pH, acidez, peso, umidade e textura.

CV	GL	VALOR F				
		PH	Acidez	Peso	Umidade	Textura
Período (P)	3	7,13*	5,80*	2,49 ns	3,57*	15,65*
Tratamento (T)	3	25,95*	24,78*	8,72*	26,18*	59,03*
P x T	5	7,86*	10,92*	2,25 ns	9,46*	7,89*

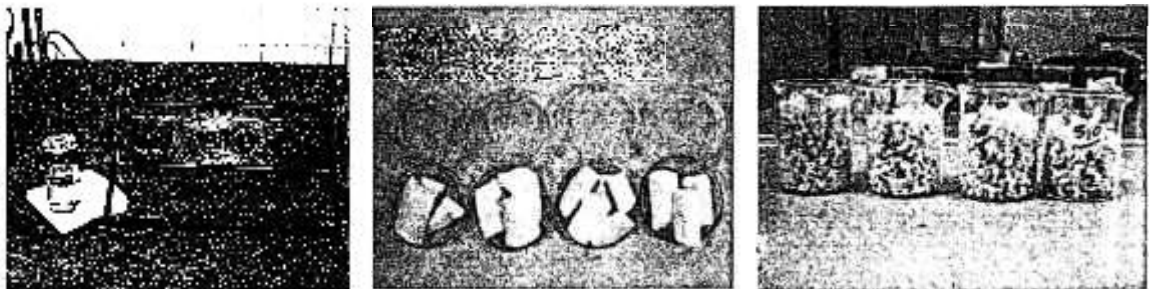
(\*)Valor F significativo ao nível 5%

Tabela 4: Teste F, aplicado à análise de variância, para análises de cor

CV	GL	VALOR F		
		Valor L	Valor a	Valor b
Período (P)	3	0,66ns	2,13ns	4,42*
Tratamento (T)	3	219,59*	5,77*	12,70*
P x T	5	2,93*	3,94*	1,06ns

(\*)Valor F significativo ao nível 5%

### 5.1 Valores de pH



O valor F da análise de variância, Tabela 3, revela que houve efeito significativo, na interação Tratamento e Período de Armazenamento. Observa-se pela Tabela 5, que no 1º dia de armazenamento, a testemunha apresentou um maior pH mas não houve diferença entre os tratamentos. No 21º dia a mandioca irradiada com 1 kGy apresentou o menor pH mas não diferiu dos demais tratamentos. No 30º dia todos os tratamentos diferiram entre si, sendo o menor pH verificado na mandioca irradiada com 1 kGy. No 50º dia não houve diferença no pH das mandiocas irradiada com 1 kGy e 3 kGy. Considerando-se a mandioca irradiada com 1 e 3 kGy, não houve diferença no pH durante o período de armazenamento. Para a mandioca irradiada com 5 kGy observa-se que não houve diferença no pH, no 1º e 21º dia, diferindo no 30º dia no qual apresentou o maior pH. Importante observar ainda que na mandioca irradiada com 3 kGy, o pH apresentou um valor maior aos 21 dias de armazenamento, seguido por um menor valor, comportamento semelhante ao observado por Sarmiento (1989) nas espécies de Branca de Santa Catarina e por Ferreira (1986) na cultivar Mantiqueira.

Tabela 5: Valor médio de pH da mandioca irradiada, embalada e refrigerada, durante os períodos de armazenamentos

Tratamentos	Períodos (dias)			
	1	21	30	50
Testemunha	7,19Aa	7,21Aa	-	-
1 kGy	6,92Ab	6,76Aa	6,86Aa	6,92Aa
3 kGy	7,12Aa	7,48Ab	7,19Ab	7,03Aa
5 kGy	7,09Aab	7,24Ab	7,82Bc	-

Medidas seguidas de Letras distintas, minúscula para tratamento dentro de cada período, e maiúscula para período dentro de cada tratamento, diferem entre si ao nível de 5% ao teste de Tukey.

- Amostras deteriorada

## 5.2 – Valores de Acidez



O valor F da análise de variância indica que a interação Tratamento e Período foi significativa para a variável acidez. Através da Tabela 6, verifica-se que no primeiro dia de armazenamento não houve diferença entre a testemunha e demais tratamentos. A mandioca irradiada com 5 kGy apresentou o menor teor de acidez, diferindo da mandioca irradiada com 1 kGy e 3 kGy. No 21º dia a testemunha e a mandioca irradiada com 1 kGy apresentaram um maior teor de acidez, não diferindo da mandioca irradiada com 5 kGy, mas diferindo da mandioca irradiada com 3 kGy. No 30º dia todos os tratamento diferiram entre si, sendo maior teor de acidez observado na mandioca

irradiada com 1 kGy, e o menor, na mandioca irradiada com 5 kGy. No 50º dia a mandioca irradiada com 1 kGy, não diferiu da mandioca irradiada com 3 kGy.

Observa-se que, para a mandioca irradiada com 1 kGy não houve diferença do teor de acidez, durante o período de armazenamento. Para a mandioca irradiada com 3 kGy observa-se que o maior teor de acidez foi encontrado no 1º dia, não diferindo do 50º dia. Para a mandioca irradiada com 5 kGy o 1º dia não diferiu do 21º dia, os quais diferiram do 30º, que por sua vez apresentou menor teor de acidez. A acidez é o importante parâmetro na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício. Geralmente, um processo de decomposição do alimento seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera a concentração dos íons de hidrogênio. (Instituto Adolfo Lutz, 1985). Pelos resultados obtidos, pode-se constatar pela Tabela 6, que embora no decorrer do experimento, fossem observadas alterações significativas, estas não comprometeram o teor de acidez das amostras. As mandiocas irradiadas com 3 kGy apresentam uma menor acidez, no 21º e no 30º dia. Por esse parâmetro de avaliação, observou-se que a radiação gama pode ter induzido efeitos benéficos nas qualidades físico-químicas das amostras de mandioca.

Tabela 6: Valores médios de acidez da mandioca irradiada, embalada e refrigerada durante o período de armazenamento, expressos em (ml NaOH 0,1 N / 100g da amostra)

Tratamentos	Períodos (dias)			
	1	21	30	50
Testemunha	1,09Ab	1,08Ab	-	-
1 kGy	1,16Aa	1,29Aa	1,29Aa	1,22Aa
3 kGy	1,19Aa	0,63Bb	0,88ABb	1,10Aa
5 kGy	0,90Ab	0,92Aab	0,42Bc	-

Medidas seguidas de Letras distintas, minúscula para tratamento dentro de cada período, e maiúscula para período dentro de cada tratamento, diferem entre si ao nível de 5% ao teste de Tukey.

- Amostra deteriorada

### 5.3- Variação de Peso

O teste F da análise de variância dos valores de peso revelou que não houve efeitos significativos, interação Tratamento Período de Armazenamento, entretanto observa-se diferença significativa em relação ao tratamento, como mostra a Tabela 3. No Gráfico 1, observa-se que o maior peso foi verificado na testemunha, não diferindo das mandiocas irradiadas com 1, 3 e 5 kGy. Menor peso foi observado na mandioca irradiada com 5 kGy. Os resultados da perda de peso das amostras foram afetados neste experimento, estando de acordo com os resultados obtidos por Booth (1973) e Tejadac & Moscoco (1979).

Além da perda de peso, foi observado um leve aumento de umidade nas amostras, constatando-se que a perda de peso está relacionada com o teor de umidade, estando de acordo com os resultados de Ferreira (1986), no seu experimento com mandioca da variedade Mantiqueira, onde houve uma perda de peso, e um aumento de umidade.

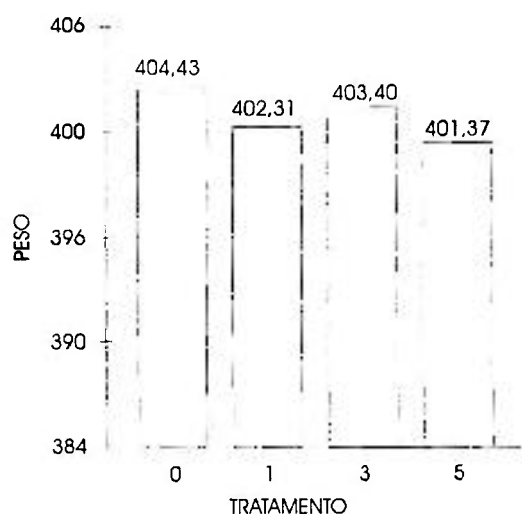


Gráfico 1 - Medidas seguidas por letras distintas diferem entre si a 5%



#### 5.4 Variação da umidade



O teste F da análise de variância revela que a interação Tratamento e Período foi significativo para a variável umidade, como mostra os dados da Tabela 3. Verifica-se pela Tabela 7, que no primeiro dia de armazenamento o maior teor de umidade foi encontrado na mandioca irradiada com 5 kGy diferindo dos demais tratamentos, os quais não diferiram entre si. No 21º dia o menor teor de umidade foi encontrado na testemunha e na amostra irradiada com 1 kGy, não diferindo da amostra irradiada com 3 kGy, as quais diferiram da irradiada com 5 kGy. No 30º dia, a amostra irradiada com 1 kGy apresentou o menor teor de umidade, diferindo da amostra irradiada com 3 kGy e esta não diferindo da amostra irradiada com 5 kGy. No 50º dia de armazenamento, a amostra irradiada com 1 kGy apresentou um menor teor de umidade, diferindo da amostra irradiada com 3 kGy.

Na mandioca irradiada com 1 kGy como se observa na tabela 7, não houve diferença no teor de umidade durante o período de armazenamento. Para a amostra irradiada com 3 kGy, o menor teor de umidade foi verificado no 1º dia, diferindo dos demais períodos, onde se verificou um aumento da mesma, o mesmo resultado também observado por Sarmiento (1989), na variedade Branca de Santa Catarina. Para a amostra irradiada com 5 kGy, observa-se que o maior teor de umidade foi encontrado no 1º e no 21º dia diferindo do 30º dia, que apresentou uma menor umidade em relação aos demais períodos. A perda de peso das amostras da mandioca irradiada com 5 kGy, no 50º dia de armazenamento, foi devido provavelmente ao alto teor de umidade que se encontrava no interior das mesmas. As variações nos valores de umidade também

podem ser possivelmente atribuída à variabilidade existente entre as raízes de uma mesma cultivar, como é descrito por Kato & Souza (1987).

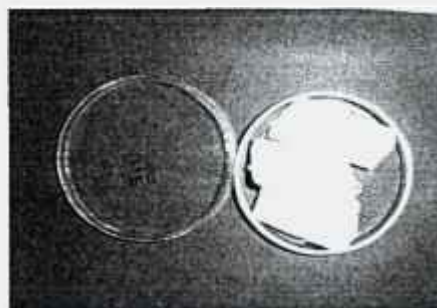
Tabela 7: Valores médios da umidade da mandioca irradiada, embaladas e refrigerada durante o período de armazenamento, expressos em porcentagem.

Tratamentos	Períodos (dias)			
	1	21	30	50
Testemunha	59,22Aa	59,10Aa	-	-
1 kGy	59,44Aa	59,92Aa	57,98Aa	58,42Ab
3 kGy	58,49Aa	61,34Ba	63,00Cb	62,29BCb
5 kGy	65,42ABb	66,00Ab	60,47Bab	-

Medidas seguidas de letras distintas, minúscula para tratamento dentro de cada período, e maiúscula para período dentro de cada tratamento, diferem entre si ao nível de 5% ao teste de Tukey.

- Amostras deterioradas

### 5.5 Variação de Textura



O teste F, da análise de variância revela que a interação Tratamento Período foi significativa para a variável textura como mostra a tabela 3. Observa-se pela tabela 8 que, no 1º dia de armazenamento, embora a testemunha tenha apresentado a maior textura, não diferiu da mandioca irradiada com 1 kGy e 3 kGy, diferindo apenas da amostra irradiada com 5 kGy, a qual apresentou menor textura. No 21º dia do armazenamento, com exceção do tratamento com 5 kGy todos os demais tratamentos

não diferiram entre si, sendo que a maior textura foi observada na testemunha e a menor na mandioca irradiada com 5 kGy. No 30º dia a mandioca irradiada com 1 kGy apresentou a maior textura, não diferindo dos demais. No 50º dia a amostra irradiada com 1kGy apresentou a maior textura, não diferindo da dose de 3 kGy.

Tabela 8: Valores médios da textura da mandioca irradiada, embaladas e refrigerada, durante o período de armazenamento, expressos em (lbf/g)

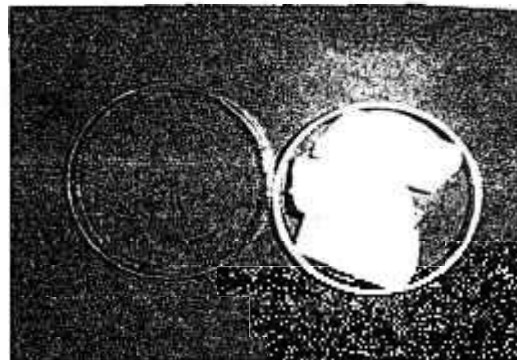
Tratamentos	Períodos (dias)			
	1	21	30	50
Testemunha	21,36Aa	20,98Aa	-	-
1 kGy	17,32 Aab	18,40 Ba	19,72Ba	16,32Ba
3 kGy	16,34 ABab	19,12 Ab	15,08Ba	16,09Aa
5 kGy	10,71 Ab	14,34 Abc	17,27Ba	-

Medidas seguidas de Letras distintas, minúsculas para tratamento dentro de cada período, e maiúscula para período dentro de cada tratamento, diferem entre si ao nível de 5% ao teste de Tukey.

- Amostras deterioradas

A irradiação comparada ao método de congelamento é mais eficaz, pois um dos inconvenientes do congelamento é justamente a textura, já discutida por Gava (1999). A irradiação de alimentos acaba preenchendo esse requisito, além de permanecer com uma textura superior a apresentada pela testemunha.

## 5.6 – Valor L



Os valores de L, são indicados pelas coordenadas de “a” e “b”, num plano retangular de eixos com valores de 0 a 100, destacando a luminosidade da coloração entre tons de branco (100) e preto (0).

O teste F, da análise de variância revela que a interação Tratamento e Período, foi significativa para o parâmetro L da cor, como podemos observar na tabela 4. Observa-se na Tabela 9, que no 1º e 21º dia a testemunha apresentou o menor valor L, diferindo dos demais tratamentos. No 30º dia não houve diferença significativa entre os tratamentos. No 50º dia a amostra irradiada com a dose de 1 kGy apresentou o maior valor L, diferindo da amostra irradiada com 3 kGy. Constata-se, que para nenhum dos tratamentos houve diferença significativa entre os valores L, obtidos durante o armazenamento. Pode-se observar ainda, pela tabela 9 que todas as amostras atingiram valor de luminosidade acima de 80, isso indica que nenhuma amostra apresentou grau visível de escurecimentos enzimico ou processo de oxidação, durante o período de armazenamento, conferindo com os resultados apresentados no experimento feito por Neto et. al. (1997).

Tabela 9: Valores médios do valor L da mandioca, irradiada, embaladas e refrigerada, durante o período de armazenamento.

Tratamentos	Períodos (dias)			
	1	21	30	50
Testemunha	70,72Aa	70,55Ab	-	-
1 kGy	86,63Ab	86,43 Aa	86,63 Aa	87,58 Aa
3 kGy	84,09Ac	85,78 Aa	85,69 Aa	83,60 Ab
5 kGy	84,89Ac	84,52 Aa	84,68 Aa	-

Medidas seguidas de Letras distintas, minúsculas para tratamento dentro de cada período, e maiúscula para período dentro de cada tratamento, diferem entre si ao nível de 5% ao teste de Tukey.

-Amostras deterioradas

### 5.7 – Valor “a”

O índice “a” dentro de uma escala de cores, corresponde aos tons que vão de verde (valores negativos), ao vermelho (valores positivos). O teste F da análise de variância constatou que a interação Tratamento X Período foi significativa para o parâmetro “a”, da cor da mandioca, como observamos na tabela 4.

Observa-se na tabela 10 que no 1º e no 21º dia de armazenamento, não houve diferença significativa entre os tratamentos. No 30º dia, o maior valor “a” foi observado na amostra, irradiada com 3 kGy, a qual não diferiu da amostra irradiada com 1 kGy, mas diferiu da amostra irradiada com 5 kGy. No 50º dia de armazenamento, a amostra irradiada com 3 kGy, apresentou o menor valor “a” diferindo da mandioca irradiada com 1 kGy. Observou-se que a amostra irradiada com a dose de 1 kGy, não diferiu dos demais períodos de armazenamento até o 30º dia, diferindo do 50º dia, que por sua vez apresentou o maior valor “a”. Para as amostra irradiadas com 3 e 5 kGy, não houve efeito do período de armazenamento.

Tabela 10: Valores médios do valor “a” da mandioca irradiada, embaladas e refrigerada, durante o período de armazenamento.

Tratamentos	Períodos (dias)			
	1	21	30	50
Testemunha	- 0,89Aa	-0,87Aa	-	-
1 kGy	- 1,25 Aba	- 1,14 Aa	- 1,09 Aab	- 1,57 Bb
3 kGy	- 1,55 Aa	- 1,14 Aa	- 1,55 Ab	- 0,95 Aa
5 kGy	- 1,22 Aa	- 0,98 Aa	- 0,82 Aa	-

Medidas seguidas de Letras distintas, minúsculas para tratamento dentro de cada período, e maiúscula para período dentro de cada tratamento, diferem entre si ao nível de 5% ao teste de Tukey.

- Amostras deterioradas

### 5.8 – Valor “b”

O índice “b” corresponde aos tons que vão de azul (valor negativos) ao amarelo (valores positivos). O teste F da análise de variância do valor “b” da cor revelou que não houve efeito significativo da interação Tratamentos e Período de armazenamento (Gráficos 2 e 3). Observa-se nos gráficos 2 e 3 que a testemunha apresentou maior valor “b” mas não diferiu das amostras irradiadas.

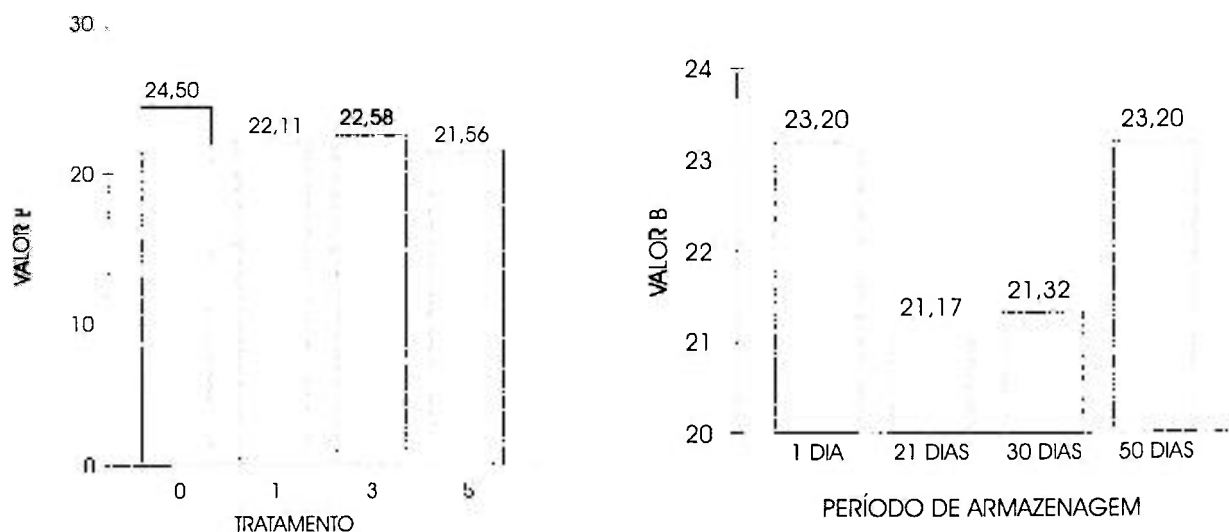


Gráfico 2 e 3- Medidas seguidas por letras distintas diferem entre si a 5%

### 5.9. Análise sensorial

Observa-se, pela Tabela 11, que a interação Tratamento e Período foi significativo ao nível de 5%.

Tabela 11. Valor do teste F, aplicado à análise de variância, para a análise sensorial.

C.V.	G.L.	ValorF
Tratamento	3	54,26*
Período	1	35,27*
Tratamento X Período	3	105,26*
Provador	25	
RESÍDUO	174	
TOTAL	206	

Como pode-se constatar na Tabela 11, houve diferença entre o primeiro e o vigésimo primeiro dia de armazenamento, somente para a testemunha. Observa-se que, no primeiro período, a testemunha diferiu da dose de 5kGy, mas não diferiu das mandiocas irradiadas com 3kGy e 1kGy. No vigésimo primeiro dia de armazenamento apenas a testemunha diferiu dos demais, enquanto que as amostras irradiadas não diferiram entre si.

Tabela 12. Média da nota obtida da análise sensorial da mandioca

Tratamento	período (dias)	
	1	21
Testemunhas	7,30Ab	2,50 Ba
1kGy	7,12Ab	7,32 Ab
3kGy	7,23Ab	7,30 Ab
5kGy	6,90 Aab	7,22Ab

Pela tabela 12 podemos constatar que as maiores notas foram atribuídas as amostras irradiadas com 3kGy e 1kGy, comprovando que estas doses de radiação gama não provocaram alterações indesejáveis nas características sensoriais do produto.

A utilização de métodos de conservação para prolongar a vida útil da mandioca como a irradiação, já foi realizada por outros autores que utilizaram doses de até 10 kGy, que atualmente são consideradas doses relativamente altas. Segundo Lagunas & Solar (1995), doses entre 2,0 e 7,0 kGy reduzem significativamente a flora bacteriana de alimentos, inclusive os microorganismos patógenos, fungos e leveduras, conseguindo dessa forma prolongar a vida útil do produto.

Segundo Neto et al. (1997), mandiocas irradiadas com 2, 4 e 6 kGy apresentaram médias de aceitabilidade próxima às das mandiocas frescas, indicando que estas doses não alteram as características sensoriais do produto. As mandiocas não irradiadas apresentaram manchas escuras e alterações nas características sensoriais, no segundo dia de armazenamento. Os autores concluíram, ainda, que as mandiocas irradiadas com 8 e 10 kGy, armazenadas por 9 dias, mantiveram cor e aparência idênticas às das mandiocas frescas recém irradiadas, não apresentando sinal de escurecimento e mantendo desta forma suas características físicas e sensoriais.

Neste trabalho utilizamos a irradiação com doses menores, a refrigeração e a embalagem à vácuo que evita o contato da mandioca ao oxigênio, conseqüentemente causando menor dano ao produto, aumentando tempo de vida útil da raiz, sem deixar resíduos e provavelmente diminuindo o custo das mesmas em relação a outros métodos, como o congelamento que deixa a desejar na textura do alimento. Com os



resultados obtidos foi realizada a análise de variância com o teste F, tabelas 3 e 4, e posteriormente com o teste de Tukey, quando o teste F foi significativo ao nível de 5%.

## 6. CONCLUSÕES

Nas condições que foi realizado o experimento, pode-se concluir que:

A mandioca , minimamente processada e embalada a vácuo em sacos de polietileno, pode ser tratada pelo processo de irradiação para aumentar sua vida útil em refrigeração.

As doses de 1kGy e 3kGy foram as que melhores resultados apresentaram com relação as características físico-químicas das mandiocas por um período de até 50 dias de armazenamento em refrigeração.

As características sensoriais das mandiocas irradiadas com doses de 1, 3, e 5 kGy apresentaram melhores resultados no 21° dia.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALAGOPALAN, C.; PADMAJA, G. Storage of tuber crops. **Indian Farming**. v. 33, n.12, p.52-53, 1984.

BOOTH, R.H. The storage of fresh cassava roots. In: INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL ROOT AND TUBER CROPS, 1973, Ibaclan,. **Proceedings**. Ibaclan, 1973. 15p.

BOOTH, R.H. Storage of fresh cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Postharvest deterioration and its control. **Experimental Agriculture**, v.12, p. 103-111, 1976.

CARVALHO, V.D.; CHALFOUN, S.M.; WANG, S. H. Armazenamento pós-colheita de mandioca :I. Influência da composição química de raízes de cultivares de mandioca sobre a resistência a deterioração pós-colheita. **Revista Brasileira de Mandioca**, v.1, n.1, p.15-45, 1982.

CARVALHO, V.D.; CHALFOUN, S. M.; JUSTE JUNIOR, E.S.G. Método de armazenamento na conservação de raízes de mandioca. I. Efeito da embalagem do polietileno e secagem úmida associadas a tratamentos químicos nas deteriorações pós-colheita e qualidade das raízes. **Revista Brasileira de Mandioca**, v.4, n.1, p.79-85, 1985.

CAMARA, G.M.S.; GODOY, O.P.; FILHO, J.M. **Mandioca**. Produção, pré-processamento e transformação agroindustrial. Piracicaba: ESALQ, 1982. 45p. (Série Extensão Agroindustrial, 4)

CHAIB DE MORAES, M.A. **Métodos para avaliação sensorial dos alimentos**. Campinas, 1983. 80p.

CZYHRINCIW, N., JAFFÉ, W. Modificaciones químicas durante la conservacion de raices y tuberculos. **Archivos Venezolanos de Nutricion**, v. 2, p. 49-67, 1951.

COURSEY, D.G. Traditional post harvest technology of tropical perishable staples. **Industry and Environment**, v.4, p.10, 1981.

EMBRAPA, edição 20/09/02. [http://www.embrapa.br/fonts HTML/ mandiocas cerrado](http://www.embrapa.br/fonts_HTML/mandiocas_cerrado) 25/04/05

EMBRAPA, edição 03/05/03.  
[http://www.embrapa.Br/sede.embrapa.Br/noticias/banco de noticias](http://www.embrapa.Br/sede.embrapa.Br/noticias/banco_de_noticias) 24/04/05.

- ENVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2000. 652p.
- FERREIRA, M.E. Efeito do armazenamento na composição, cocção e características do amido das raízes de alguns cultivares de mandioca. La,1986, dissertação ( Mestrado)- Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras
- FRANCO, G.M.B. **Microbiologia Landgraf**. São Paulo: Atheneu, 2004. 69p.
- GAVA, J.A. **Princípios de Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Nobel,1999.132p.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 2.ed. São Paulo, 1985. V.1.
- KATO, M.S.A.; SOUZA, S.S.C. Conservação de raízes após colheita. **Informe Agropecuário**, v.13, n.145, p.9-18,1987.
- LANARA. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes**. I. Métodos microbiológicos; II. Métodos físico e químicos . Brasília : Ministério da Agricultura, 1981.
- LAGUNAS – SOLAR, M.C. Radiation processing foods: an overview of scientific principles and current status. **Journal of Food Protection**, v. 58, n.2, p. 186, 1995.
- NETO, P.R.N.; SPOTO, M.H.F, DOMARCO, R. E. Uso da radiação gama a inibição do escurecimento da mandioca in natura, sem casca. **Boletim de Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.15, n.1, p.75-83,1997.
- PAIVA, F.F.A . Conservação e armazenamento de raízes de mandioca. **Circular Técnica. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará**, n.8, p.7-37, 1994.
- RAVI, V.; AKED, J.; BALAGOPALAN, C. Storage methods and quality changes. **CRC- Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.36, n.7, p.661-709, 1996.
- RICHARD, J.E., COURSEY, D. G. Cassava storage. **Tropical Science**, v.23, n.1, p.1-32, 1981.
- SALINAS, R.D. Alimentos e Nutrição introdução `a bromatologia. Porto Alegre. Artmed,2002 p. 64.
- SARMENTO, S. Alterações na fração amido durante o armazenamento de raízes de uma cultivar de mandioca de uso industrial, 1989,dissertação (mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- SINGH, K. K.; MATHUR, P.B. Cold storage of tapioca roots. **Bulletin of the Center of Food and Technology Research Institute of Missouri**, v.2, p. 181-182, 1953.

TEJADAC, R.R.; MOSCOCO, S.W. **Perdidas post cosecha en yuca.**-República Dominicana: Centro de Investigaciones Economicas y Alimenticias, 1979. 70p