



**UNIVERSIDADE
EDUARDO MONDLANE**



**FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA
FLORESTAL**

Projecto Final

**Tema: EFEITO DO CONGELAMENTO DE
RAÍZES DE MANDIOCA (*Manihot esculenta*
Crantz) NA CONSERVAÇÃO E NO
CONTEÚDO DE CIANETOS**



Autora:

Lutea Helena Magaia

Supervisores:

Eng. Lucas Tivana (Msc.)

Eng. João Nuvunga (Msc.)

Maputo, Agosto de 2011

RESUMO

O consumo de raízes de mandioca frescas é fortemente afectado pelo seu curto tempo de conservação pós-colheita e a presença de glicosídeos cianogénicos (CNp), compostos tóxicos para humanos e animais. Com o objetivo de aumentar o tempo de prateleira e reduzir o teor de CNp, raízes de mandioca frescas foram congeladas a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ por um período de um mês. Durante o congelamento foram analisados parâmetros como pH, cor, tempo de cozedura e conteúdo de cianetos. Duas variedades foram utilizadas, sendo uma descrita como variedade doce (Munhaça) e a outra como variedade amarga (Nkussi). Após um mês de congelamento, não foram observadas alterações significativas no pH e na cor das raízes de mandioca congeladas. O tempo de cozedura foi significativamente reduzido em 30%, com uma semana de congelamento, mostrando a influência do congelamento das raízes na rápida redução do seu tempo de cozedura.

Um mês de congelamento de raízes de mandioca resultou na diminuição significativa do conteúdo cianetos em raízes de mandioca congeladas e cozidas, onde a variedade doce diminuiu de 36,12 para 5,15 mg HCN /Kg e a variedade amarga de 1011,63 a 102,7 mg de HCN /Kg na base seca, respectivamente.

A partir deste trabalho, pode-se concluir que o congelamento das raízes de mandioca pode ser uma alternativa para conservação e redução do teor de cianetos da mandioca.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter abençoado toda a minha vida e principalmente a vida estudantil.

Aos meus pais Silva e Telma, minhas maiores fontes de inspiração, por todo amor e ensinamentos que contribuíram para que me tornasse quem sou hoje, à minha irmã Shena, companheira de todas horas por toda paciência em todos os momentos da realização deste trabalho; e ao Dillon Chambal.

Aos meus estimados supervisores, Eng. Lucas Tivana e Eng. João Nuvunga.

Aos meus colegas e amigos destes anos de licenciatura em Engenharia Agronómica, nomeadamente Lourena Arone, Valdo Frechauth, Meizal Popal, Nádia Mahesso, Sabate Massango, Prince Zandamela, Caixa Mateus, Rafael Matsimbe, Inércio Muchanga, Hamilton Mateus, André Machava, Nelson Guambe, Nelson Cossa, Alexandre Chauque, Gregório Leão, Gonsalves Dauala, Fidel João, Cátia Namagina, Isabel Nhabinde, Cheila Gama, Nilza Garrine, Dimitilia Soares, Sheila Mabombo, Jorge Garcia, Hipólito Malia e outros que não listei aqui.

À todos os docentes e técnicos da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal.

À todo o pessoal do Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Engenharias em especial a Sra. Vitória, Prof. Doutor José da Cruz, Sr. Condo, Sra. Adélia, Sra. Virginia e o colega Impija.

Aos agricultores da vila de Bobole, especialmente a Sra. Percina.

Entre todos os outros que cá não referenciei mas que são pessoas importantes para mim, Agradeço por todo apoio que de todos vós recebi durante os anos de formação. Agradeço-vos ainda por todo conhecimento e aprendizado que de vós pude colher e que contribuíram significativamente para a minha formação.

Índice

RESUMO	i
AGRADECIMENTOS	ii
LISTA DE TABELAS	a
LISTA DE FIGURAS	a
LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS	b
I. INTRODUÇÃO	1
1.1. Problema de estudo e Justificação	2
1.2. Objectivos	3
1.2.1. Objectivo geral:	3
1.2.2. Objectivos específicos:	3
I. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Os cianetos na mandioca	4
2.2. Variedades de mandioca	5
2.3. Deterioração Pós Colheita	5
2.4. Conservação da mandioca	6
2.5. Processamento como forma de detoxificação do cianeto na mandioca	8
2.6. Métodos de determinação de cianetos	9
II. MATERIAIS E MÉTODOS	11
3.1. Materiais	11
3.2. Descrição das variedades	11
3.3. Local de estudo	12
3.4. Congelamento das raízes	12
3.5. Análise da cor	13
3.8. Determinação de humidade	14
3.9. Determinação da concentração de cianeto	15
3.10. Análise Sensorial	16

3.11. Análise de Dados	16
III. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1. Análise da qualidade das raízes	17
4.1.1. Análise da cor.....	17
4.1.2. Análise da Cozedura.....	20
4.1.3. Análise de pH	21
4.2.1 Teor de cianetos nas raízes frescas.....	22
4.2.3. Efeito do congelamento.....	22
4.3. Análise sensorial	24
IV. CONCLUSÕES.....	28
V. RECOMENDAÇÕES	29
VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
VIII. ANEXOS	33
8.1. Anexo 1 - Análise do Tempo de Cozedura das Raízes.....	33
8.2. Anexo 2 - Análise do pH das raízes.....	36
8.3. Anexo 3 - Análise da Concentração de Cianetos.....	37
8.4. Anexo 4 - Análise Sensorial	41
8.5. Anexo 5 - Inquérito para avaliação da aceitabilidade de raízes de mandioca cozidas após congelamento.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores médios da variação da concentração de HCN das raízes de mandioca armazenada sobre congelamento (-20 °C)	23
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Hidrólise da Linamarina	4
Figura 2: Deterioração fisiológica da raíz de mandioca	6
Figura 3: Folhas e raízes da variedade Munhaça	11
Figura 4: Folhas e raízes da variedade Nkussi	11
Figura 5: Fluxograma de congelamento das raízes	12
Figura 6: Escala de avaliação da deterioração fisiológica de mandioca	13
Figura 7: A. Papel Picrato. B. Preparação dos frascos que contém papel picrato e contendo 100mg de mandioca	15
Figura 8: Observação da alteração da cor das raízes conservadas a temperatura ambiente e congeladas	18
Figura 9: Observação da cor das raízes cozidas após o congelamento	19
Figura 10: Variação do tempo de cozedura das raízes durante o tempo de descongelamento..	20
Figura 11: Variação do pH das raízes durante o tempo de congelamento.....	21
Figura 12: Número de respostas para os atributos do parâmetro cor	25
Figura 13: Número de respostas para os atributos do parâmetro sabor.....	25
Figura 14: Número de respostas para os atributos do parâmetro aroma.....	26
Figura 15: Número de respostas para os atributos do parâmetro textura	26
Figura 16: Número de respostas para os atributos do parâmetro aceitabilidade geral.....	27
Figura 17: Número de respostas para os atributos do parâmetro compra	27

LISTA DE ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS

FAEF – Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal

FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação

IFAD – Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrário

INAM – Instituto Nacional de Meteorologia

MIC – Ministério da Indústria e Comércio

OMS – Organização Mundial da Saúde

I. INTRODUÇÃO

Em conjunto com o milho, a contribuição da mandioca para a dieta da população Moçambicana ultrapassa a de qualquer outra cultura. Apesar do seu fraco teor em vitaminas e proteína é um dos principais provedores de calorias, e as folhas, que também são consumidas, constituem uma boa fonte de proteína e minerais (IFAD, 2006).

A mandioca é, se dúvida, uma importante cultura em Moçambique e, se a produção total fosse comercializada a preços à saída do campo de produção, valeria cerca de 244 milhões de dólares, isto é, acima de 6% do Produto Interno Bruto (PIB) do país (MIC, 2007). A produção comercial da mandioca, dirigida especificamente para a venda, é ainda muito fraca em Moçambique, a maior parte da produção é consumida em áreas rurais, facto que, por si só, reforça a impressão do baixo nível de desenvolvimento do subsector da mandioca em Moçambique. Os mercados urbanos não estão bem desenvolvidos, pouca parte da produção da mandioca é comercializada nas cidades. A actividade de exportação é quase inexistente nas funções da cadeia de valor da mandioca que envolve a provisão de insumos, produção, transformação, comércio e venda final. De momento, a exportação deste produto ocorre principalmente através das fronteiras terrestres e de forma informal (MIC, 2007).

São duas as razões primárias para se investir na mandioca em Moçambique, tendo especialmente em conta as populações rurais desfavorecidas: 1. Fazer uma cultura de segurança alimentar; 2. Beneficiar do potencial dessa cultura como fonte de rendimento. O subsector da mandioca em Moçambique padece de deficiências em cada elo da cadeia, desde a produção até ao processamento, empacotamento e armazenagem para distribuição (MIC, 2007).

Caso se tente acrescentar valor à cultura explorando e desenvolvendo novas oportunidades de mercado, serão os agricultores que mais poderão beneficiar. Sendo assim, investir na mandioca será um meio de atingir os agricultores mais pobres, oferecendo-lhes oportunidades de geração de rendimento através do aumento da produção, de emprego através da exploração das funções da cadeia de valor e especialmente desenvolver um sector de processamento (MIC, 2007).

1.1. Problema de estudo e Justificação

Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é a terceira fonte mais importante de calorias nos trópicos, depois do arroz e do milho (IFAD, 2006). A produção comercial de mandioca é ainda muito fraca em Moçambique, a maior parte da produção é consumida em áreas rurais onde é cultivada em regime de sequeiro, sem recurso a fertilizantes e pesticidas (MIC, 2007).

Em Moçambique as variedades doces são geralmente consumidas frescas ou cozidas e as variedades amargas são geralmente processadas como forma de reduzir os elevados níveis de toxicidade e prolongar o período de conservação (Wandschneider e Barca, 2003).

O consumo de mandioca fresca é afectado pelo seu curto período de conservação após a colheita e também pela presença de cianetos nas raízes. Raízes de mandioca quando armazenadas sob temperatura ambiente iniciam a sua deterioração fisiológica dentro de 48 horas após a colheita (Beeching *et al.*, 2002). Para além deste constrangimento, as raízes e folhas contêm quantidades variáveis de glicosídeos cianogénicos (cianetos) que são tóxicos para humanos e animais (Hahn *et al.*, 1992). Portanto, a mandioca deve ser transformada em várias formas, secas ou em forma de farinha, a fim de aumentar a vida útil do produto, facilitar o transporte, a comercialização e reduzir o teor de cianetos (Hahn *et al.*, 1992). Isto vai proporcionar a utilização de raízes de mandioca em diferentes formas mas não permite o uso das raízes frescas por longo período.

Como forma de minimizar estes constrangimentos, raízes ou mais frequentemente pedaços de raízes são armazenados por refrigeração ou congelamento.

O congelamento para além de conservar as raízes pode ser benéfico também para a redução do conteúdo de cianetos pois durante o congelamento ocorre a formação de grandes cristais de gelo, que perfuram as células e facilitam o contacto da enzima linamarase com o substracto (Cereda, 2003).

Sendo assim, existe uma necessidade de desenvolver métodos de conservação que permitam a obtenção de raízes de mandioca na forma fresca. Nesta vertente, sentiu-se a necessidade de estudar o efeito do congelamento sobre a conservação das raízes de mandioca e o teor de cianetos das mesmas.

1.2. Objectivos

1.2.1. Objectivo geral:

- Estudar o efeito do congelamento na conservação e no conteúdo de cianetos em raízes de mandioca.

1.2.2. Objectivos específicos:

- Avaliar o efeito do tempo de congelamento sobre a qualidade da mandioca, particularmente na cor, o pH e o tempo de cozedura das raízes;
- Analisar a variação do conteúdo de cianetos nas raízes de mandioca devido à conservação por congelamento;
- Conhecer a opinião de diferentes consumidores sobre a qualidade das raízes frescas e congeladas.

I. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Os cianetos na mandioca

Mandioca contém glicosídeos cianogénicos em todos os tecidos, com excepção das sementes. Os principais são a linamarina (mais de 90% do total de glicosídeos cianogénicos) e lotaustralina (menos de 10% do total de glicosídeos cianogénicos) (McMahon *et al.*, 1995). Estes glicosídeos cianogénicos podem ser hidrolisados pela enzima linamarase mas esta não se encontra no mesmo local que os glicosídeos cianogénicos. Os glicosídeos cianogénicos localizam-se nos vacúolos e a enzima localiza-se no apoplástico (Conn, 1994).

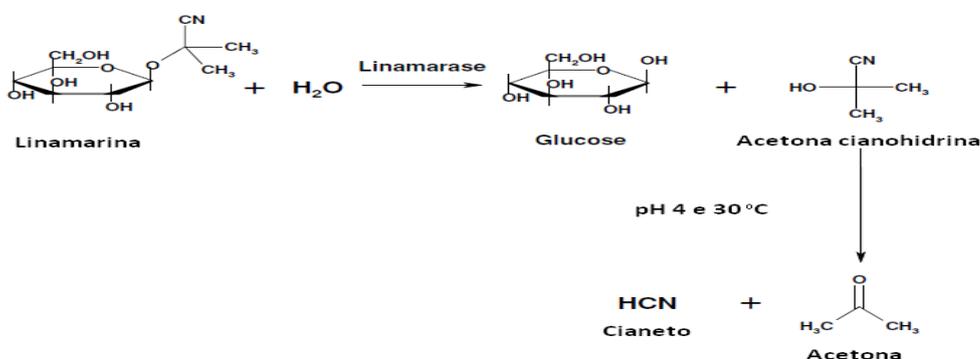


Figura 1. Hidrólise da Linamarina

Fonte: Montagnac *et al.*, 2008

Pelo rompimento dos tecidos de mandioca, a enzima linamarase entra em contacto com os glicosídeos e hidrolisa-os produzindo acetona cianohidrina da linamarina e 2 butanona cianohidrina da lotaustralina (figura 1), sendo esta reacção catalizada por uma β – glicosidase (linamarase) e por α -hidroxinitrila-liase (HL) (Macmahon *et al.*, 1995).

Estas cianohidrininas são instáveis e a temperaturas superiores a 30° C e pH acima de 4 decompõem-se a cetonas que são solúveis em água e em HCN que é volátil e evapora (White *et al.*, 1998).

2.2. Variedades de mandioca

Em Moçambique, existem mais de 100 variedades de mandioca cultivadas em quase todas as províncias do país (IIAM, 2003).

Podem ser encontradas variedades doces e amargas de mandioca. De maneira bastante subjectiva, as variedades amargas têm sabor amargo e as doces são levemente adocicadas. O sabor amargo está associado ao potencial cianogénico. Não existe entre os grupos qualquer característica morfológica da planta que permita distingui-los.

A diferença mais concreta entre as variedades doces e amargas encontra-se no modo de consumo. As amargas são utilizadas para produzir farinha entre outros produtos, mas somente são consumidas após algum tipo de processamento com efeito detoxificante. Variedades doces são mais versáteis, podem ser destinadas ao processamento tal como as amargas, e também são consumidas após preparos mais simples como cozidas, fritas ou assadas (VALLE *et al.*, 2004). A maior parte das variedades de mandioca têm raízes com quantidade de glicosídeos cianogénicos inferiores à 100mg/kg de peso fresco, mas existem variedades “amargas” que contêm raízes com mais de 500mg/Kg de peso fresco (Wheatley *et al.*, 1993).

2.3. Deterioração Pós Colheita

Dentro de 48 horas depois da colheita, as raízes de mandioca sofrem uma rápida deterioração fisiológica pós-colheita tornando-as não palatáveis e não comerciáveis. Este é um dos maiores contrangimentos dos produtores e consumidores de mandioca (Beeching *et al.*, 2002). Segundo Booth (1976), a deterioração da mandioca pós colheita pode ser devido à duas principais causas: processos fisiológicos endógenos (deterioração primária) e a actividade microbiana (deterioração secundária). A deterioração primária é a causa inicial e principal da perda de aceitação enquanto a deterioração secundária ocorre depois da ocorrência da primária.

A deterioração fisiológica é caracterizada pelo aparecimento de estriações azuladas na polpa, que progride por toda a extensão da raiz, sendo a causa inicial da perda de aceitabilidade das raízes (figura 2). Este escurecimento é atribuído à reacções que envolvem enzimas fenilalanina amónia-liase, polifenoxilase e peroxidase (Medeiros, 2009).



Figura 2. Deterioração fisiológica da raiz de mandioca

Fonte: Tereza Sánchez

A manipulação das raízes após a colheita promove injúrias mecânicas que induzem a respostas fisiológicas e bioquímicas, em relação à aquelas observadas em produtos intactos. Essas injúrias reduzem a qualidade e o tempo de vida útil do produto pois promovem o aumento da taxa respiratória e a síntese do etileno, síntese de compostos fenólicos, perda da integridade celular na superfície cortada com consequente desintegração de enzimas e seus substratos promovendo o aumento da actividade de amonia liase, polifenoxilase e peroxidase, enzimas directamente envolvidas com a deterioração pós-colheita e alteração da cor, sabor, textura e qualidade nutricional (Medeiros, 2009).

A actividade microbiana é a principal causa da deterioração secundária, embora a fermentação e o amolecimento do tecido da raiz também possa ocorrer.

Deterioração secundária ocorre quando os patógenos penetram através de feridas causadas durante a colheita e manuseio. Armazenamento em alta humidade incentiva fungos, mas é também necessário para a cicatrização que existam feridas em vigor (Wenham, 1995).

2.4. Conservação da mandioca

São diversas as técnicas de preservação de raízes de mandioca, e elas devem ser escolhidas de acordo com o contexto sócio económico de sua exploração e com a forma de sua utilização (Booth, 1976). Um dos mais simples meios de conservação de mandioca é atrasar a colheita, mantendo as raízes no solo, até que a cultura seja realmente precisada. Durante esse tempo há a hipótese de infestação por patógenos do solo (Westby, 2002). A

prática de conservação à sombra, preferencialmente à sombra de árvores, ou no interior da casa é muito usada em Moçambique (IIAM, 2003).

Na Índia raízes que não consumidas imediatamente são empilhadas em montes e regadas diariamente. As raízes costumam também ser revestidas com barro atingindo assim o tempo de armazenamento de 4-6 dias (Knoth, 1993). Amontoando raízes e cobrindo com palha e solo com aberturas para ventilação é possível armazenar as raízes durante 4 semanas, sem perda significativa de peso e deterioração microbiana. O sistema necessita de insumos relativamente altos pois o trabalho e a gestão dos armazéns exigia um grau de experiência (Rickard and Cousey, 1981 citados por Westby, 2002).

A conservação das raízes de mandioca “*in natura*” pode também ser feita mediante baixas temperaturas, visando ao aumento da vida de prateleira.

A conservação de raízes de mandioca conservadas sob refrigeração (8 °C) e submetidas a branqueamento e proporciona um aumento do tempo de cozedura das mesmas, mas sem superar os limites de enquadramento de classificação da qualidade de cozedura de 30 minutos (Bezera *et al.*, 2002) .

O congelamento é uma técnica muito utilizada porque as características dos produtos são relativamente bem mantidas. São usadas, em média, temperaturas de -10 °C a -40 °C. O que congela no alimento é a água, mas nem toda água é congelada, mesmo a baixíssimas temperaturas, e sim a água livre, uma vez que a outra porção, a água ligada, encontra-se combinada a solutos diversos, o que impede a sua congelação. O gelo é formado através do processo de cristalização, que consta de duas fases: a nucleação e o crescimento de cristais. A cristalização é a formação de uma fase sólida organizada em uma solução. A formação de cristais de gelo afecta a qualidade do alimento congelado havendo possibilidade de ruptura celular (Gava *et al.*, 2008).

No congelamento lento os cristais formam-se inicialmente nos espaços intercelulares. Com o aumento desses cristais, os solutos extra celulares se concentram e promovem a saída da água intercelular por osmose. Com a continuidade do crescimento de cristais ocorrem lesões nas membranas e desidratação das células. Por outro lado, no congelamento rápido, os cristais formam-se ao mesmo tempo no interior e exterior das células, com um pequeno deslocamento de água. Além disso, por serem de tamanho reduzido e arredondado, os

cristais causam pouca modificação na estrutura dos tecidos (Ordonez, 2005 citado por Gava *et al.*, 2008).

2.5. Processamento como forma de detoxificação do cianeto na mandioca

Os factores mais importantes que podem levar a detoxificação dos alimentos à base da mandioca são aqueles que interferem no processo bioquímico da hidrólise dos glicosídeos capazes de gerar cianetos. Esses factores são pH, disponibilidade de água ou a actividade da água e a temperatura. Outro factor é o estado físico do alimento preparado de mandioca, quanto menor for a partícula, melhor a detoxificação (Cereda, 2003) .

Durante hidrólise, para que a enzima possa reagir, o pH deve estar entre 3.5 à 6 e a temperatura não deve estar acima de 65 °C. A reacção é espontânea com pH igual a 4 e a temperatura acima de 30 °C. O pH dos tecidos sadios da mandioca é de 5,5 a 6, o que favorece a reacção da enzima (Cereda, 2003).

Vários métodos de processamento têm sido usados com intenção de aumentar o tempo de conservação e reduzir o conteúdo de cianetos na mandioca. Dentre eles citam-se o descasque, corte em pedaços, ralagem, secagem ao sol, fermentação e cozedura (Westby, 2002).

Estes métodos reduzem a quantidade de cianetos mas várias vezes mostram-se ineficazes pois não reduzem para níveis abaixo de 10 mg/Kg, nível de segurança recomendado pela OMS (Organização Mundial da Saúde). O método de fermentação em relação ao método de secagem ao sol mostra-se mais eficiente na redução do conteúdo de cianetos na farinha de mandioca. Mas há que considerar que o método de fermentação pode trazer uma desvantagem pois há que ter em conta a possibilidade da produção de aflotoxinas durante a fermentação (Cardoso *et al.* 1998). O método de cozedura de raízes não é um método eficiente para a remoção de cianetos pois a 100° C a enzima linamarase é desnaturada e a linamarina não pode ser hidrolisada à cianohidrina (Montagnac *et al.*, 2009).

Meuser e Smolnick (1980) citados por Montagnac *et al.* (2009) realizaram experiências com o processo de liofilização, técnica que consiste em retirar todo o líquido do alimento congelando-os em baixíssimas temperaturas (-60°) em que os alimentos, assim tratados, podem ser conservados em temperatura ambiente por muito tempo e, depois de reconstituídos, ficam muito parecidos com os frescos. Os autores relataram que a

liofilização da polpa de mandioca removeu 51-52% dos cianetos e que este tipo de tratamento elimina apenas os cianetos livres. Estes concluíram que os cianetos livres representam uma pequena fracção do total de cianetos e o método de liofilização deve ser considerado ineficiente.

Conservando secções de 20g de mandioca descascada e cortada, a -16°C , nota-se que ocorre uma redução muito pequena do total de cianetos durante um período de 126 dias de armazenamento. Apenas uma pequena parte da linamarina é convertida em acetona cianohidrina. Esta redução é resultado da libertação da linamarase durante a remoção da casca e o corte das secções de 20g, onde ocorre a hidrólise da linamarina para acetona cianohidrina. Este processo ocorre mais rapidamente quando a mandioca é cortada num processador e armazenada em congelamento, ocorre uma quase completa hidrólise da linamarina em 4 meses de conservação (Bradbury *et al.* 1991).

2.6. Métodos de determinação de cianetos

Existem vários métodos de quantificação de cianetos que permitem a determinação de linamarina, acetona cianohidrina e HCN/CN^{-} separadamente mas estes são geralmente muito complexos para serem usados nos países em desenvolvimento excepto no caso do método de hidrólise ácida, o que não usa linamarase. O alto custo de linamarase comercial e sua dificuldade de preparação também tem sido um impedimento para a utilização do método exacto de preparação linamarase (Essers *et al.*, 1996).

Bradbury *et al.* (1999) desenvolveram um método semiquantitativo de “*kit*” simples de papel picrato para a determinação do total de cianetos de farinha de mandioca. O método envolve a imobilização de linamarase em um pequeno disco de papel filtro também carregado com tampão fosfato pH 8. O disco é colocado em um pequeno frasco, farinha de mandioca (100mg) são adicionados 0,5 ml de água. Uma tira de papel picrato amarelo, previamente preparada, é inserida ao frasco e tapado. Após 16-24h $25-35^{\circ}\text{C}$ a cor do papel picrato é comparado com uma cartela de cores com 10 tons de amarelo para castanho correspondendo a 0-800 mg de HCN equivalentes Kg^{-1} de peso fresco.

Uma maior precisão pode ser obtida em situação de laboratório por eluição da cor do papel picrato e medição da absorvância a 510 nanómetro. Existe uma relação linear entre uma absorvância e o conteúdo de cianetos que segue uma lei de Beer-Lambert até quase 400 mg

de HCN equivalente um Kg^{-1} de peso fresco, mas, acima disso, existe uma relação curvilínea devido à saturação parcial do papel picrato com gás de HCN. Isso resulta na diminuição da precisão na faixa de 400-800mg equivalente HCN Kg^{-1} de peso fresco (Bradbury *et al.*, 1999) .

Os autores desenvolveram uma melhoria para o método simples kit para a determinação do cianetos de mandioca para aumentar a precisão na faixa de 400-800 mg de HCN equivalente a Kg^{-1} de massa fresca, nova metodologia para permitir a determinação em separado de linamarina, acetona cianohidrina e HCN/ CN^- e a adaptação do método desenvolvido originalmente para a farinha de mandioca para determinar a quantidade total de cianetos nas raízes de mandioca. A determinação da linamarina, acetona cianohidrina e HCN / CN^- é feita pelo método de hidrólise ácida. Determina-se o HCN/ CN^- usando 0,1 M ácido sulfúrico, que inactiva a linamarese e minimiza a degradação da acetona cianohidrina e acetona cianohidrina mais HCN/ CN^- usando 4,2 M de hidrocloreto de guanidina em pH 8, que inactiva linamarase.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Materiais

As raízes de mandioca da variedade doce foram colhidas no distrito de Marracuene, na vila de Bobole, sendo esta uma variedade designada localmente por *Munhaça*.

As raízes da variedade amarga foram colhidas na provincia de Inhambane, distrito de Inharrime, sendo esta designada localmente *Nkussi*.

3.2. Descrição das variedades

Munhaça, apresenta plantas de aproximadamente meio metro de altura, com folhas e pecíolo verde e as raízes finas e compridas. Esta variedade é muito susceptível ao vírus do mosaico da mandioca, sendo que quase todas as plantas, era possível observar folhas infectadas por este vírus.



Figura 3. A. Folhas; B. Raízes da variedade *Munhaça*

Nkussi, apresenta raízes grossas e compridas, a planta cresce até ultrapassar 1,5 m de altura, apresenta pecíolo verde e folhas novas de cor roxa.

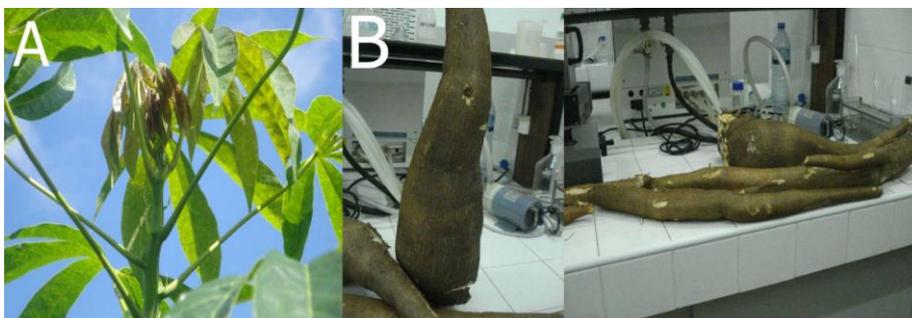


Figura 4. A. Folhas; B. raízes da variedade *Nkussi*

3.3. Local de estudo

O trabalho foi realizado no Laboratório de Alimentos do Departamento de Engenharia Química na Faculdade de Engenharias da Universidade Eduardo Mondlane.

3.4. Congelamento das raízes

O congelamento das raízes foi feito segundo o fluxograma:

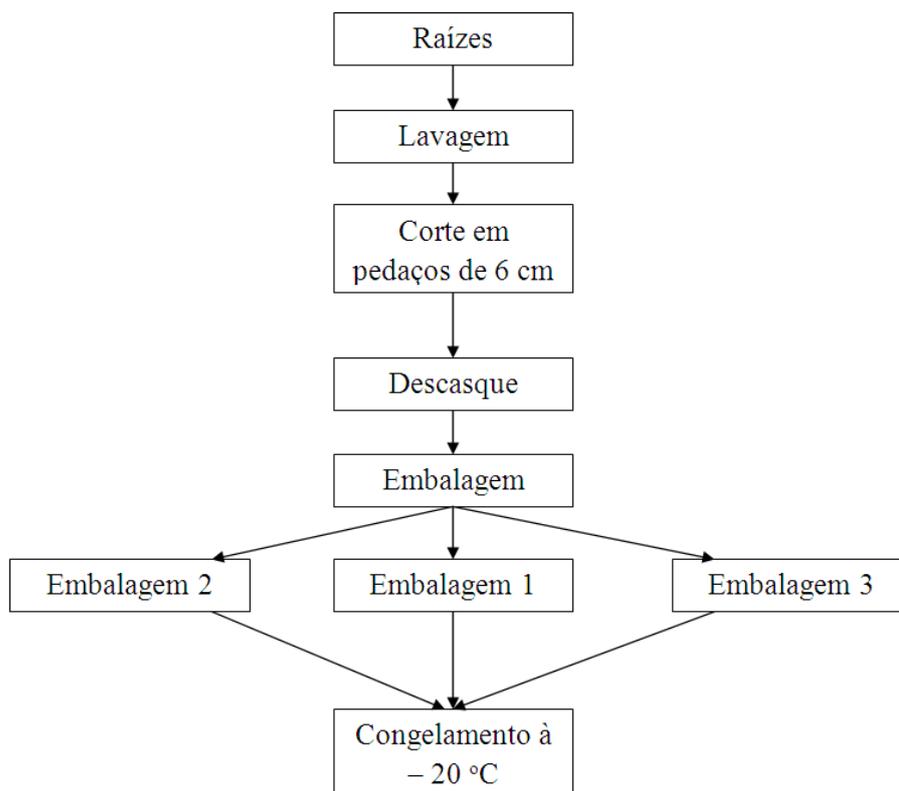


Figura 5. Fluxograma de congelamento de raízes

O congelamento foi feito durante um mês, numa câmara frigorífica (Hitachi) onde a temperatura, medida com ajuda de um termopar (FLUKE 51), variava de -20 à -22 °C. As análises foram feitas após 2 dias, 7 dias, 14 e 30 dias de congelamento.

Para efeitos de controlo do tempo de deterioração das raízes, uma quarta embalagem foi preparada seguindo o mesmo procedimento e deixada a temperatura ambiente (22 à 24 °C).

3.5. Análise da cor

Para análise da cor foram feitas observações visuais e registos fotográficos para a comparação. As observações realizadas visavam comprovar a ocorrência ou não de deterioração fisiológica como mudança da cor ou infestação por microorganismos.

Deixou-se uma raíz de mandioca a temperatura ambiente (22 à 24 °C) e registou-se as fotografias a cada alteração de cor que se dava. Uma escala de avaliação foi feita, para observar a alteração da cor ao longo dos dias. Foram atribuídos valores de acordo com o nível ocorrência de alteração de cor observado, como se pode ver na figura abaixo:



Figura 6. Escala de avaliação da deterioração fisiológica da mandioca

3.6. Análise do pH

Para a medição do pH, foi usado um pHmetro CRISON. Após a calibração do aparelho com as soluções padrão com pH 7 e pH 4, fez se a leitura do pH de uma amostra moída de mandioca (5g) misturada e homogenizada com água destilada (50 ml).

Este procedimento foi realizado nas raízes frescas após a colheita, nas raízes conservadas à temperatura ambiente que variava de 22 a 24 °C (descascadas e não descascadas) e nas raízes congeladas, respectivamente no 2º, 7º, 14º e 30º dia de congelamento.

3.7. Análise do tempo de cozedura

As raízes foram retiradas do congelador e deixadas para descongelar durante aproximadamente 3 horas, em banho maria, até atingir a temperatura superior à 30 °C, medidos com um termopar. Em seguida procedeu-se a cozedura destas introduzindo as mesmas directamente em água fervente. A monitoria da cozedura foi feita com ajuda de uma faca de aço, picou-se as raízes de 2 em 2 minutos para verificar a penetração desta. A raiz era considerada completamente cozida quando a raiz não apresentasse resistência à perfuração, este procedimento foi descrito por Bezerra *et al.* (2002).

3.8. Determinação de humidade

O teor de humidade das raízes foi determinado usando uma estufa (MEMMERT). Quatro placas de petri foram previamente lavadas e colocadas na estufa a uma temperatura de 105° C por um período de 30 minutos para secagem. Após esse tempo, as placas foram colocadas no exsiccador com o auxílio da pinça e deixadas para arrefecer. Prosseguiu-se com a pesagem numa balança analítica primeiro de cada placa, depois da placa contendo aproximadamente 2 gramas de mandioca previamente amassada num almofariz, o peso total foi anotado e estas foram levadas para a estufa.

Passadas 3 horas, as placas foram retiradas da estufa e colocadas no dessecador para esfriar. Fez-se novamente a pesagem das placas para que se pudesse verificar a quantidade de amostra seca. As amostras secas foram devolvidas a estufa e após uma hora retiradas para uma nova pesagem até que o peso fosse constante. O teor de humidade foi calculado pela diferença do peso inicial (placa e amostra húmida) com o peso final (placa e amostra seca). Através dos valores de humidade determinou-se a concentração de cianetos das raízes na base seca calculado como a razão do valor da concentração calculada na base húmida pela parte seca da raiz de mandioca.

3.9. Determinação da concentração de cianeto

A determinação de cianeto foi feita em raízes frescas e em raízes cozidas antes de se proceder o congelamento. Depois de congeladas as análises foram feitas no 2º, 7º, 14º e 30º dia após estas terem sido descongeladas e cozidas. As raízes foram retiradas do congelador deixadas à temperatura ambiente até que atingissem aproximadamente a temperatura de 30°C, medida com ajuda de um termopar, e cozidas em panelas de alumínio num fogão eléctrico.

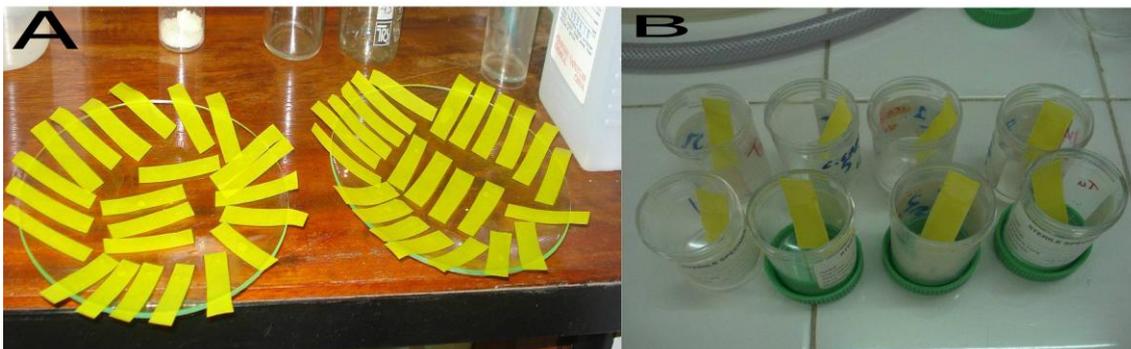


Figura 7. A. Papel Picrato. B. Preparação dos frascos de papel picrato e 100mg de mandioca

O procedimento de determinação da concentração de cianeto foi com base no método de papel picrato descrito por Bradbury *et al.* (1999). Primeiro procedeu-se a preparação do papel picrato e em seguida, fez-se o corte de pedaços de 100mg, medidos numa balança analítica. Depois colocou-se um pedaço em um frasco de plástico (25 mm de diâmetro e 50 mm de altura), seguido de solução enzimática preparada a partir de látex de mandioca (0,1 ml) e o papel picrato. Para cada análise foram preparados 3 frascos de plástico.

Os frascos de plástico foram fechados imediatamente com tampas de rosca e incubados a temperatura ambiente durante 16 horas. Em seguida, removeu-se o papel picrato dos frascos, este foi depois imerso em água destilada (5 ml) em um tubo de ensaio e deixado em repouso durante 30 minutos. Depois, a absorvância da solução foi medida em 510 nm usando um espectrofotómetro contra dois controlos, um constituído de água e outro de enzima. O teor de cianeto, expresso em mg de HCN/kg de amostra, foi obtido pela multiplicação da absorvância pelo valor do factor de conversão, 396 (Bradbury *et al.*, 1999). A concentração final foi considerada como a média das concentrações obtidas nos três frascos, para cada análise.

3.10. Análise Sensorial

Para a análise sensorial foi elaborado um inquérito e selecionou-se 20 degustadores de ambos os sexos, estes foram submetidos a um pequeno treinamento de procedimento da análise sensorial. Os testes foram realizados em dois locais, 10 degustadores pertenciam a vila de Bobole e os outros 10 à Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (FAEF). Utilizou-se duas amostras de mandioca, uma de raiz congelada (amostra 1) e a de raiz não congelada, ou seja, raízes de mandioca fresca (amostra 2). As amostras foram submetidas à cozedura em panelas de alumínio, até que o material não apresentasse resistência à perfuração por uma faca de aço. Estas amostras foram avaliadas quanto à cor, sabor, aroma, textura, aceitabilidade e opção de compra (anexo 5).

3.11. Análise de Dados

O delineamento experimental usado neste estudo foi o DCC (Delineamento Completamente Casualizado) com dois factores, Tempo de Congelamento (5) e Variedades (2), e três repetições na qual cada uma correspondia a uma embalagem de raízes de mandioca.

Procedeu-se a ANOVA para a avaliação dos parâmetros tempo de cozedura, pH e concentração de cianeto das raízes de mandioca, recorrendo ao pacote estatístico STATA 10 onde foram feitos também os testes de comparação de médias usando o teste de Tukey a 5% de significância (anexos 1 a 3).

Para análise sensorial foi feito o teste Chi-quadrado a 5% de significância para saber se existe uma relação entre o local do teste (Bobole ou FAEF) e as respostas dadas para cada um dos atributos em relação às amostras congelada ou fresca (anexo 4).

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise da qualidade das raízes

4.1.1. Análise da cor

As raízes conservadas à temperatura ambiente descascadas e não descascadas apresentaram mudança de cor. Nas raízes descascadas essa mudança ocorreu nas primeiras 24 horas, estas apresentaram-se com uma cor castanha escura enquanto que nas raízes conservadas com casca, a deterioração iniciou após dois dias de conservação à temperatura ambiente, estas apresentaram uma coloração castanha escura encobrindo a região cortical. Ao final de uma semana, as raízes descascadas já não apresentavam condições para avaliação, para além da alteração da cor as raízes estas apresentavam ataque de microrganismos onde pode-se observar alguns fungos (figura 8). As raízes com casca apresentavam uma contaminação por fungos localizada na zona de corte entre a raiz secundária e a raiz principal, ou seja, na zona danificada no acto da colheita. Internamente, a raiz apresentava-se totalmente acastanhada e quebradiça, considerada imprópria para o consumo (figura 8).

Em contrapartida, nas raízes congeladas não houve alteração da cor durante um mês de congelamento. Todas as raízes apresentaram-se classificadas como do nível 1, ou seja sem deterioração fisiológica ou alteração de cor de acordo com a escala descrita. A cor manteve-se como a inicial.

Noon e Booth (1978), obtiveram de deterioração fisiológica em 50% de raízes dentro de 4 dias de armazenamento e após 11 dias de armazenamento todas as raízes foram consideradas impróprias para o consumo humano. Ao fazerem recolha de microrganismos constataram que estes estão pouco relacionados com a deterioração primária da raiz de mandioca. A deterioração primária ou fisiológica pós-colheita é um escurecimento de natureza enzimática, que ocorre devido à actuação de enzimas oxidativas, as quais tem a sua actividade aumentada devido a presença de oxigénio. Esse escurecimento é atribuído à reacções que envolvem as enzimas fenilalanina amónia-liase, polifenoloxidase e peroxidase (Isamah, 2004).

Hirose (1986), observou que raízes feridas ou com córtex removido apresentam maiores taxas respiratórias que as raízes intactas. Inicialmente o aumento da taxa respiratória é

devido a respiração induzida pelo corte mecânico e posteriormente devido às alterações bioquímicas induzidas pelo desenvolvimento da deterioração pós colheita. Isto explica o facto das raízes descascadas terem iniciado a deterioração primeiro em relação às raízes não descascadas. Wijesinghe e Sarananda (2008), observaram que a cor e aparência de raízes de mandioca congeladas a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 1 mês não apresentavam diferenças significativas em relação às das raízes frescas, diferenças na cor e aparência foram observadas após 3 meses de armazenamento sob congelamento. A preservação da cor durante o congelamento pode ser justificada pela redução do metabolismo e a taxa de respiração, (Medeiros, 2009). Temperaturas de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ou mais baixas inibem significativamente as actividades das enzimas peroxidase e polifenoloxidase. O congelamento retardou a actividade enzimática e as reacções de oxidação e de microrganismos nas raízes. As reacções de escurecimento enzimático são reacções de oxidação, devendo, portanto, ocorrer em presença de oxigénio. Atmosferas modificadas ricas em CO_2 e baixa temperatura retardam acção enzimática (Gava *et al.*, 2008).

Tempo (dias)	T ^a ambiente (com casca)	T ^a ambiente (descascada)	Munhaça congelada	Nkussi congelada
0				
2				
7				
14	*			
30	*			

Figura 8. Observação da alteração da cor das raízes conservadas a temperatura ambiente e congeladas (*raízes em elevado estado de deterioração)

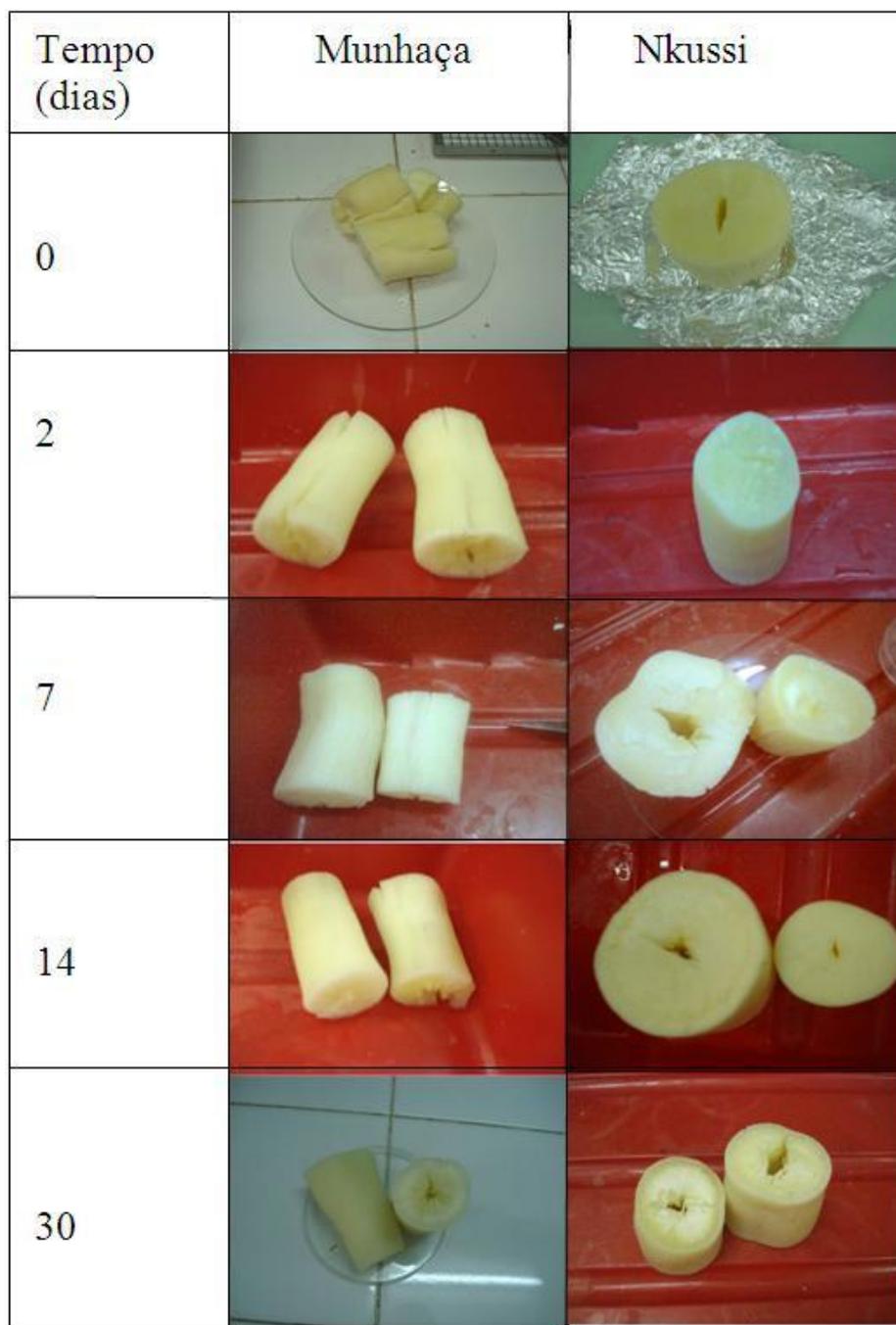


Figura 9. Observação da cor das raízes cozidas após o congelamento

4.1.2. Análise da Cozedura

As raízes cozidas após o congelamento e descongelamento também não apresentaram mudança de cor em comparação com a cor inicial destas (figura 9). Houve diferenças significativas nas médias do tempo de cozedura das duas variedades, sendo que a variedade *Nkussi* apresentou maior tempo de cozedura em relação a variedade *Munhaça*. O tempo de cozedura das raízes apresentou redução significativa nas duas variedades (figura 10). A variedade amarga, que apresentava um tempo de cozedura inicial maior em relação à variedade doce, apresentou uma redução significativa em uma semana de congelamento e esta progrediu até um mês de congelamento, reduzindo até 68%. Na mesma linha, a variedade doce, apresentou uma redução significativa nas primeiras 24 horas de congelamento, progredindo até ao fim de um mês onde a redução foi de 67%.

Ao fim de 30 dias não foram observadas diferenças estatísticas entre as médias do tempo de cozedura das duas variedades, ou seja, as duas variedades possuíam tempos de cozedura estatisticamente iguais (anexo 1).

Cereda (2003), afirma que a tecnologia de congelamento, apesar de conservar as raízes por um período maior, danifica sua estrutura após o descongelamento, deixando-as com aspecto esponjoso. Ocorrem mudanças na textura das raízes depois de cozidas as raízes retomam a textura natural. Esta danificação da estrutura das raízes pode ser o motivo pelo qual deu-se uma redução do tempo de cozedura que se verificou nas raízes congeladas durante um mês.

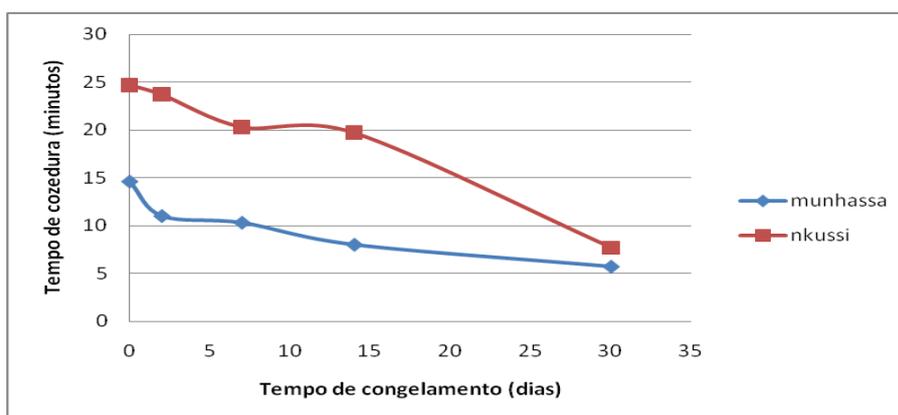


Figura 10. Variação do tempo de cozedura das raízes durante o tempo de congelamento

4.1.3. Análise de pH

O pH inicial das raízes de mandioca foi 6,7. As raízes conservadas sem casca à temperatura ambiente apresentaram uma redução de pH 6,7 para pH 5,47 após uma semana de congelamento. Como já foi mencionado, nesta altura, estas raízes para além de apresentarem o acastanhamento causado pela oxidação dos tecidos apresentaram bolores. As raízes não descascadas e conservadas a temperatura ambiente apesar de terem apresentado uma infestação por bolores não apresentaram valores de pH muito diferentes do valor inicial ao fim de uma semana de conservação. Nas raízes armazenadas sob congelamento não houve diferenças estatísticas significativas entre os valores de pH ao longo dos 30 dias de armazenamento (figura 11).

A redução do pH das raízes está relacionada com o aumento da acidez total titulável e o aumento da acidez total titulável pode ser devido ao início de um processo fermentativo bacteriano com o consumo do oxigénio e produção de ácidos orgânicos, como o láctico, butírico, acético entre outros (Bezerra *et al.*, 2002). Portanto a manutenção dos valores de pH verificadas nas raízes armazenadas sob congelamento é uma referência do efeito do congelamento na inibição alteração das condições fisiológicas e presença de microorganismos (fungos e bactérias) nas raízes.

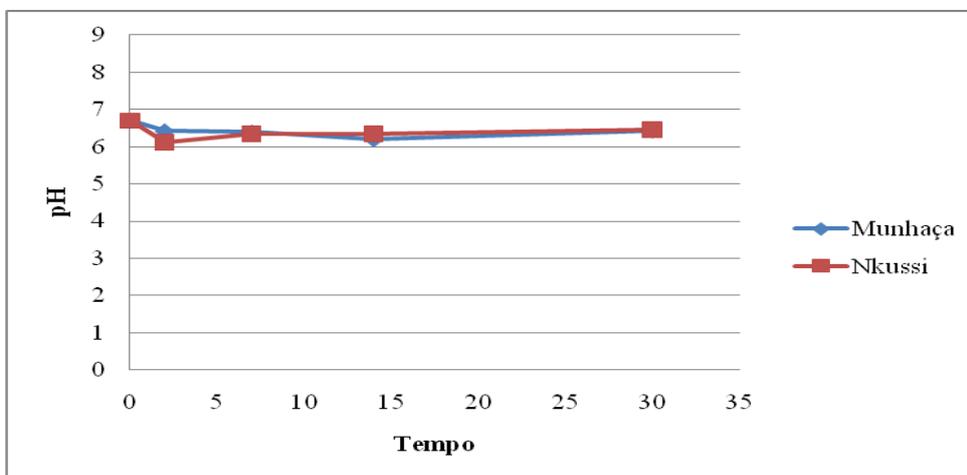


Figura 11. Variação do pH das raízes durante o tempo de congelamento

4.2. Determinação de cianetos

4.2.1 Teor de cianetos nas raízes frescas

Os valor inicial de concentração de cianetos nas raízes frescas foi de 36,12 mg/Kg base seca na variedade *Munhaça* e 1011,63 mg/Kg base seca na variedade *Nkussi*. Nenhuma das variedades apresentou concentração inicial de cianetos segura segundo o recomendado pela FAO/OMS de 10mg HCN/Kg.

Sundaresan *et al.* (1987) citado por Montagnac *et al.* (2005) classificaram as variedades de acordo com o nível de amargor: variedades não amargas (doces) <100 mg HCN/Kg; variedades amargas 100mg a 450 mg HCN/Kg e variedades muito amargas >450 mg HCN/kg. A quantidade total de cianetos varia de acordo com a variedade, ambiente e outros factores. Variedades amargas apresentam um elevado potencial cianogénico (VALLE *et al.*, 2004).

4.2.3. Efeito do congelamento

Observou-se uma interacção significativa entre e o tempo de congelamento e a variedade P(0,00) menor que nível de significância (0,05), que permite dizer que a acção conjunta do tempo de congelamento e o tipo de variedade tem influência sobre a concentração de cianetos nas raízes de mandioca. A concentração de cianetos na variedade amarga apresentou diferenças significativas em relação a concentração de cianetos na variedade doce. No primeiro dia, antes do congelamento, as raízes cozidas da variedade amarga (*Nkussi*) apresentaram uma média de 838,1mg HCN/Kg e as da variedade doce (*Munhaça*) apresentaram uma média de 27,2mg HCN/Kg.

Na variedade *Munhaça*, não se observou uma redução significativa da concentração de cianetos do dia da colheita até dois dias de congelamento, a redução foi significativa após uma semana de congelamento, e o valor continuou a decrescer até um mês de congelamento. Na variedade *Nkussi* observou-se uma diferença entre o dia de colheita e a análise da raíz após dois dias de congelamento. A redução continuou a ocorrer significativamente na primeira e segunda semana e ao fim de um mês de congelamento. A redução de cianetos tendo em conta a quantidade inicial foi de 81,4% e 87,7% na variedade *Munhaça* e *Nkussi* respectivamente.

Tabela 1. Valores médios da variação da concentração de HCN das raízes de mandioca armazenadas sobre congelamento (-20 °C)

Variedade	Tempo (dias)				
	0	2	7	14	30
Munhaça	27.21Ba	25,84Ba	14.4Bb	10.22Bc	5.15Bd
Nkussi	838.06Ab	1004.9Aa	412.14Ac	250.4Ad	102.7Ae

Nota: *médias seguidas de letras iguais, minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna, não diferem estatisticamente (Teste de Tukey) a 5% de significância.

Pelos resultados obtidos, é possível observar que o método de congelamento foi eficiente para a redução, na variedade Munhaça observou-se ao final de um mês uma média da concentração de cianetos de 5,5 mg HCN/Kg valor considerado seguro para consumo de acordo com a FAO/OMS. A redução de cianetos ocorre porque durante o congelamento há formação de cristais de gelo que levam a ocorrência de lesões nas membranas e desidratação das células (Colla e Fernandez, 2003). Estas lesões levam a um rompimento dos tecidos e a enzima linamarase entra em contacto com os glicosídeos e hidrolisa-os produzindo acetona cianohidrina da linamarina e 2 butanona cianohidrina da lotaustralina que se evaporam para o ambiente (Macmahon *et al.*, 1995).

Cereda (2003), avaliou o efeito do congelamento sobre palitos de raízes de mandioca a -20 °C durante 60 dias e observou uma redução de 39,25% do teor da linamarina. Esta redução é muito menor em relação a redução observada no presente estudo. Este facto ocorreu possivelmente pelo facto de no presente trabalho ter-se seguido um procedimento de alternância de congelamento e descongelamento durante as semanas de análise em que se tomou em conta a temperatura das raízes antes de se proceder com a medição da quantidade de cianetos, isto porque segundo Cereda (2003), para que ocorra a reacção de hidrólise dos glicosídeos cianogénicos é necessário que a raíz esteja a temperatura de 30 °C e a pH entre 4 e 6. Para além deste aspecto, o processo de alternância congelamento e descongelamento facilitou a ocorrência da destruição dos tecidos proporcionando um maior contacto da linamarase com os glicosídeos.

4.3. Análise sensorial

Em relação à cor das raízes, quando a análise foi para a mandioca fresca, observou-se que o Chi-quadrado calculado (6,7) foi maior que Chi-quadrado crítico (5,9), isto significa que com base no teste há evidências suficientes para dizer que a opinião sobre a cor das raízes difere em Bobole ou na FAEF. Na figura 12, é possível observar que os provadores da FAEF foram unânimes ao considerar a cor da mandioca como branca e para a maioria dos provadores de Bobole houve uma tendência para a resposta branca à muito branca. Em contrapartida, para a cor da mandioca congelada observou-se Chi-quadrado calculado (5,6) menor que Chi-quadrado crítico (7,8), que permite concluir que para este atributo não há evidências suficientes para dizer que a opinião sobre a cor da mandioca congelada depende do local onde o teste foi realizado, os provadores de Bobole consideraram a cor branca a muito branca.

Em relação ao aroma, sabor e textura das raízes, foi possível observar que tanto para a amostra de mandioca fresca como congelada o Chi-quadrado calculado foi menor que o Chi-quadrado crítico, que nos permite concluir que para estes atributos não há evidências suficientes para dizer que a opinião dos provadores depende do local onde o teste foi realizado, a maioria dos provadores consideraram acima de bom todos estes atributos para a mandioca fresca e a congelada (figuras 13, 14 e 15).

Para a aceitabilidade geral da mandioca fresca foi possível observar o Chi-quadrado calculado (5,05) foi maior que o Chi-quadrado (3,8) crítico que significa que existe uma relação entre a opinião dos provadores e o local de realização do teste, a maioria dos provadores de Bobole disseram gostar muito da mandioca fresca e os provadores da FAEF apenas gostaram (figura 16). Em contrapartida, em relação a mandioca congelada o teste mostrou que a aceitabilidade geral da mandioca congelada não depende do local onde o teste foi realizado, estando também a maioria das respostas entre gosto e gosto muito da mandioca congelada.

O atributo compra das raízes de mandioca também apresentou pelo teste Chi-quadrado calculado maior que o Chi-quadrado crítico para as raízes de mandioca fresca e a congelada, significando assim que não existe diferença na opinião dos provadores de Bobole ou da FAEF em relação à opção de comprar a mandioca fresca ou congelada, a

maioria das respostas dos dois locais foi posso comprar tanto para a mandioca fresca como para a mandioca congelada (figura 17).

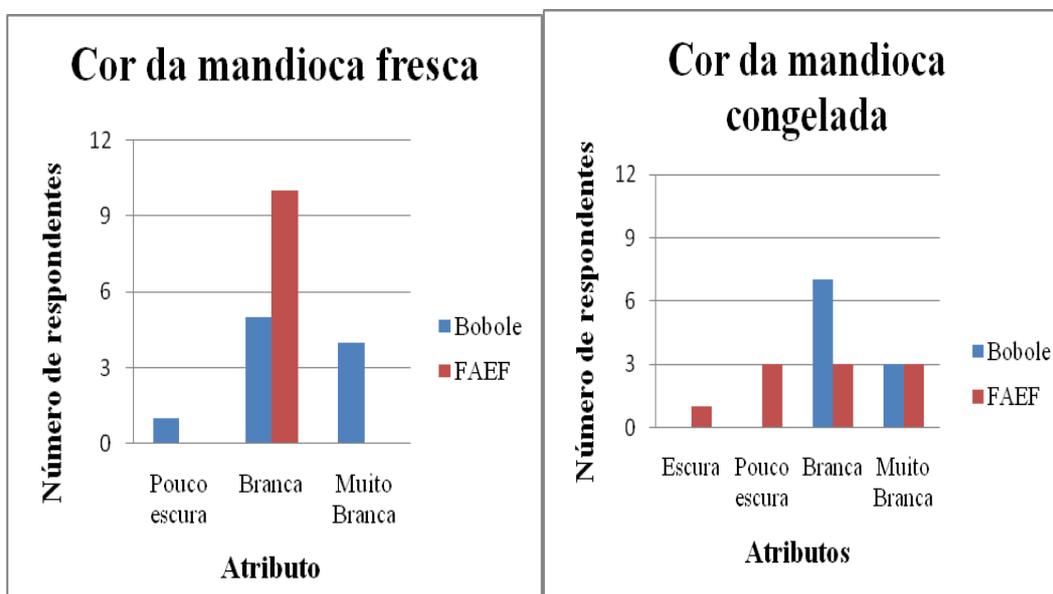


Figura 12. Número de respostas para os atributos do parâmetro cor

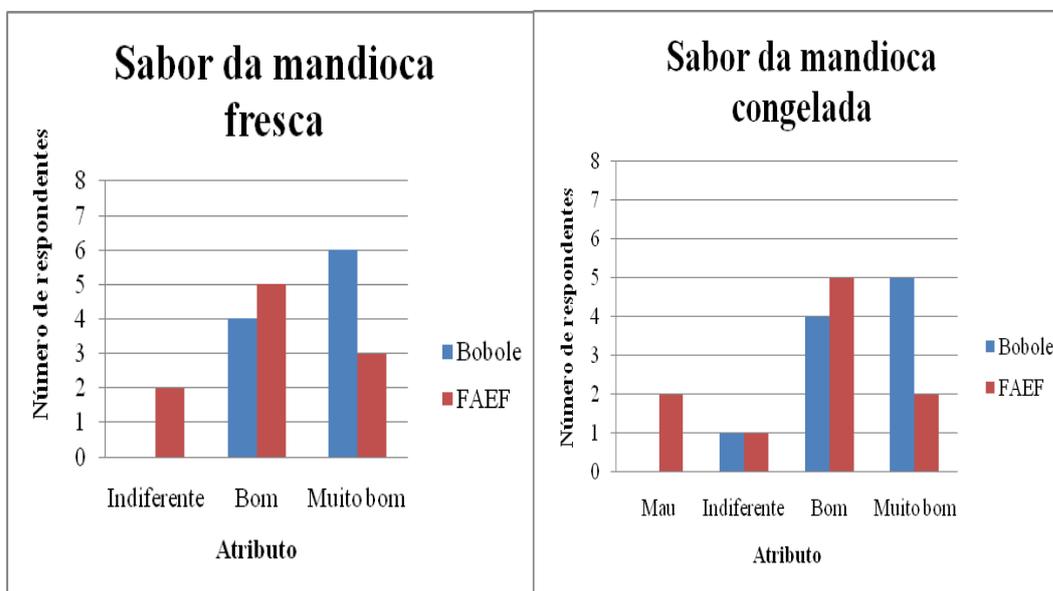


Figura 13. Número de respostas para os atributos do parâmetro sabor

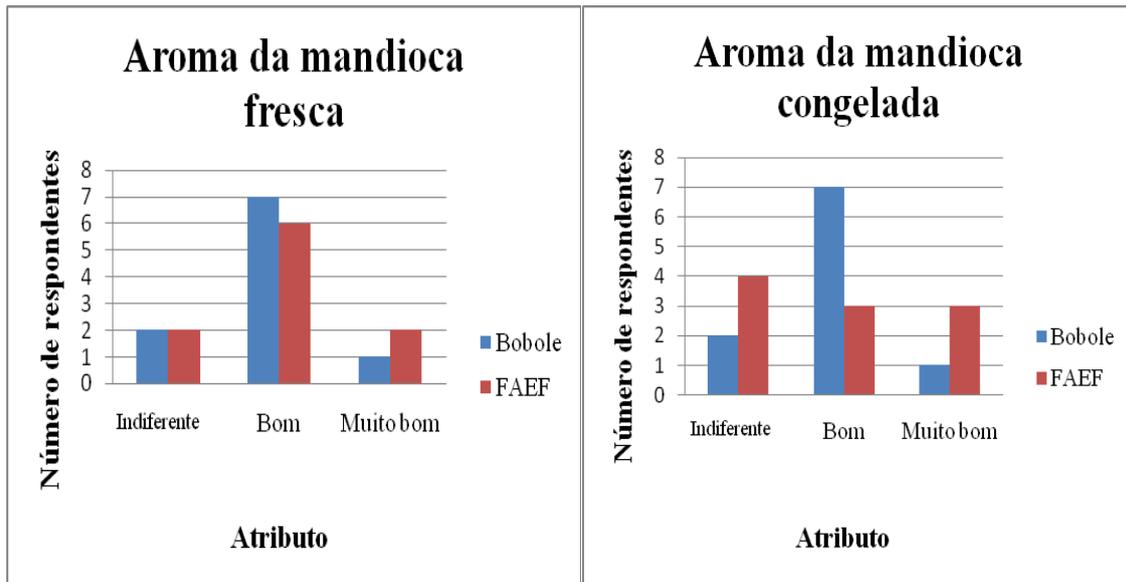


Figura14. Número de respostas para os atributos do parâmetro aroma

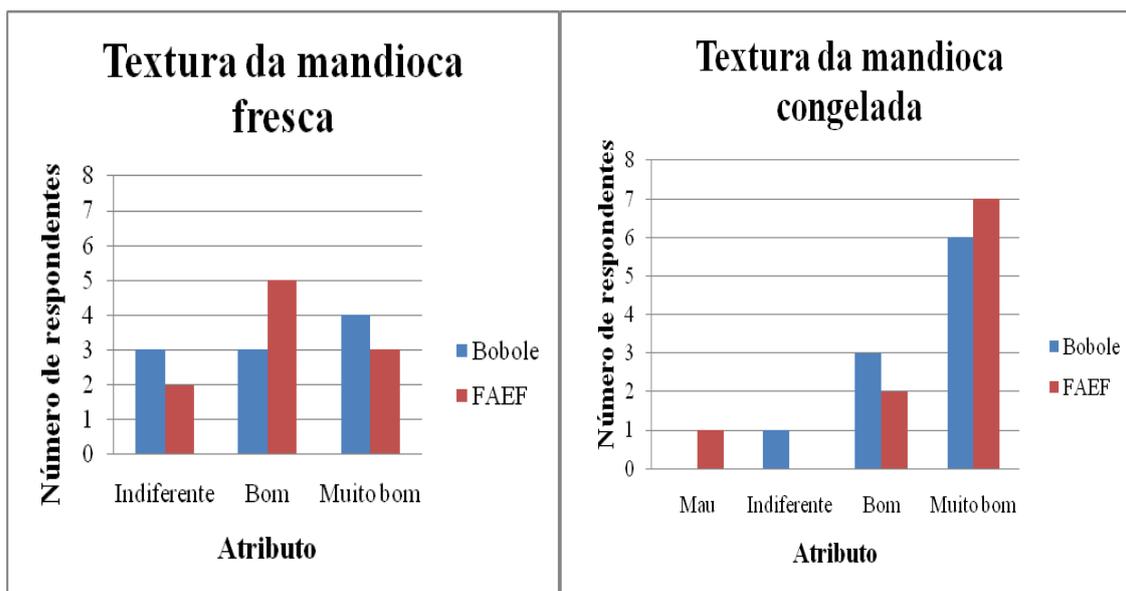


Figura15. Número de respostas para os atributos do parâmetro textura

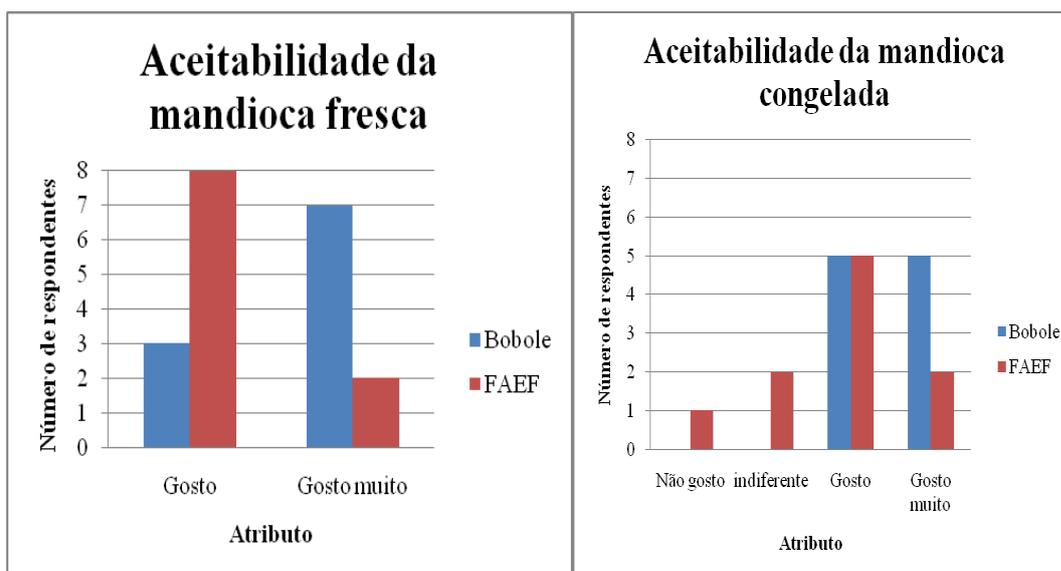


Figura16. Número de respostas para os atributos do parâmetro aceitabilidade geral

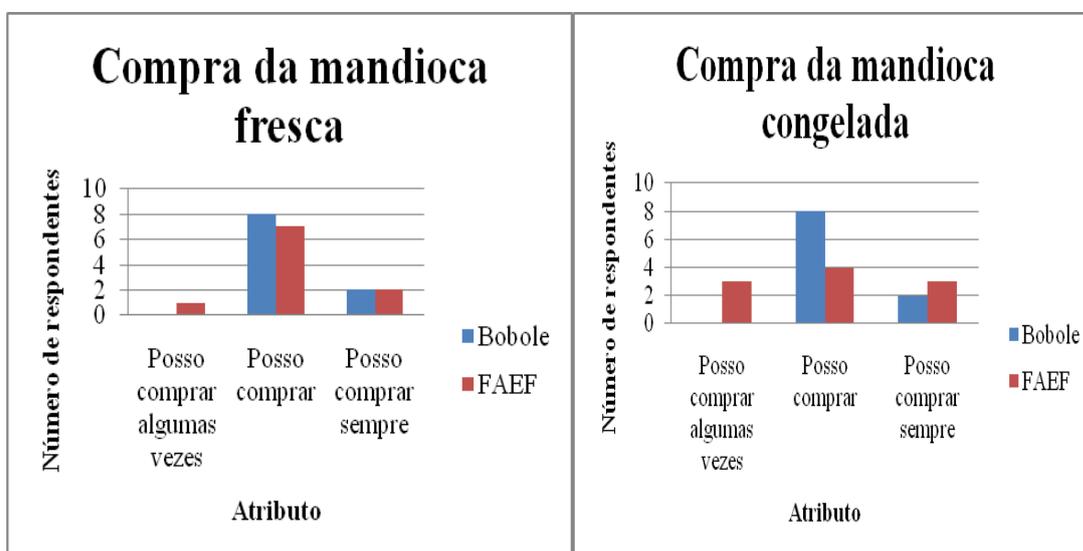


Figura 17. Número de respostas para os atributos do parâmetro compra

IV. CONCLUSÕES

Nas condições em que o presente trabalho foi conduzido e de acordo com os resultados obtidos pode-se concluir que o congelamento de raízes de mandioca durante um mês à temperatura de -20 °C é uma técnica eficaz de conservação e detoxificação de raízes de mandioca. O congelamento evitou a ocorrência da deterioração fisiológica pós colheita das raízes através da manutenção das características de cor e pH das mesmas e levou a uma diminuição do tempo de cozedura destas causada pelo rompimento dos tecidos.

O conteúdo de cianetos das variedades de mandioca doce foi reduzido até valores inferiores ao limite de consumo considerado pela FAO/OMS de 10mg/Kg.

A opinião dos provadores de Bobole e da FAEF não divergiu muito em relação aos parametros avaliados pela análise sensorial, houve uma boa aceitação das características da mandioca fresca e da congelada.

V. RECOMENDAÇÕES

Como forma de aprofundar este trabalho para a obtenção de resultados mais abrangentes recomenda-se a realização do trabalho considerando um maior tempo de conservação para se obter a informação de até quanto tempo é possível conservar e manter as características de qualidade das raízes de mandioca.

Como adicional, recomenda-se um estudo aprofundando das características nutricionais das raízes de mandioca antes e após o congelamento para obter informação sobre em que medida o congelamento influencia no potencial nutricional das raízes de mandioca.

O presente trabalho determinou o teor de cianetos das raízes considerando o cianeto livre (HCN) que se liberta após a reacção de hidrólise dos glicosídeos. Como forma de obter informação sobre o efeito do congelamento sobre o total de cianetos das raízes, recomenda-se também estudar as fracções de cianeto que são: a cianohidrina, o cianeto livre (HCN) e os glicosídeos cianogénicos.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, A. Cansian, R. L. Stuart, G. Valduga, E. 2005. Alterações na qualidade de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) minimamente processadas. Ciênc. agrotec. Lavras, Vol. 29, n. 2, pp. 330-337.

Beeching, J. R.; Reilly, K.; Gómez-Vásquez, R.; Li, H.; Han, Y.; Rodriguez, M.X. (...), 2002. Post harvest deterioration of cassava. In: M. Nakatani and K. Komaki (Eds.) 12th Symposium of International Society for Tropical Root Crops: Potencial of Root Crop for food and Industrial Resources. (10-12 September 2000, Tsukuba, Japan. Pp. 60-66.

Bezerra, V. S.; Pereira, R. G. F. A.; Carvalho, V. D.; Vilela, E. R. 2002. Raízes de Mandioca Minimamente Processadas: Efeito do Branqueamento na Qualidade e Conservação. Ciênc. agrotec., Lavras, v.26, n.3, p.564-575.

Booth, R. H., 1976. Storage of fresh cassava (*Manihot esculenta*). Post harvest deterioration control. Exp. Agric. Vol. 12. pp: 103-111.

Bradbury, J H, S V Egan and M J Lynch. 1991. Analysis of Cyanide in Cassava Using Acid Hydrolysis of Cyanogenic Glucosides. Journal of the science of food and agriculture. Vol. 55. pp 211-290.

Bradbury, M. G., Egan, S. V. and Bradbury, J. H. 1999. Picrate paper kits for determination of total cyanogens in cassava roots and all forms of cyanogens in cassava products. Journal of the Science of Food and Agriculture, Vol. pp. 79, 593-601.

Cardoso, A.P., Ernesto, M., Cliff, J., Egan, V. and Bradbury, J.H. 1998. Cyanogenic potential of cassava flour: field trial in Mozambique of a simple kit. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 49, 93-99.

Cereda, M.P. 2003. (Coord.) Tecnologias, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino-americanas. Volume 3. São Paulo: Fundação Cergill.pp. 576-621.

Colla, L. M.; Prentice-Hernández, C. 2003. Congelamento e Descongelamento – Sua influência sobre os alimentos. Vetor, Rio Grande, Volume 13. pp. 53-66.

Conn, Eric E. 1994. Cyanogenesis- A Personal Perspective. International Society for Horticultural Science. Vol 375. pp. 31–43.

Essers, J. Alexander, Remco M. Van der Grift, & Alphons G. J. Voragen. 1996. Cyanogen removal from cassava roots during sun-drying. Food Chemistry. Vol. 55, No. 4, pp. 319-325.

Gava, A.J., Silva, C.A. e Frias, J.R. 2008. Tecnologia de alimentos. Princípios e Aplicações. Nobel.

Hirose, S. 1986. Physiological Studies on Postharvest Deterioration of Cassava Roots. Japan Agricultural Research Quarterly. Vol. 19. No. 4.

IFAD (International Fund for Agricultural Development) and FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2006. Regional initiative workshop on cassava processing and marketing. FIDAction Issue no 3.

IIAM (Intituto de Investigação Agrária de Moçambique). 2003. Inquérito sobre produção, processamento e mercado de mandioca e batata doce em Moçambique.

Isamah, G.K. 2004. ATPase, peroxidase and lipoxygenase activity during post-harvest deterioration of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) root tubers. International Biodeterioration & Biodegradation Vol. 54. pp. 319 – 323.

Medeiros, E. A. A. 2009. Deterioração Pós Colheita da Mandioca Minimamente Processada. Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais.

MIC (Ministério da Indústria e Comércio). 2007. Estratégia de Desenvolvimento da Mandioca para Moçambique (2008 – 2012). Volume II.

Montagnac, J.A., Christopher, R.D. and Tanumihardjo. S.A. 2009. Processing Techniques to Reduce Toxicity and Antinutrients of Cassava for Use as a Staple Food. Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety. Vol. 8.

Noon, R. A., Booth, R. H., 1978. Nature of Post-harvest Deterioration of Cassava Roots. Transactions of the British Mycological Society Vol. 69 (2). pp.287-29.

Wandschneider, T. e Barca, A. O processamento e a comercialização da mandioca e batata doce no norte de Inhambane: Oportunidades de intervenção. Care, 2003.

Wenham, J. E. 1995. Post-harvest deterioration of cassava - A biotechnology perspective. FAO.

Westby, Andrew. 2002. Cassava utilization, storage and small-scale processing. In Hillocks, R. J., Thresh, J. M. and Bellotti, A. C. (Eds), Cassava biology, production and utilization. CABI Publishing, Wallingford, UK, 281-300.

White, W.L., Garzon, D.A., McMahon, J.M. and Sayre, R.T. 1998. Cyanogenesis in Cassava. The Role of Hydroxynitrile Lyase in Root Cyanide Production. Plant Physiology. Vol 116.pp. 1219-1225.

Wijesinghe, W.A.S.P; Sarananda, S.H. 2008. Utilization of Cassava Trough Freezing. Journal of Food and Agriculture. Volume 1. pp: 17-29.

VIII. ANEXOS

8.1. Anexo 1 - Análise do Tempo de Cozedura das Raízes

Análise de Variância (ANOVA)

Number of obs = 30 R-squared = 0.9916

Root MSE = .752773 Adj R-squared = 0.9878

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	1334.03333	9	148.225926	261.58	0.0000
tempo	583.2	4	145.8	257.29	0.0000
variedade	644.033333	1	644.033333	1136.53	0.0000
tempo*variedade	106.8	4	26.7	47.12	0.0000
Residual	11.3333333	20	.566666667		
Total	1345.36667	29	46.391954		

Teste de Homogeniedade de Variâncias

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro	30	0.96605	1.079	0.157	0.43753

Teste de Comparação de médias

Tukey HSD pairwise comparisons for variable trat
 studentized range critical value(.05, 10, 20) = 5.0078789
 uses harmonic mean sample size = 3.000

grp vs grp	mean		dif	HSD-test
	group	means		
1 vs 2	14.6667	24.6667	10.0000	23.0089*
1 vs 3	14.6667	11.0000	3.6667	8.4366*
1 vs 4	14.6667	23.6667	9.0000	20.7081*
1 vs 5	14.6667	10.3333	4.3333	9.9705*
1 vs 6	14.6667	20.3333	5.6667	13.0384*
1 vs 7	14.6667	8.0000	6.6667	15.3393*
1 vs 8	14.6667	19.6667	5.0000	11.5045*
1 vs 9	14.6667	5.6667	9.0000	20.7081*
1 vs 10	14.6667	7.6667	7.0000	16.1063*
2 vs 3	24.6667	11.0000	13.6667	31.4456*
2 vs 4	24.6667	23.6667	1.0000	2.3009
2 vs 5	24.6667	10.3333	14.3333	32.9795*
2 vs 6	24.6667	20.3333	4.3333	9.9705*
2 vs 7	24.6667	8.0000	16.6667	38.3482*
2 vs 8	24.6667	19.6667	5.0000	11.5045*
2 vs 9	24.6667	5.6667	19.0000	43.7170*
2 vs 10	24.6667	7.6667	17.0000	39.1152*
3 vs 4	11.0000	23.6667	12.6667	29.1447*
3 vs 5	11.0000	10.3333	0.6667	1.5339
3 vs 6	11.0000	20.3333	9.3333	21.4750*
3 vs 7	11.0000	8.0000	3.0000	6.9027*
3 vs 8	11.0000	19.6667	8.6667	19.9411*
3 vs 9	11.0000	5.6667	5.3333	12.2714*
3 vs 10	11.0000	7.6667	3.3333	7.6696*
4 vs 5	23.6667	10.3333	13.3333	30.6786*
4 vs 6	23.6667	20.3333	3.3333	7.6696*
4 vs 7	23.6667	8.0000	15.6667	36.0474*
4 vs 8	23.6667	19.6667	4.0000	9.2036*
4 vs 9	23.6667	5.6667	18.0000	41.4161*
4 vs 10	23.6667	7.6667	16.0000	36.8143*
5 vs 6	10.3333	20.3333	10.0000	23.0089*
5 vs 7	10.3333	8.0000	2.3333	5.3688*
5 vs 8	10.3333	19.6667	9.3333	21.4750*
5 vs 9	10.3333	5.6667	4.6667	10.7375*
5 vs 10	10.3333	7.6667	2.6667	6.1357*
6 vs 7	20.3333	8.0000	12.3333	28.3777*
6 vs 8	20.3333	19.6667	0.6667	1.5339
6 vs 9	20.3333	5.6667	14.6667	33.7465*
6 vs 10	20.3333	7.6667	12.6667	29.1447*
7 vs 8	8.0000	19.6667	11.6667	26.8438*

Efeito do congelamento de raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na conservação e no conteúdo de cianetos

7 vs 9	8.0000	5.6667	2.3333	5.3688*
7 vs 10	8.0000	7.6667	0.3333	0.7670
8 vs 9	19.6667	5.6667	14.0000	32.2125*
8 vs 10	19.6667	7.6667	12.0000	27.6107*
9 vs 10	5.6667	7.6667	2.0000	4.6018

Valores médios* da variação do tempo de cozedura das raízes de mandioca armazenadas sobre congelamento (-20 °C)

Variedade	Tempo (dias)				
	0	2	7	14	30
Munhaça	14.6Ba	11.0Bb	10.3Bb	8.0Bc	5.7Ad
Nkussi	24.7Aa	23.7Aa	20.3Ab	19.7Ab	7.7Ac

Nota: *médias seguidas de letras iguais, minúsculas na mesma linha e maiúsculas na mesma coluna, não diferem estatisticamente (Teste de Tukey) a 5% de significância.

8.2. Anexo 2 - Análise do pH das raízes

Análise de Variância (ANOVA)

Number of obs = 30 R-squared = 0.2432

Root MSE = .204263 Adj R-squared = -0.0974

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	.268133505	9	.029792612	0.71	0.6904
tempo	.102133315	4	.025533329	0.61	0.6589
variedade	.038880063	1	.038880063	0.93	0.3459
tempo*variedade	.127120127	4	.031780032	0.76	0.5624
Residual	.834466852	20	.041723343		
Total	1.10260036	29	.038020702		

Teste de homogeniedade de variâncias

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro	30	0.97253	0.873	-0.281	0.61051

8.3. Anexo 3 - Análise da Concentração de Cianetos

Análise de Variância (ANOVA)

Number of obs = 30 R-squared = 0.9967

Root MSE = 25.1212 Adj R-squared = 0.9953

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	3859355.93	9	428817.326	679.50	0.0000
tempo	985949.668	4	246487.417	390.58	0.0000
variedade	1978371.88	1	1978371.88	3134.92	0.0000
tempo*variedade	895034.384	4	223758.596	354.57	0.0000
Residual	12621.5105	20	631.075526		
Total	3871977.44	29	133516.463		

Teste de homogeneidade de variâncias

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro	30	0.76003	7.628	4.201	0.00001

Neste ensaio os dados não seguem uma distribuição normal ($p < 0.05$).

Tranformação de dados

generate hcn1 = hcn^0.5

Análise de Variância (ANOVA)

Number of obs = 30 R-squared = 0.9987

Root MSE = .472358 Adj R-squared = 0.9981

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	3345.3827	9	371.709189	1665.94	0.0000
tempo	642.199818	4	160.549954	719.56	0.0000
variedade	2339.77924	1	2339.77924	10486.53	0.0000
tempo*variedade	363.403639	4	90.8509097	407.18	0.0000
Residual	4.46244682	20	.223122341		
Total	3349.84514	29	115.511902		

Teste de homogeneidade de variâncias

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro1	30	0.92727	2.312	1.733	0.04156

Neste ensaio os dados não seguem uma distribuição normal ($p < 0.05$).

Tranformação de dados

generate hcn2= hcn1^0.5

Análise de Variância (ANOVA)

Number of obs = 30 R-squared = 0.9991

Root MSE = .055415 Adj R-squared = 0.9986

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob > F
Model	64.5977362	9	7.17752625	2337.30	0.0000
tempo	10.9120678	4	2.72801694	888.35	0.0000
variedade	51.0041393	1	51.0041393	16609.04	0.0000
tempo*variedade	2.6815292	4	.670382301	218.30	0.0000
Residual	.061417322	20	.003070866		
Total	64.6591536	29	2.22962598		

Teste de homogeniedade de variâncias

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
erro2	30	0.98469	0.487	-1.490	0.93185

Teste de comparação de médias

Tukey HSD pairwise comparisons for variable trat
 studentized range critical value(.05, 10, 20) = 5.0078789
 uses harmonic mean sample size = 3.000

		mean		dif	HSD-test
grp vs grp	group means				
1 vs 2	2.2830	5.3792	3.0963	96.7759*	
1 vs 3	2.2830	2.2539	0.0290	0.9076	
1 vs 4	2.2830	5.6797	3.3968	106.1687*	
1 vs 5	2.2830	1.9477	0.3353	10.4799*	
1 vs 6	2.2830	4.5065	2.2236	69.4995*	
1 vs 7	2.2830	1.7874	0.4955	15.4885*	
1 vs 8	2.2830	3.9747	1.6918	52.8772*	
1 vs 9	2.2830	1.4533	0.8297	25.9314*	
1 vs 10	2.2830	3.2240	0.9410	29.4131*	
2 vs 3	5.3792	2.2539	3.1253	97.6835*	
2 vs 4	5.3792	5.6797	0.3005	9.3929*	
2 vs 5	5.3792	1.9477	3.4316	107.2558*	
2 vs 6	5.3792	4.5065	0.8727	27.2764*	
2 vs 7	5.3792	1.7874	3.5918	112.2644*	
2 vs 8	5.3792	3.9747	1.4045	43.8986*	
2 vs 9	5.3792	1.4533	3.9259	122.7072*	
2 vs 10	5.3792	3.2240	2.1552	67.3627*	
3 vs 4	2.2539	5.6797	3.4258	107.0763*	
3 vs 5	2.2539	1.9477	0.3063	9.5723*	
3 vs 6	2.2539	4.5065	2.2526	70.4071*	
3 vs 7	2.2539	1.7874	0.4665	14.5809*	
3 vs 8	2.2539	3.9747	1.7208	53.7848*	
3 vs 9	2.2539	1.4533	0.8006	25.0238*	
3 vs 10	2.2539	3.2240	0.9701	30.3207*	
4 vs 5	5.6797	1.9477	3.7321	116.6487*	
4 vs 6	5.6797	4.5065	1.1732	36.6692*	
4 vs 7	5.6797	1.7874	3.8923	121.6573*	
4 vs 8	5.6797	3.9747	1.7050	53.2915*	
4 vs 9	5.6797	1.4533	4.2264	132.1001*	
4 vs 10	5.6797	3.2240	2.4557	76.7556*	
5 vs 6	1.9477	4.5065	2.5589	79.9795*	
5 vs 7	1.9477	1.7874	0.1602	5.0086*	
5 vs 8	1.9477	3.9747	2.0271	63.3572*	
5 vs 9	1.9477	1.4533	0.4944	15.4514*	
5 vs 10	1.9477	3.2240	1.2763	39.8931*	
6 vs 7	4.5065	1.7874	2.7191	84.9880*	
6 vs 8	4.5065	3.9747	0.5318	16.6223*	
6 vs 9	4.5065	1.4533	3.0532	95.4309*	
6 vs 10	4.5065	3.2240	1.2825	40.0864*	
7 vs 8	1.7874	3.9747	2.1873	68.3657*	
7 vs 9	1.7874	1.4533	0.3341	10.4428*	
7 vs 10	1.7874	3.2240	1.4366	44.9017*	
8 vs 9	3.9747	1.4533	2.5214	78.8086*	
8 vs 10	3.9747	3.2240	0.7507	23.4641*	
9 vs 10	1.4533	3.2240	1.7707	55.3445*	

8.4. Anexo 4 - Análise Sensorial

Teste Chi-quadrado

Ho: A opinião sobre cada parâmetro não difere entre os respondentes da FAEF e Bobole

Ha: Pelo menos um dos locais difere do outro em relação às respostas dadas para cada parâmetro

Cor da Mandioca Fresca

Valores observados:

	Pouco escura	Branca	Muito Branca	Total
Bobole	1	5	4	10
FAEF	0	10	0	10
Total	1	15	4	20

Valores esperados:

	Pouco escura	Branca	Muito Branca	Total
Bobole	0,5	7,5	2	10
FAEF	0,5	7,5	2	10
Total	1	15	4	20

Chi-quadrado

	Pouco escura	Branca	Muito Branca	Total
Bobole	0,5	0,833333	2	
FAEF	0,5	0,833333	2	
Total				6,666667

Chi-quadrado crítico(0,05;2) = 5,99

Cor da Mandioca Congelada

Valores observados:

	Escura	Pouco escura	Branca	Muito Branca	Total
Bobole	0	0	7	3	10
FAEF	1	3	3	3	10
Total	1	3	10	6	20

Valores esperados:

	Escura	Pouco escura	Branca	Muito Branca	Total
Bobole	0,5	1,5	5	3	10
FAEF	0,5	1,5	5	3	10
Total	1	3	10	6	20

Chi-quadrado

	Escura	Pouco escura	Branca	Muito Branca	Total
Bobole	0,5	1,5	0,8	0	
FAEF	0,5	1,5	0,8	0	
Total					5,6

Chi-quadrado crítico(0,05; 3)=7,8

Aroma da mandioca fresca

Valores observados

	Indiferente	Bom	Muito bom	Total
Bobole	2	7	1	10
FAEF	2	6	2	10
Total	4	13	3	20

Valores esperados

	Indiferente	Bom	Muito Bom	Total
Bobole	2	6,5	1,5	10
FAEF	2	6,5	1,5	10
Total	4	13	3	20

Chi-quadrado

	Indifente	Bom	Muito Bom	Total
Bobole	0	0,038462	0,166667	
FAEF	0	0,038462	0,166667	
Total				0,410256

Chi-quadrado crítico(0,05; 2)=5,99

Aroma da Mandioca Congelada

Valores observados

	Indiferente	Bom	Muito bom	Total
Bobole	2	7	1	10
FAEF	4	3	3	10
Total	6	10	4	20

Valores esperados

	Indiferente	Bom	Muito bom	Total
Bobole	3	5	2	10
FAEF	3	5	2	10
Total	6	10	4	20

Chi-quadrado

	Indiferente	Bom	Muito Bom	Total
Bobole	0,333333	0,8	0,5	
FAEF	0,333333	0,8	0,5	
Total				3,266667

Chi-quadrado crítico (0,05; 2)= 5,99

Sabor da Mandioca fresca

Valores observados

	Indiferente	Bom	Muito bom	Total
Bobole	0	4	6	10
FAEF	2	5	3	10
Total	2	9	9	20

Valores esperados

	Indiferente	Bom	Muito bom	Total
Bobole	1	4,5	4,5	10
FAEF	1	4,5	4,5	10
Total	2	9	9	20

Chi-quadrado

	Indiferente	Bom	Muito bom	Total
Bobole	1	0,055556	0,5	
FAEF	1	0,055556	0,5	
Total				3,111111

Chi-quadrado crítico(0,05; 2)= 5,99

Sabor da mandioca congelada

Valores observados

	Mau	Indifente	Bom	Muito bom	Total
Bobole	0	1	4	5	10
FAEF	2	1	5	2	10
Total	2	2	9	7	20

Valores esperados

	Mau	Indifente	Bom	Muito bom	Total
Bobole	1	1	4,5	3,5	10
FAEF	1	1	4,5	3,5	10
Total	2	2	9	7	20

Chi-quadrado

	Mau	Indiferente	Bom	Muito bom	Total
Bobole	1	0	0,055556	0,642857	
FAEF	1	0	0,055556	0,642857	
Total					3,396825

Chi-quadrado crítico(0,05; 3)= 7,8

Textura da mandioca fresca

Valores observados

	Indiferente	Bom	Muito bom	Total
Bobole	3	3	4	10
FAEF	2	5	3	10
Total	5	8	7	20

Valores esperados

	Indiferente	Bom	Muito bom	Total
Bobole	2,5	4	3,5	10
FAEF	2,5	4	3,5	10
Total	5	8	7	20

Chi-quadrado

	Indiferente	Bom	Muito bom	Total
Bobole	0,1	0,25	0,071429	
FAEF	0,1	0,25	0,071429	
Total				0,842857

Chi-quadrado crítico(0,05; 2)=5,99

Textura da mandioca congelada

Valores observados

	Mau	Indiferente	Bom	Muito bom	Total
Bobole	0	1	3	6	10
FAEF	1	0	2	7	10
Total	1	1	5	13	20

Valores esperados

	Mau	Indiferente	Bom	Muito bom	Total
Bobole	0,5	0,5	2,5	6,5	10
FAEF	0,5	0,5	2,5	6,5	10
Total	1	1	5	13	20

Chi-quadrado

	Mau	Indiferente	Bom	Muito bom	Total
Bobole	0,5	0,5	0,1	0,038462	
FAEF	0,5	0,5	0,1	0,038462	
Total					2,276923

Chi-quadrado crítico(0,05; 3)=7,8

Aceitabilidade geral da mandioca fresca

Valores observados

	Gosto	Gosto muito	Total
Bobole	3	7	10
FAEF	8	2	10
Total	11	9	20

Valores esperados

	Gosto	Gosto muito	Total
Bobole	5,5	4,5	10
FAEF	5,5	4,5	10
Total	11	9	20

Chi-quadrado

	Gosto	Gosto muito	Total
Bobole	1,136364	1,388889	
FAEF	1,136364	1,388889	
Total			5,050505

Chi-quadrado crítico (0,05; 1)=3,8

Aceitabilidade geral da mandioca congelada

Valores observados

	Desgosto	Indiferente	Gosto	Gosto muito	Total
Bobole	0	0	5	5	10
FAEF	1	2	5	2	10
Total	1	2	10	7	20

Valores esperados

	Desgosto	Indiferente	Gosto	Gosto muito	Total
Bobole	0,5	1	5	3,5	10
FAEF	0,5	1	5	3,5	10
Total	1	2	10	7	20

Chi-quadrado

	Desgosto	Indiferente	Gosto	Gosto muito	Total
Bobole	0,5	1	0	0,642857	
FAEF	0,5	1	0	0,642857	
Total					4,28

Chi-quadrado crítico(0,05; 3)=7,8

Compra da mandioca fresca

Valores observados

	Posso comprar algumas vezes	Posso comprar	Posso comprar sempre	Total
Bobole	0	8	2	10
FAEF	1	7	2	10
Total	1	15	4	20

Valores esperados

	Posso comprar algumas vezes	Posso comprar	Posso comprar sempre	Total
Bobole	0,5	7,5	2	10
FAEF	0,5	7,5	2	10
Total	1	15	4	20

Chi-quadrado

	Posso comprar algumas vezes	Posso comprar	Posso comprar sempre	Total
Bobole	0,5	0,033333	0	
FAEF	0,5	0,033333	0	
Total				1,067

Chi-quadrado crítico(0,05; 2)=5,99

Compra mandioca congelada

Valores observados

	Posso comprar algumas vezes	Posso comprar	Posso comprar sempre	Total
Bobole	0	8	2	10
FAEF	3	4	3	10
Total	3	12	5	20

Valores esperados

	Posso comprar algumas vezes	Posso comprar	Posso comprar sempre	Total
Bobole	1,5	6	2,5	10
FAEF	1,5	6	2,5	10
Total	3	12	5	20

Chi-quadrado

	Posso comprar algumas vezes	Posso comprar	Posso comprar sempre	Total
Bobole	1,5	0,666667	0,1	
FAEF	1,5	0,666667	0,1	
Total				4,533

Chi-quadrado crítico(0,05; 2)=5,99

8.5. Anexo 5 - Inquérito para avaliação da aceitabilidade de raízes de mandioca cozidas após congelamento

Nome do avaliador.....data.....Sexo.....Local de Avaliação.....

Atributos e Escala	1	2
COR 5 = Muito Branca 4 = Branca 3 = Pouco escura 2 = Escura 1 = Muito escura		
AROMA 5 = Muito bom 4 = Bom 3 = Indiferente 2 = Mau 1 = Muito mau		
SABOR 5 = Muito bom 4 = Bom 3 = Indiferente 2 = Mau 1 = Muito mau		
TEXTURA 5 = Muito bom 4 = Bom 3 = Indiferente 2 = Mau 1 = Muito mau		
ACEITABILIDADE GERAL 5 = Gosto muito 4 = Gosto 3 = Indiferente 2 = Desgosto 1 = Desgosto muito		
COMPRA 5 = Posso comprar sempre 4 = Posso comprar 3 = Algumas vezes 2 = Não compro 1 = Nunca posso comprar		

Comentários.....
.....