



UNIVERSIDADE
E D U A R D O
M O N D L A N E

Faculdade de Engenharia
Departamento de Engenharia Química
Mestrado em Tecnologia de Alimentos

Dissertação

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca (Rale)



Autora:

Osvalda Joaquim Guambe

Supervisor:

Prof. Doutor Lucas Daniel Tivana

Maputo, Agosto de 2019

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

Dissertação submetida a comissão científica do Departamento de Engenharia Química da Faculdade de Engenharia - Universidade Eduardo Mondlane, em cumprimento dos requisitos exigidos para obtenção do grau académico de Mestrado em Tecnologia de Alimentos, sob a supervisão do Prof. Doutor Lucas Daniel Tivana.

Maputo, Agosto de 2019

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação ao meu pai Joaquim André (em memória) e à minha mãe Emília Carapeto Marrima, que sacrificaram tanto para que eu pudesse ter uma educação.

As minhas filhas, Adiara e Emily, que fazem tudo valer a pena.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, por guiar meus passos e se mostrar presente na minha vida em todos os momentos.

Ao Prof. Doutor Lucas Tivana, pela supervisão especializada, discussões inestimáveis e por acreditar em mim. Obrigada pela grande oportunidade, por me ensinar muito e não desistir de mim.

À Associação Josina Machel por me ter recebido e aceite trabalhar comigo.

À Deize Guibundana, pelo apoio nos ensaios laboratoriais, especialmente com experiência de determinação do teor de cianetos. Obrigada por me ter acompanhado na Associação Josina Machel em Inharrime e pelo apoio em todas etapas de processamento do *rale*.

Aos funcionários e estudantes da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, especialmente ao Eufrásio, Imaculada e Maria.

Às engenheiras Virginia, Cândida e Asmina por me terem auxiliado na determinação de °Brix e cor das amostras.

Aos colegas de Mestrado em Tecnologia de Alimentos, especialmente ao Mestre Muli Kitungwa e Isabel Monjane, pelo apoio e assistência. Obrigada por me manterem motivada.

À minha mãe Emília Carapeto Marrima, por me incentivar e sempre apoiar os meus estudos.

Às minhas filhas Adiara e Emily e a minha prima Ália pela sua paciência e compreensão.

Aos meus irmãos Arlentina Joaquim Guambe, Ercílio Joaquim Guambe, Saducílio Emilia Joaquim Guambe e Joaquím Emilia Joaquim Guambe pelo apoio e incentivo.

RESUMO

Em Moçambique, a cultura de mandioca desempenha um papel muito importante como fonte de alimentação dos agregados familiares no meio rural.

As raízes da mandioca podem ser consumidas frescas, cozidas, assadas ou fermentadas e processadas em forma de farinha para a confeição de *xima* e em um produto pronto para o consumo conhecido por *rale*.

A farinha fermentada e torrada de mandioca (*rale*) ainda é obtida de maneira artesanal pelo sector familiar, em pequenas quantidades, para o consumo próprio e uma parte para comercialização. Contudo, o seu processamento é feito de diversas formas não padronizadas usando instrumentos rudimentares e muita das vezes de forma não higiénica resultando em *rale* de diversos sabores, dificultando a sua comercialização em mercados formais.

O presente trabalho avaliou a influência do pH e teor de açúcar (sacarose) na aceitabilidade e no teor de cianetos do *rale*. Os resultados mostraram que o açúcar não teve influência na redução do pH tanto da massa ralada de mandioca bem como do *rale*. O pH e o teor de açúcar tiveram influência sobre o teor de cianetos, sendo a amostra que melhor reduziu o cianeto foi a que teve o pH de 4.3 e que continha 20% de açúcar, fermentada durante 43 horas, cujo teor de cianetos foi de 9.15 mg HCN/kg.

A análise sensorial do *rale*, mostrou que tanto o pH, o tempo de fermentação assim como o açúcar influenciaram na aceitabilidade do *rale*, facto comprovado pelos provadores que tiveram preferência pelas amostras com açúcar e fermentadas, sendo que a amostra que teve maior aceitação foi a que teve maior °Brix e fermentada durante 20 horas.

Palavras-chaves: *Rale*, sacarose, pH, cianetos, aceitabilidade.

ABSTRACT

In Mozambique, cassava roots play a very important role as a source of food for households in rural areas. Cassava roots can be consumed fresh, boiled, roasted or fermented and processed into flour for confectionery of *xima* and a ready-to-eat product known as *rale*. Fermented and toasted cassava flour (*rale*) is still obtained artisanally by the family sector, in small quantities, for own consumption and a part for commercialization. However, processing is done in several non-standard ways using rudimentary instruments and often in an unhygienic way resulting in a variety of flavors, making it difficult to market in formal markets. The present work evaluated the influence of pH and sugar content (sucrose) on *rale* acceptability, and cyanide content. The results showed that the sugar had no influence on the pH reduction of both the grated cassava mass as well as the *rale*. pH and sugar content had an influence on the cyanide content, and the sample which best reduced cyanide was at pH 4.3 and contained 20% of sugar, fermented for 43 hours with 9.15 mg HCN/kg. The sensory analysis of the *rale* showed that the pH, the fermentation time and the sugar influenced the acceptability of the *rale*, a fact evidenced by the tasters who preferred samples with sugar and fermented, and the sample that had the highest acceptance was the one, which had greater °Brix and fermented for 20 hours.

Keywords: *Rale*, sucrose, pH, cyanides, acceptability.

ÍNDICE GERAL

DEDICATÓRIA.....	I
AGRADECIMENTOS	II
RESUMO.....	III
ÍNDICE.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABELAS	IX
LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS.....	X
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Problema de estudo	2
1.2. Justificativa do estudo.....	2
2. OBJECTIVOS.....	3
2.1. Objectivo geral.....	3
2.2. Objectivos específicos	3
3. REVISÃO DE LITERATURA	4
3.1. Aspectos botânicos e taxonomia da planta	4
3.2. Origem e distribuição da mandioca	5
3.3. Ciclo de desenvolvimento da planta	5
3.4. Produção da mandioca	6
3.4.1. Produção mundial	6
3.4.2. Produção em Moçambique	8
3.5. Composição química e nutricional da mandioca	8
3.6. Glicosídeos cianogénicos.....	9
3.7. Glicosídeos cianogénicos na mandioca	9
3.8. Uso e utilização da mandioca	11

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

3.9.	Processo de produção do <i>rale</i>	12
3.10.	Fermentação	15
3.10.1.	Fermentação natural (espontânea)	16
3.10.2.	Back-slopping	16
3.10.3.	Fermentação controlada	17
3.10.4.	Fermentação em estado sólido	17
3.10.5.	Fermentação da mandioca.....	18
3.10.6.	Factores que influenciam na fermentação.....	18
3.11.	O teor de sólidos solúveis totais (°Brix)	19
3.12.	Capacidade de inchamento do <i>rale</i>	19
3.13.	Determinação da cor do <i>rale</i>	19
3.14.	Análise sensorial	19
3.14.1.	Aparência (cor)	21
3.14.2.	Aroma	21
3.14.3.	Textura	21
3.14.4.	Gosto (sabor).....	22
4.	MATERIAIS E MÉTODOS	23
4.1.	Descrição da área de estudo	23
4.2.	Colheita das amostras de mandioca no campo	23
4.3.	Delineamento experimental	24
4.4.	Preparação da farinha torrada de mandioca (<i>rale</i>)	24
4.5.	Determinação do pH	25
4.6.	Determinação do teor de cianetos	25
4.6.1.	Extracção da amostra	26
4.6.2.	Esboço da curva padrão	26
4.6.3.	Determinação do teor de cianeto.....	27
4.6.4.	Conversão das absorbâncias em teor de cianetos	28
4.7.	Determinação dos sólidos solúveis totais (°Brix) no <i>rale</i>	28

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

4.8.	Determinação da capacidade de inchamento do <i>rale</i>	29
4.9.	Avaliação da cor das amostras do <i>rale</i>	29
4.10.	Análise sensorial	29
4.11.	Análise estatística.....	30
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5.1.	Análise da variação do pH da massa ralada durante a fermentação	31
5.2.	Análise da variação do pH do <i>rale</i>	32
5.3.	Avaliação do efeito da adição do açúcar e do tempo de fermentação no teor de cianetos do <i>rale</i>	33
5.4.	Teor de sólidos solúveis totais (°Brix).....	35
5.5.	Capacidade de inchamento do <i>rale</i>	35
5.6.	Avaliação da cor do <i>rale</i>	37
5.7.	Avaliação sensorial do <i>rale</i>	38
6.	CONCLUSÕES E RECOMENDACÕES	40
6.1.	Conclusões	40
6.2.	Recomendações.....	40
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
8.	ANEXOS	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Hidrólise da linamarina.	10
Figura 2: Mapa representativa dos locais de estudo	23
Figura 3: Equipamento usado para determinar o pH das amostras.	25
Figura 4: Amostras usadas para leitura das absorvâncias no espectrofotómetro.	28
Figura 5: Teores médios de cianetos do <i>rale</i> com diferentes teores de açúcar nos diferentes tempos de fermentação.	34

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Maiores produtores da raiz da mandioca a nível Mundial.....	7
Tabela 2: Composição química das raízes e folhas da mandioca.....	8
Tabela 3: Descrição dos tratamentos	24
Tabela 4: Reagentes usados no preparo das soluções para se obter as absorvâncias para posterior esboço da curva-padrão	27
Tabela 5: Valores médios de pH da massa ralada fresca de mandioca com diferentes teores de açúcar em diferentes tempos de fermentação	32
Tabela 6: Valores médios de pH do <i>rاله</i> com diferentes teores de açúcar em diferentes tempos de fermentação	33
Tabela 7: Valores médios de sólidos totais (°Brix) de Rale com diferentes teores de açúcares e diferentes tempos de fermentação	Error! Bookmark not defined.
Tabela 8: Valores médios de capacidade de inchamento de Rale com diferentes teores de açúcares e diferentes tempos de fermentação	36
Tabela 9: Valores médios de L, Croma e angulo Hue das amostras do Rale.....	37
Tabela 10: Pontuações hedónicas médias dos atributos sensoriais no rاله.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

<u>Abreviatura/Símbolo</u>	<u>Descrição</u>
HCN	Ácido Cianídrico
pH	Potencial de Hidrogénio
OMS	Organização Mundial da Saúde
FAO	Food and Agriculture Organization
°C	Graus Centígrados
Kg	Quilograma
IITA	International Institute of Tropical Agriculture
G	Grama
µL	Microlitro
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
S	Sul
E	Este
KCN	Cianeto de Potássio
MRM	Massa Ralada de Mandioca
FAEF	Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal

1. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é um dos alimentos mais consumidos no mundo, principalmente nas regiões tropicais, onde o cultivo ocorre em maior intensidade. Destaca-se pela sua rusticidade e grande capacidade de adaptação a condições desfavoráveis de clima e solo exceptuando solos duros e alagados (FAO, 2014). Constitui uma importante fonte de carboidratos para a alimentação humana e animal, com uma densidade energética elevada comparativamente a outras culturas de raízes como a batata-doce e o taro (Bradbury & Holloway, 1988). Em Moçambique, a cultura de mandioca desempenha um papel muito importante como fonte de alimentação dos agregados familiares no meio rural (Cossa *et al.*, 2011).

Segundo Zacarias-Silva *et al.* (2005), a conservação pós-colheita tem sido uma preocupação das indústrias e dos produtores, já que um dos maiores obstáculos para a utilização dessa raiz é a sua elevada perecibilidade, pois quando armazenada em condições ambientais, possui vida útil muito restrita de cerca de 24 a 48 horas após a colheita. Além da elevada perecibilidade, a mandioca pertence ao grupo de plantas cianogénicas por apresentar glicosídeos cianogénicos em sua composição, conhecidos como linamarina e lotaustralina (proporção de 93:7 no tubérculo) que, após ruptura da estrutura celular da raiz, entram em contacto com os enzimas presentes (linamarase) que degradam estes compostos para libertar o ácido cianídrico (HCN), que é o princípio tóxico da mandioca, cuja ingestão ou mesmo inalação, representa sério perigo à saúde, podendo ocorrer casos extremos de envenenamento (Oliveira, 2005; Cagnon *et al.*, 2002).

Devido a presença dos glicosídeos cianogénicos na mandioca, o processamento da mesma torna-se indispensável como um meio seguro para a redução do ácido cianídrico e evitar intoxicações que poderiam resultar do seu consumo directo. As raízes da mandioca podem ser cozidas ou assadas antes do consumo, processadas em forma de farinha para a confecção de *xima* (*Karakata*, *muataranka*, *muradha*) e em forma de produtos da indústria de pastelaria, doces e salgados. Na zona sul de Moçambique, para além do consumo em forma fresca, as raízes de mandioca são processadas em um produto pronto para o consumo conhecido por *rale*.

1.1. Problema de estudo

A farinha torrada de mandioca *rale*, é produzida, principalmente pelo sector familiar, em pequenas quantidades, para o consumo próprio e uma parte para comercialização. O processamento de mandioca em *rale* é feito manualmente, usando instrumentos rudimentares e muita das vezes de forma não higiénica. Os processos de prensagem e fermentação da massa ralada são feitos de diversas formas não padronizadas, resultando em *rale* de diversos sabores (não uniformizados), dificultando a sua comercialização em mercados formais. As condições de fermentação, que ocorrem durante a prensagem da massa ralada, diferem de um processador a outro, alguns prensam de baixo das árvores, outros nas cozinhas ou dentro das casas, e, não obstante, o tempo de fermentação que também varia entre os processadores resultando em produto final com níveis diferentes de pH, que é um factor que afecta o sabor. Outro factor importante na qualidade dos produtos processados de mandioca é o conteúdo dos glicosídeos cianogénicos, que são substâncias que libertam o tóxico ácido cianídrico. O processamento das raízes de mandioca deve garantir a remoção destas substâncias ou reduzir a níveis aceitáveis recomendados pela Organização Mundial da Saúde (FAO/WHO, 1991).

1.2. Justificativa do estudo

Sendo o *rale* um subproduto da mandioca, cujo processamento ainda é feito de forma artesanal, para conferir a este a qualidade necessária para a sua comercialização no mercado formal é necessário haver padronização do sabor que passa por estudos nos quais permitirão aferir quais são os níveis de pH e açúcares aceitáveis para o consumidor, bem como a formulação que melhor reduz o teor de cianetos para níveis recomendados pela OMS para o consumo humano, razão pela qual pretende-se levar a cabo o presente trabalho para analisar o impacto dos diferentes níveis de pH e açúcares na aceitabilidade do *rale* com a finalidade de se produzir *rale* pronto a consumir com as características de sabor próximos ao desejado pela maioria. Com a padronização dos processos de produção da farinha torrada de mandioca, os pequenos produtores assim como os comerciantes em qualquer nível da cadeia de comercialização terão não só a oportunidade de obter produtos uniformes, mas também de aumentar o poder da venda.

2. OBJETIVOS

2.1. Objectivo geral

- Avaliar a influência do pH e teor de açúcar (sacarose) na aceitabilidade e no teor de cianetos e da farinha torrada de mandioca *rale*.

2.2. Objectivos específicos

- Analisar a variação do pH na massa ralada de mandioca durante a fermentação;
- Analisar a variação do pH nos diferentes tratamentos do *rale*;
- Avaliar o efeito da adição do açúcar e do tempo de fermentação no teor de cianetos do *rale*;
- Avaliar o efeito do pH e da adição do açúcar (sacarose) na aceitabilidade do *rale*.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Aspectos botânicos e taxonomia da planta

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta alógama, perene e de porte arbustivo. Pertence à classe das *Eudicotiledôneas* à ordem *Malpighiales*, à família *Euphorbiaceae* e ao gênero *Manihot*. Com cerca de 300 gêneros e aproximadamente 7.500 espécies, distribuídas em todo o mundo (Cronquist, 1981), a mandioca é a única do gênero *Manihot* que é cultivada e possui relevância econômica (Ceballos, 2002). É uma cultura de ciclo bianual, mas geralmente é colhida como anual aos 10-11 meses de idade (Ceballos *et al.*, 2006). A altura da planta varia de 1 a 2 m, podendo atingir até 4 m. As folhas são simples e decíduas, inseridas no caule em disposição alterno-espiralada. Sua coloração varia entre verde, amarelo e roxo. São constituídas por pecíolo e limbo. O pecíolo apresenta comprimento e coloração variável. O limbo é partido, originando lóbulos em número de três ou onze, com a forma, largura, bordos, cor e comprimento variáveis. O caule é subarbustivo erecto, podendo ser indiviso no ciclo vegetativo e ramificado no ciclo reprodutivo. Quando adulto é lenhoso, apresenta nós salientes e ramificações. Sua coloração é variada, indo de castanho ao prateado (Ceballos e Cruz, 2002; Silva, 2000; Conceição, 1987).

O sistema radicular apresenta raízes tuberosas, ricas em amido com tamanho e formato variados, podendo ser cilíndrica, cônica e globulosas. Seu número também é variável, podendo ocorrer de 5 a 20, porém em média ocorre de 5 a 12 dependendo da variedade. Independentemente da forma podem ocorrer raízes tortuosas, com estrangulamentos, e ainda, providas de ramificação lateral. O tamanho ideal para fins industriais é de cerca de 30 a 40 cm, sem defeitos e dotadas de características para fins a que se destina. Sua polpa pode ser branca, amarela, creme, rosada, sendo branca a mais frequente (Ceballos e Cruz, 2002; Silva, 2000; Conceição, 1987).

A espécie é monóica, alógama e protogínica, com flores femininas abrindo aos 10-14 dias antes das masculinas na mesma inflorescência. A polinização pode ser feita manualmente, de forma controlada ou por polinização cruzada. A autopolinização é possível, quando se usam flores masculinas e femininas de diferentes ramos ou de diferentes plantas do mesmo genótipo (Jennings e Iglesias, 2002).

3.2. Origem e distribuição da mandioca

A mandioca é originária da América do sul. Os seus centros primários de diversidade encontram-se no Brasil e na América Central (Olsen & Schaal, 2001).

Foi introduzida em África pelos Portugueses por volta do século XVI e XVII, através da Bacia do Congo e rapidamente se espalhou para os territórios vizinhos (Zacarias-Silva *et al.*, 2010). África é o continente com larga produção da mandioca (53% da produção mundial com 230 milhões de toneladas em 2010 (FAO, 2012), cerca de 93% é usada como alimento (Nweke *et al.*, 2002).

Segundo Zacarias-Silva *et al.* (2010) em Moçambique a mandioca é a cultura mais importante depois do milho e é produzida principalmente pelo sector familiar em áreas que variam de 0.25 a 2.0 hectares.

A cultura de mandioca é cultivada entre os paralelos 30° de latitude Norte e Sul e até 2000 m de altitude (Alves, 2002; Costa e Silva, 1992). A planta desenvolve-se em locais com temperatura média maior que 20°C. A actividade vegetativa diminuiu muito no inverno, chegando a uma aparente paralisação em temperaturas abaixo de 15°C. A mandioca pode tolerar solos com pH 5.5 a 7, sendo 6.5 o ideal e pode crescer em solos com poucos nutrientes onde os cereais e outras culturas não crescem (Islam *et al.*, 1980) mas desenvolve-se melhor em solos arenosos ou areno-argilosos, profundos, soltos e bem drenados. Os solos com uma camada superficial dura ou com muitas pedras não são adequados para o crescimento da mandioca (Zacarias-Silva *et al.*, 2010).

A mandioca é uma cultura tropical que pode crescer nos trópicos semiáridos com uma precipitação anual inferior a 800 mm, mas as precipitações anuais que variam de 500 mm a 1500 mm são muito boas desde que devidamente distribuídas num período de seis a oito meses durante época de produção (Alves, 2002). Os dias curtos (10-12 horas luz/dia) favorecem o aumento do rendimento de raiz (Zacarias-Silva *et al.*, 2010).

3.3. Ciclo de desenvolvimento da planta

O plantio da mandioca é feito normalmente no início da estação chuvosa (Mattos, 2000). A mandioca não tem época definida de maturação, após 8 meses já pode ser colhida, basta que se observe o teor de amido, que varia com as estações. Pode ser colhida de 8 a 12 meses para as

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

variedades de um ciclo ou de 13 a 24 meses para as variedades de dois ciclos (Junior *et al.*, 2002).

A planta de mandioca apresenta ciclo de desenvolvimento composto por cinco fases fisiológicas principais, sendo quatro activas e uma de repouso vegetativo. Na primeira fase, chamada de brotação da maniva; sob condições favoráveis de humidade e temperatura, surgem as primeiras raízes fibrosas, após o 7º dia do plantio. Na segunda fase continua a formação do sistema radicular, constituído por raízes fibrosas, como o de qualquer outra planta. Esta fase tem duração aproximada de 70 dias. Na terceira fase ocorre o desenvolvimento da parte aérea e tem duração de 90 dias. Durante essa fase já ocorre simultaneamente o espessamento de algumas raízes fibrosas pelo acúmulo de amido. Ressalta-se que quanto mais tempo a folha da mandioca permanecer na planta, menor a quantidade de produtos da fotossíntese alocados na formação de novos ápices de crescimento e, conseqüentemente, mais energia poderá ser transportada para ser armazenada nas raízes de reserva, que será traduzida em maior produtividade de amido. A quarta fase é o espessamento das raízes de reserva, que corresponde à migração das substâncias de reserva para as raízes de armazenamento que se inicia na fase anterior e acentua-se no 5º mês. Nessa fase já não há mais crescimento das raízes em comprimento, mas em diâmetro, pela concentração do amido. Na quinta e última fase, a chamada fase de repouso, a planta perde a folhagem naturalmente, encerrando a sua actividade vegetativa, permanecendo apenas a migração das substâncias de reserva de amido nas raízes. Após o período de repouso, recomeça uma nova fase de crescimento, quando é reiniciada a formação das ramas e folhas, que inicialmente acontece à custa do amido armazenado nas raízes e ramas durante a fase de crescimento anterior (Ternes, 2002).

3.4. Produção da mandioca

A mandioca é o alimento básico de mais de 500 milhões de pessoas nos trópicos, onde o cultivo ocorre em maior intensidade. Destaca-se pela sua rusticidade e grande capacidade de adaptação a condições desfavoráveis de clima e solo, além de sua multiplicidade de usos, seja para consumo humano, animal ou industrial (Souza, 2017; FAO, 2007; Katz e Weaver, 2003).

3.4.1. Produção mundial

De acordo com o último levantamento da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), a produção mundial da raiz de mandioca correspondeu a 270,28 milhões de toneladas no ano de 2014, estando Moçambique na décima primeira posição com uma

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

produção de 5,30 milhões de toneladas. A tabela 1 ilustra os maiores produtores mundiais da mandioca. A Nigéria permaneceu como a maior produtora mundial com um total de 54,83 milhões de toneladas, seguida por Tailândia, Indonésia, Brasil, Gana e República Democrática do Congo. Outro país africano que vem se destacando é Gana, cuja produção está focada na demanda alimentar da grande maioria populacional, que encontrou na mandioca a principal fonte energética, em especial, às camadas de baixa renda.

A Tailândia e a Indonésia figuram entre os maiores produtores e representam cerca de 59% do total produzido na Ásia. Com uma produção de 30 milhões de toneladas, a Tailândia ocupa o segundo lugar na produção mundial de mandioca em raiz. Ainda de acordo com a Organização para Alimentação e Agricultura – FAO (2014), o maior consumo de mandioca em raiz se destina à alimentação humana com 53%. Destaca-se também o consumo *per capita* em Congo com 273 kg/habitante ano, Moçambique 234 kg, Gana 200 kg e no Brasil 44kg.

Tabela 1: Maiores produtores da raiz da mandioca a nível Mundial

Pais	Produção (milhões de t)	Área colhida (milhões de ha)	Produtividade media (t/ha)
Nigéria	54,83	7,10	7,72
Tailândia	30,02	1,35	22,26
Indonésia	23,44	1,00	23,36
Brasil	23,24	1,57	14,83
Gana	16,52	2,06	8,08
Congo	14,68	0,89	18,59
Vietnam	10,20	0,55	18,47
Cambódjia	8,32	0,32	25,24
Índia	8,13	0,22	35,65
Angola	7,63	0,85	10,1
Mozambique	5,30	0,87	6,09
Malawi	5,01	0,22	22,5
Tanzânia	4,99	0,8	6,23
Camarões	4,91	0,32	15,07
China, mainland	4,64	0,28	16,26

Fonte: FAO 2014

3.4.2. Produção em Moçambique

Em Moçambique, as províncias de Zambézia, Nampula e Cabo Delgado, representam cerca de 85% da produção total do País. Na zona Sul as maiores produções provêm da província de Inhambane (Cossa *et al.*, 2011). Na zona norte a mandioca serve de alimento básico e de segurança alimentar para mais de 50% da população. Dada á sua disponibilidade ao longo de todo o ano, tolerância á seca, capacidade de produzir em áreas marginais, possibilidade de armazenamento no solo até cerca de três campanhas consecutivas e de colheitas parciais, aumenta o seu valor como cultura de reserva alimentar (Zacarias-Silva *et al.*, 2010).

3.5. Composição química e nutricional da mandioca

Segundo Sandoval *et al.* (2008), as raízes da mandioca são ricas em carboidratos digestíveis, principalmente em amido (84%w/w peso na base seca). Porém são deficientes em proteínas (menos que 1.5% na base fresca) mas tem alto teor de fibra dietética, magnésio, sódio, riboflavina, ácido nicotínico, tiamina e citrato (Bradbury e Holloway, 1988). No entanto, Ferro e vitamina A são consideradas baixos. Algumas variedades amarelas contêm concentrações significativas de β -caroteno até 1 mg /100g na matéria seca (McDowell e Onduro, 1983). As folhas da mandioca são óptima fonte de proteína e vitaminas A e B para a maioria das populações rurais e até urbanas (Sánchez *et al.*,2010). A tabela 2 resume a composição química geral das raízes e folhas da mandioca.

Tabela 2: Composição química das raízes e folhas da mandioca

Nutriente	Raíz		Folhas	
	Base fresca (%)	Base seca (%)	Base fresca (%)	Base seca (%)
Massa seca	35	100	28	100
Amido	30.21	85.1	16.23	39
Proteínas	1.1	3.1	6.8	24
Gordura	0.47	1.3	1.8	6.5
Fibras	1.1	3.1	5.8	20.6
Cinza	0.7	1.9	1.7	6.2
Cálcio	0.1	0.33	0.43	1.5
Fósforo	0.15	0.44	0.08	0.27

Fonte: Buitrago, 1990; IITA, 1990

3.6. Glicosídeos cianogénicos

Segundo Radostits *et al.* (2000), glicosídeos cianogénicos são produtos secundários do metabolismo das plantas e provavelmente fazem parte do sistema de defesa contra herbívoros, insectos e moluscos. Têm sido constatados em plantas de muitas famílias, entre elas: as *Rosaceae*, *Leguminoseae*, *Gramíneae*, *Araceae*, *Passifloraceae* e *Euforbiceae*. São substâncias estáveis e inócuas, que se tornam perigosas ao sofrerem desdobramento (hidrólise) na presença de enzimas específicas (Tokarnia *et al.*, 2012).

A concentração dos glicosídeos cianogénicos é variável nas diferentes espécies de plantas, e numa mesma espécie varia dependendo do clima e outras condições que influenciam o crescimento da planta como adubação nitrogenada, deficiência de água e idade da planta, pois quanto mais nova e de crescimento rápido, maior será o seu teor em glicosídeos cianogénicos. Isto se deve a intensa actividade celular, principalmente observada nas folhas e sementes em germinação (Egekeze e Oehme, 1980).

Hibbs (1979) acrescenta que o teor de glicosídeos pode estar mais elevado durante prolongados períodos de seca, seguidos por um curto período chuvoso, quando a brotação é intensa.

3.7. Glicosídeos cianogénicos na mandioca

Em todos os tecidos com excepção das sementes, a mandioca contém 4 a 5 glicosídeos cianogénicos (McMahon *et al.*, 1995). Os principais são a linamarina e a lotaustralina no rácio 93:7 (Cagnon *et al.* 2002), os quais na presença de ácidos e temperatura adequada ou enzimas sofrem hidrólise e libertam o ácido cianídrico (HCN) que é extremamente tóxico pois inibe a actividade das enzimas da cadeia respiratória dos seres vivos (Câmara *et al.*, 1982). A concentração de glicosídeos cianogénicos varia nas diferentes variedades, entre tecidos na mesma planta e até mesmo entre compartimentos de um mesmo tecido (Nambisan e Sundaresan, 1994). Conforme Bruijn (1971), a concentração de cianogénio nas raízes da mandioca, no sentido longitudinal, aumenta desde o ponto de inserção na planta até o terminal radicular e na direcção transversal, os níveis dos glicosídeos cianogénicos diminuem da área externa para o centro da raiz. O conhecimento da distribuição de glicosídeos cianogénicos em raízes de mandioca é importante para a amostragem de raízes.

Segundo Chisté *et al.* (2007), quanto ao seu potencial tóxico, as mandiocas podem ser classificadas em inócuas (menos de 50 mg HCN/Kg raízes frescas), moderadamente venenosas (entre 50-100 mg HCN/Kg de raízes frescas), e perigosamente venenosas, popularmente

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

conhecida como mandioca brava (acima de 100 mg HCN/Kg de raízes frescas). A dose letal de HCN é de 3 mg de HCN por kg/pv (Borges e Fukuda, 1989). O valor limite recomendado pela FAO/OMS (1991) para a segurança do consumo de mandioca é de 10 mg HCN/kg e o limite aceitável na Indonésia é de 40 mg HCN/kg (Damardjati *et al.*, 1993).

Para além dos glicosídeos cianogénicos, os tecidos da mandioca também contêm enzima linamarase a qual pode hidrolisar glicosídeos cianogénicos. Segundo McMahon *et al.* (1995) as enzimas localizam-se na parede celular e os glicosídeos cianogénicos nos vacúolos. Quando o material vegetal é dilacerado, o glicosídeo cianogénico é hidrolisado. Glicosídeo cianogénico é lixiviado do vacúolo e entra em contacto com linamarase, a β-glucosidase para produzir acetona cianidrina a partir da linamarina e 2-butanona cianidrina a partir da lotaustralina, (Conn, 1994). Essas cianidrinas são instáveis e se decompõem espontaneamente às cetonas correspondentes e ao ácido cianídrico (HCN) a valores de pH acima de 5 e temperaturas acima de 30°C. A degradação da cianidrina também pode ser catalisada pela α-hidroxinitrilo-liasa, localizada no espaço apoplásico (White *et al.*, 1994).

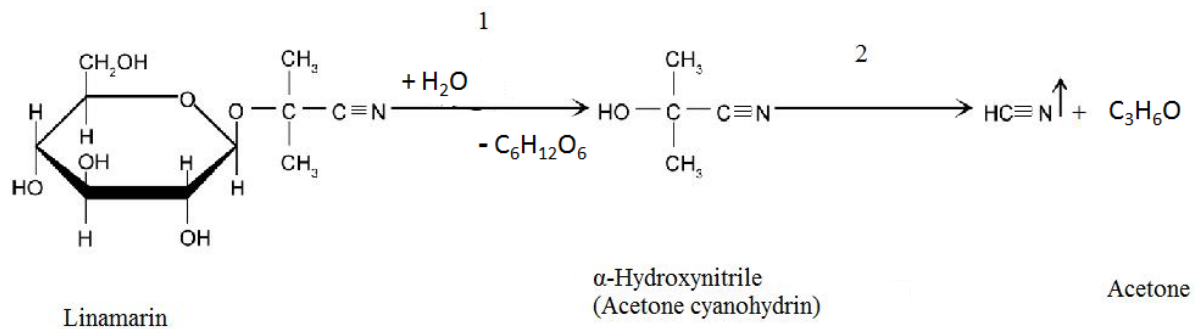


Figura 1: Hidrólise da linamarina.

Casos de intoxicação fatal e aguda relacionada ao consumo de mandioca já foram relatados em Congo, Nampula em Moçambique, Ceará no Brasil e Nigéria (Tivana, 2012). Os cianogénios residuais da mandioca quando ingeridos são hidrolisados no sistema digestivo humano pelos micróbios intestinais (Teles, 1995). O HCN é metabolizado no corpo humano em tiocianato (McMahon *et al.* 1995). A conversão de HCN para tiocianato é catalizada por rhodanase e 3-mercaptopyruvate sulphur transferase (Vazques *et al.*, 1987; Westley, 1981). Esta enzima requer enxofre que é fornecido a partir de aminoácidos do enxofre. O tiocianato (SCN^-) é eliminado do corpo humano através da saliva e urina. A deficiência em aminoácidos de enxofre pode aumentar o risco de doenças como neuropatia ataxia tropical, que é representada por uma mielopatia, atrofia óptica bilateral que é a perda de visão e perda dos nervos ópticos além da

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

descoloração dos olhos, surdez bilateral perda da capacidade auditiva nos ouvidos e polineuropatia que é um distúrbio neurológico que ocorre simultaneamente em muitos nervos periféricos por todo o corpo, possui envolvimento motor e sensorial (Midio e Martins, 2000; Rosling, 1988; Rosling, 1986; Casadei *et al.*, 1990). Outra doença causada pela ingestão de alimentos com compostos cianogênicos é o Konzo, doença epidêmica oriunda de uma paraparésia espástica não-progressiva, reportada em diversas áreas rurais da África Sub-Sahara, a qual está associada ao consumo de mandiocas tóxicas (Tylleskar, 1994). Os níveis excessivos de tiocianato podem sob uma exposição a longo prazo, reduzir a absorção de iodo, o que, em regiões deficientes em iodo pode contribuir para o bócio endêmico e cretinismo (Delange *et al.*, 1994; Bradbury e Holloway, 1988).

Muitos métodos diferentes foram desenvolvidos ao longo de centenas de anos para melhorar o processamento de raízes de mandioca, resultando em menos cianeto residual (Padmaja, 1995). Alguns métodos removem quase todos os cianógenos residuais (Nambisan e Sundaresan, 1985; Dufour, 1994) mas outros ainda deixam quantidades residuais consideráveis de cianógenos (Cardoso *et al.*, 1998; Mlingi e Bainbridge, 1994). No entanto, especialmente para as variedades que são altas em glicosídeos cianogênicos, o método de processamento mais popular e eficiente para a sua remoção é a fermentação, técnica usada na maioria das partes de África e América do Sul (Nambisan, 2011; Chelule *et al.*, 2010).

3.8. Uso e utilização da mandioca

A mandioca é o quarto produto básico mais importante depois do arroz, trigo e milho, e é um componente fundamental na adieta de mais de 500 milhões de pessoas (El-sharkawy, 2006). A mandioca desempenha cinco papéis importantes no desenvolvimento da África: cultura de reserva de fome, alimento básico rural, cultura comercial para famílias rurais e urbanas e, em menor medida, matéria-prima para alimentação e indústria química. Na América do Sul, segundo Nweke *et al.* (2002) a mandioca é utilizada principalmente para alimentação animal (cerca de um terço), seguido pelo consumo humano, em seguida, a produção de amido. Na Ásia, o consumo de raízes frescas e as exportações para a União Europeia para uso na alimentação animal são importantes mas seu uso para a produção de biocombustíveis está aumentando (Jansson *et al.*, 2009; Westby, 2002; Almeida, 1995). Em áreas populacionais de baixa renda, como no Centro e Sul da África, vários tipos de alimentos fermentados da mandioca são produzidos em escala comercial. Essa produção tende a aumentar, visto que, com frequência, estão sendo feitos estudos que permitem melhorar o rendimento dos processos

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

fermentativos (Almeida, 1992). De acordo com as estatísticas, a mandioca é a cultura primária produzida em Moçambique, contribuindo com mais de 40% do requisito total de energia alimentar (FAO, 2012).

Segundo Zacarias-Silva *et al.* (2010), as folhas da mandioqueira servem para o consumo humano (hortaliças) e alimentação animal (fresca, silagem e fenos). As raízes servem para alimentação humana em forma fresca, cozida ou assada, em forma de farinha para confecção de xima (*Karakata, muataranka, muradha*), em forma torrada para produção do *rale* e em forma de produtos das indústrias pasteleira para produção de doces e salgados e cervejeira para produção de cerveja Impala. As hastes servem como material de plantio e alimentação animal. Conforme Ceballos (2002), o amido da mandioca fermentada é usada para a produção de polvilho, *in natura* para a produção de papel, *baby-food*, álcool, fermento químico, goma para tecidos e tapioca, e na forma modificada para produção de papelão, pudins, sorvetes, xarope, adoçante, e plásticos biodegradáveis. As raízes também são usadas para o fabrico de amido fermentado (para culinária e confeitarias) e álcool etílico (combustível, desinfetantes, bebidas e perfumaria).

3.9. Processo de produção do *rale*

Rale é um produto alimentar granular produzido pela ralagem de mandioca em massa, fermentar, prensar e assar o material húmido em partículas gelatinizadas. Tem um sabor levemente azedo e pode ser branco ou creme dependendo da variedade de mandioca usada e o método de processamento adoptado. O tamanho das partículas pode variar de 0,6 a 1,1 mm dependendo do método de produção e das preferências dos consumidores-alvo.

Segundo Abass *et al.* (2012), *rale* é o produto derivado de mandioca mais popular em muitos países da África Ocidental. Devido à sua conveniência e multiplicidade de uso, *rale* está gradualmente a ganhar uma posição no mercado internacional de alimentos. Gana e a Nigéria parecem ser os principais produtores, consumidores e exportadores do *rale*. Em Gana, as exportações decresceram 23,2% ao ano de 2001 a 2007. Quase 75% da mandioca produzida na Nigéria é processado em *rale*. Em Moçambique, o *rale* é um alimento tradicional para o povo da Província de Inhambane (Zacarias-Silva *et al.*, 2010)

A qualidade do *rale* pode ser definido não só na base (do gosto azedo, capacidade de inchamento, cor, aroma, textura) mas também pela sua segurança em relação aos níveis dos perigos físicos, químicos e biológicos. O produto não deve ser muito ácido, mas deve ter uma

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

alta capacidade de inchamento e deve ser de uma cor definida, quer branco ou creme. Às vezes a uniformidade e brilho da cor é considerado mais importante que a própria cor. No que diz respeito à textura é preferível *rale* com uma textura suave, crocante ou muito crocante e não deve ter partículas de areia, partículas pretas ou cascas residuais (Abass *et al.*, 2012).

Rale é processado a partir de raízes frescas de mandioca (*Manihot esculanta* Crantz), que devem ser colhidas na maturidade, dependendo da variedade ou quando os teores de matéria seca e amido são altos e não há deterioração das raízes. Para prevenir a saúde e riscos devidos à contaminação da mandioca fresca, boas condições de higiene devem ser mantidas desde a produção até a colheita, transporte, manuseio e armazenamento, de modo a garantir que as raízes não sejam contaminadas com produtos químicos ou resíduos da casca (Abass *et al.*, 2012). Em particular, a contaminação por estrume animal e matéria fecal deve ser evitada durante e após a colheita. Raízes de mandioca podem ser transportadas do campo de produção em sacos feitos de sisal, polietileno ou polipropileno, cuidadosamente manuseados para evitar danos ou ferimentos. Devem ainda ser mantidos de modo a permitir a ventilação até o momento do processamento (Abass *et al.*, 2012).

Conforme Abass *et al.* (2012), para produção do *rale*, faz-se o descasque das raízes frescas de mandioca, depois a lavagem, ralagem, fermentação, prensagem para permitir a redução da humidade e de cianetos, crivagem, torregem, arrefecimento, embalagem e armazenamento. A qualidade do *rale* depende principalmente da variedade de mandioca e quão adequadas foram as etapas de processamento. As descrições das etapas de processamento são as seguintes:

Colheita da mandioca: consiste em arrancar a planta do solo, pelo caule e em seguida separar as raízes do caule com auxílio de uma faca bem afiada ou catana. Durante este processo, deve-se ter em conta alguns cuidados tais como evitar plantas velhas e imaturas, seleccionar plantas maduras, evitar danificar as raízes durante a colheita e não guardar as raízes colhidas por mais de 12 horas antes do processamento em farinha.

Descasque: consiste na remoção da casca e ante casca usando uma faca ou catana. A ante casca proporciona à farinha uma cor mais escura e aumenta o teor de fibras. O descasque contribui para a eliminação de parte do ácido cianídrico que se encontra na casca e ante casca. Durante este processo, deve-se obedecer certos cuidados para garantir o máximo proveito da mandioca e diminuir perdas bem como garantir a obtenção do produto de alta qualidade. Deve se manter as raízes descascadas mergulhadas na água limpa enquanto se aguarda pela lavagem.

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

Lavagem: é uma etapa indispensável para a produção do *rale*. Nesta etapa removem-se as impurezas, sujidade, a terra aderida e se avalia a qualidade da raiz. A lavagem deve ser feita com água limpa, própria para o consumo e com auxílio de uma escova ou pedaço de material áspero (pano seco de ráfia ou outro), para ajudar a remover a areia ou outro tipo de impurezas.

Ralagem: neste processo, a mandioca passa por uma estrutura apropriada que permite esmiuçar a mandioca em partículas pequenas e homogêneas que formam uma pasta ou massa. Deve-se ralar a mandioca imediatamente após a lavagem para manter a coloração esbranquiçada. A ralagem desintegra o tecido da mandioca e liberta a humidade para que o desagregamento mecânico possa ser feito facilmente.

Fermentação: é uma etapa indispensável a fim de se obter *rale* com sabor azedo. A fermentação pode durar 1 a 2 dias para obter *rale* com sabor azedo suave ou 3-5 dias para obter *rale* com sabor muito ácido, como é feito no Sudoeste da Nigéria por exemplo. A fermentação da mandioca para a produção do *rale* ocorre através das actividades de microrganismos endógenos, principalmente bactérias ácido lácticas, que produzem o ácido láctico que reduz o pH da massa fermentada. As bactérias ácido lácticas (*Lactobacillus spp.*, *Streptococcus* e *Corynebacterium*) foram sugeridas como responsáveis pelo processo de acidificação (Meraz *et al.*, 1992). No mosto de fermentação há produção do calor e diminuição do pH de quase 6.9 para 4,0 ou menos, em 3-5 dias de fermentação. Além dos ácidos, alguns outros compostos de sabor (pirazinas, aldeídos, ésteres, aldeídos, cetonas, álcoois, etc) são produzidos durante a fermentação. Estes compostos contribuem para o aroma desenvolvido durante a torragem. O sabor característico do *rale* é principalmente devido à combinação de fermentação e torragem.

Operações de processamento do *rale*, especialmente ralagem, fermentação, prensagem e torragem, quando feitos correctamente irão garantir que os cianogênicos sejam removidos para níveis baixos, independentemente da variedade de mandioca utilizada (Abass *et al.*, 2012),

Prensagem: permite remover a água contida na massa através dos orifícios dos sacos de ráfia ou polipropileno. Contribui para desintoxicação da mandioca através da eliminação de cianogénios, cianidrinas em particular. O processo é acelerado quando sobre o saco é exercida uma força e de preferência com auxílio de uma estrutura pesada que se sobrepõe ao saco comprimindo-o. A prensagem é feita principalmente para reduzir o teor de humidade da massa ralada a 40-50% de modo a impedir o surgimento de fermentações indesejáveis, economizar tempo e combustível na torragem, e possibilitar uma torragem sem formação excessiva de

grânulos grosseiros. A desidratação pode ser concluída dentro de um curto período de tempo, 15-20 minutos, quando são utilizados sistemas hidráulicos de alta capacidade.

Crivagem: consiste em esfarelar a massa ralada compactada logo depois da prensagem para permitir a peneiração de modo a reter as fracções grosseiras contidas na massa. As fracções finas passam para outro recipiente para torragem. O crivo da peneira vai determinar a granulometria da farinha.

Torragem: consiste em colocar a massa ralada depois de passar do crivo em uma chapa de alumínio, em pequenas quantidades de forma a uniformizar a massa torrada e levado ao lume brando e mexer-se constantemente até ficar torrada e desta maneira obtém-se o produto final *rale*.

A torragem é entendida como uma operação em duas etapas. A primeira fase é a gelatinização parcial, seguida de secagem. A agitação do *rale*, durante a torragem, é contínua, mas com intervalos curtos e intermitentes que permitem uma gelatinização adequada. O *rale* é colectado quando está seco e de cor creme. O sabor do *rale* se desenvolve e tornar-se muito forte durante a etapa da torragem ou gelatinização. A gelatinização melhora a digestibilidade do *rale* enquanto a extensão da secura determina a frescura do *rale* e da capacidade de armazenamento. O teor final da humidade do *rale* é de 8 a 10%. A torragem tem grande influência sobre o produto final, porque define a cor, o sabor e a durabilidade do *rale*.

Arrefecimento: consiste em deixar o *rale* num recipiente a temperatura ambiente durante 4-6 horas para arrefecer. Enquanto arrefece, perde mais humidade, tornando-se mais seco e mais fresco. Depois de arrefecido o *rale* é embalado em recipientes plásticos.

3.10. Fermentação

A fermentação é um processo bioquímico que ocorre na ausência de oxigénio, realizado pelos microorganismos. Consiste na degradação de açúcar em piruvato e por sua vez é metabolizado em diferentes tipos de compostos de acordo com o tipo de fermentação. Por exemplo em fermentação láctica o piruvato é convertido em ácido láctico (Dickinson, 1999). A produção de alimentos por fermentação é um dos mais antigos processos conhecidos pelo Homem. Registos de métodos para fermentação do leite, carnes e vegetais têm sido encontrados com data de 6000 a.C., tendo como principal objectivo a preservação dos alimentos. Em muitos países a fermentação é considerada essencial, sendo ainda realizada mais de forma artesanal do que industrial. Os produtos finais do catabolismo dos carboidratos pelas bactérias, geralmente

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

ácidos, álcoois e dióxido de carbono, além de contribuir para a preservação, conferem sabor, aroma e textura proporcionando características únicas para o produto (Caplice e Fitzgerald, 1999).

De acordo com Steinkraus (1995), a fermentação de alimentos tem cinco propósitos principais:

- Enriquecer a dieta através do desenvolvimento de uma diversidade de aromas e texturas em substratos alimentares;
- Preservar quantidades substanciais de alimentos através de ácido láctico, ácido acético, etc;
- Enriquecer biologicamente o substrato alimentar, com proteínas, aminoácidos essenciais, ácidos graxos essenciais e vitaminas;
- Desintoxicar os alimentos;
- Diminuir o tempo de cozedura.

Existem tipicamente três maneiras pelas quais os alimentos podem ser fermentados, nomeadamente fermentações naturais (espontâneas), back slopping, fermentação controlada e fermentação em estado sólido. Muitos processos de fermentação também são realizados em substratos sólidos (Eduard, 2010).

3.10.1. Fermentação natural (espontânea)

Segundo Torija (2002) a fermentação espontânea é aquela produzida de maneira natural, ou seja, realizada pelo microorganismo proveniente da matéria-prima e do ambiente sem nenhum tipo de inoculação. Isto faz com que a fermentação espontânea não seja produto da acção de uma única espécie de microorganismos mas sim uma diversidade de espécies de microorganismos diferentes. As fermentações espontâneas têm sido aplicadas na conservação de alimentos por milhares de anos (Holzapfel, 2002).

É difícil produzir um produto com características consistentes durante um longo período de tempo, usando fermentação espontânea, pois a flora microbiana natural das matérias-primas nem sempre é a mesma. A fermentação espontânea também aumenta a possibilidade de falha do produto devido ao crescimento de micro populações indesejáveis e a possível transmissão de patógenos veiculados por alimentos é alta (Ray, 2001).

3.10.2. Back-slopping

Esse processo envolve o uso de resíduos (massa inicial) de um lote anterior de qualidade aceitável para inoculação (Holzapfel, 1997). Em muitos processos tradicionais de fermentação,

o material de um lote anterior bem-sucedido é adicionado para iniciar o novo processo. O back-slopping encurta a fase inicial do processo de fermentação e também há um risco reduzido de falha na fermentação (Holzapfel, 2002). Este processo, ainda é usado para produzir numerosos alimentos fermentados, como chucrute, pepino e massa azeda, ou para produtos para os quais a ecologia microbiana e o papel da sucessão na população microbiana não são bem conhecidos (Leroy e De Vuyst, 2004; Stiles e Holzapfel, 1997). No entanto, é difícil reter as características do produto durante um longo período de tempo devido a alterações nos tipos microbianos (Ray, 2001).

Back-slopping e fermentação espontânea ainda representam uma tecnologia de preservação barata e confiável em países menos desenvolvidos. Por outro lado, nos países ocidentais, muitas fermentações são realizadas em escala industrial com culturas iniciais LAB definidas (Leroy e De Vuyst, 2004).

3.10.3. Fermentação controlada

Segundo Leroy e De Vuyst (2004), é aquela que envolve o uso de culturas iniciadoras ou de arranque (como por exemplo as bactérias ácido lácticas) que iniciam a rápida acidificação da matéria-prima. Uma cultura de arranque pode ser descrita como uma preparação microbiana contendo um elevado número de células viáveis de pelo menos um microorganismo, que pode ser adicionado a matérias-primas para produzir um alimento fermentado acelerando e orientando o processo de fermentação (Leroy e De Vuyst, 2004; Holzapfel, 1997). Culturas iniciadoras que possuem pelo menos uma propriedade funcional inerente são conhecidas como culturas iniciadoras funcionais. Esta propriedade funcional pode contribuir para a segurança alimentar e ou oferecer uma ou mais vantagens organolépticas, tecnológicas, nutricionais ou de saúde (Leroy e De Vuyst, 2004).

3.10.4. Fermentação em estado sólido

A fermentação em estado sólido é definida como sendo o processo de fermentação que envolve uma matriz sólida e é realizada na ausência ou quase ausência de água livre. O substrato deve possuir umidade suficiente para apoiar o crescimento e o metabolismo do microorganismo (Singhania *et al.*, 2009; Pandey, 2003). Diferentes tipos de microorganismos como bactérias, leveduras e fungos filamentosos podem crescer em substratos sólidos (Aidoo *et al.*, 1982). Contudo, os fungos filamentosos são os mais adaptáveis a esse tipo de processo, pois são

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

capazes de crescer com pouca água em muitos sólidos presentes, por causa de sua forma de crescimento, por meio de hifas que favorecem a colonização do meio (Durand, 2003).

3.10.5. Fermentação da mandioca

A fermentação da mandioca objectiva conferir novas características tecnológicas e sensoriais ao produto, além de reduzir sua toxicidade, através da eliminação parcial do ácido cianídrico presente em elevado teor nas variedades utilizadas para fins comerciais (Cerada, 1973). Diversos microorganismos estão associados aos produtos de fermentação da mandioca, sendo que os mais frequentes são os bacillus, cianobactérias, coliformes, bactérias lácticas, leveduras além de clostrídios. A fermentação é uma importante técnica de processamento utilizada na África e América Latina, como meio de aperfeiçoamento das qualidades e textura das farinhas e sabor dos produtos (Oyewole e Odunfa, 1990). Modificações nas características bioquímicas ocorrem durante o processo de fermentação, como a diminuição da toxicidade, com a remoção dos glicosídeos cianogénicos, queda do pH e conseqüente aumento da acidez, variando com as condições de fermentação e produção de ácidos orgânicos, sendo o ácido láctico o mais comum em todas as fermentações (Moorthy e Matthew, 1998). De acordo com Charalampopoulos *et al.* (2002) alimentos obtidos pela fermentação ácido láctico são caracterizados por um sabor ácido, atribuído principalmente à produção de ácido láctico e acético pelas vias homo ou heterofermentativas.

Segundo Kymaryo *et al.* (2000). A fermentação da mandioca por métodos tradicionais tem inúmeras desvantagens tais como: a contaminação por micro-organismos devido ao longo período de exposição durante a prensagem tradicional. Esses micro-organismos misturam-se com a mandioca descascada durante a ralagem (trituração). Por esta razão, a qualidade do produto final pode não ser sempre previsível ou controlável. Este é o maior problema tipicamente associado com a fermentação tradicional de alimentos em África. Deste modo o produto final apresenta uma qualidade inconsistente, de pobre higienização, pobre valor nutricional e um tempo de prateleira curto.

3.10.6. Factores que influenciam na fermentação

Os processos de fermentação são influenciados pelos factores como o tipo de microorganismos, fonte de energia, pH, temperatura e actividade de água.

Segundo Vasconcelos e Filho (2010); Valsechi (2006), cada grupo de microorganismos possui um pH e uma temperatura óptimos para o seu desenvolvimento. O pH é um dos principais

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

factores intrínsecos capaz de determinar o crescimento, sobrevivência ou destruição de microorganismos nele existente e é um factor crítico no desenvolvimento de sabores e aromas dos alimentos (Panda *et al.*, 2007; Montet *et al.*; 2006).

Outro factor importante na fermentação é a fonte de energia. A maioria dos microorganismos degrada primeiro os carboidratos e depois as proteínas e gorduras (Vasconcelos e Filho, 2010).

A actividade da água fornece informações sobre o crescimento microbiano, estabilidade e vida de prateleira do alimento. A medida que a actividade de água diminui aumenta-se a estabilidade e segurança dos alimentos. Vários métodos de conservação de alimentos, tais como desidratação, adição de solutos como sal e açúcar, dentre outros são baseados na diminuição da actividade de água (Vasconcelos e Filho, 2011).

3.11. O teor de sólidos solúveis totais (°Brix)

Refractometria é a técnica mais difundida e aplicada no controlo industrial na determinação quantitativa e qualitativa de açúcares. É um método indirecto, físico, não selectivo que determina a concentração de sólidos solúveis totais e por isso não faz nenhuma distinção entre os tipos de açúcares presentes e suas concentrações (Caldas, 2015).

3.12. Capacidade de inchamento do *rale*

Segundo Abass *et al.* (2012), a capacidade de inchamento é um dos índices usados pelos processadores e consumidores para julgar a qualidade do *rale*.

3.13. Determinação da cor do *rale*

A análise da cor tem como parâmetros L^* , a^* e b^* onde o L^* está associado á luminosidade da amostra, ou seja, o quanto de luz é absorvido, podendo variar de 0 a 100, sendo que os valores mais altos de L^* (próximos de 100) caracterizam as amostras mais claras e os menores valores de L^* (menores de 50) caracterizam as amostras mais escuras. A coordenada cromática a^* caracteriza coloração na região do verde ($-a^*$) ao vermelho ($+a^*$). A coordenada cromática b^* indica coloração no intervalo do azul ($-b^*$) ao amarelo ($+b^*$) (Rolim, et al., 2010).

3.14. Análise sensorial

A análise sensorial é uma prática que estuda a relação entre os estímulos físicos e as respostas subjectivas apresentadas pelos assessores. Estes estímulos se convertem em sinais nervosos que caminham até o cérebro, onde são interpretados, organizados e transformados em

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

percepções. Para que tal avaliação seja feita os indivíduos usam os sentidos da visão, audição, tacto, gosto e olfacto (Meilgaard, *et al.*, 2004).

O sistema sensorial é composto por receptores sensoriais, que são células epiteliais especializadas responsáveis pela transdução de sinais ambientais em sinais neurais. Essas terminações sensitivas do sistema nervoso periférico (transdutores sensoriais) são encontradas nos órgãos dos sentidos: pele, ouvido, olhos, língua e fossas nasais (Costanzo, 2005).

Através do tacto pode-se sentir o frio e o calor; pela gustação são identificados os gostos; pelo olfacto sente-se o odor ou cheiro; pela audição são percebidos os sons e pela visão obtida através dos olhos pode-se observar a aparência, as cores, as formas, os contornos, entre outros (Guyton, 1988).

Para Kemp. (2008), a análise sensorial pode ser dividida em duas áreas: objectiva (analítica) e subjectiva (hedônica). No primeiro, os atributos sensoriais dos produtos são avaliados e seleccionados por um painel de provadores treinados. No segundo, são avaliadas as reacções dos consumidores aos produtos.

Os testes de escala podem ser divididos em três tipos principais, que são escalas hedônicas, escalas hedônicas faciais, e escalas numéricas (Morales, 1994).

Segundo Texeira. (2009) a palavra hedônica é de origem grega que significa “prazer” e os métodos que utilizam as escalas hedônicas são aplicados quando se deseja medir graus de satisfação. As escalas hedônicas expressam o grau de “gostar ou desgostar” através da descrição das apreciações (que depois são convertidas em pontos), e devem possuir sempre um ponto central de indiferença e um número impar de classificações, que varia, geralmente entre três e nove.

Os métodos de análise sensorial são baseados nas respostas aos estímulos, que produzem sensações cujas dimensões são: intensidade, extensão, duração, qualidade e prazer ou desprazer. Enquanto os estímulos podem ser medidos por métodos físicos e químicos, as sensações são medidas por processos psicológicos. A análise sensorial vem sendo aplicada no desenvolvimento e melhoramento de produtos, controlo de qualidade, estudos sobre armazenamento e desenvolvimento de processos (Lanzillotti e Lanzillotti, 1999).

O objectivo da avaliação sensorial é detectar diferenças entre os produtos baseado nas diferenças perceptíveis na intensidade de alguns atributos (Ferreira *et al.*, 2000). Em um desenvolvimento de um novo produto é imprescindível otimizar parâmetros, tais como forma,

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

aparência, odor, sabor, textura, consistência e a interação dos diferentes componentes, com a finalidade de alcançar um equilíbrio integral que se traduza em uma qualidade excelente e que seja de boa aceitabilidade (Penna, 1999).

3.14.1. Aparência (cor)

O primeiro contacto do consumidor com um produto, geralmente, é com a apresentação visual, onde se destacam a cor e a aparência. Todo produto possui uma aparência e uma cor esperadas que são associadas às reações pessoais de aceitação, indiferença ou rejeição. A forma geralmente está relacionada à forma natural, ou a uma forma comercial consagrada culturalmente. A cor de um objeto possui três características distintas: que são o tom, que é determinado pelo comprimento de onda da luz refletida pelo objeto; a intensidade, que depende da concentração de substâncias corantes dentro do alimento e o brilho, que é a quantidade da luz refletida pelo corpo em comparação com a quantidade de luz que incide sobre o mesmo (Teixeira et al, 1987; Huy, 1992; Anzaldúa-Morales, 1994).

3.14.2. Aroma

Segundo Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (1993), aroma é propriedade de perceber as substâncias aromáticas de um alimento depois de colocá-lo na boca, via retro nasal. Esta propriedade é essencial para produzir o sabor dos alimentos, a qual podemos comprovar quando estamos resfriados e, então, não sentimos o sabor dos alimentos. Para avaliar esta característica, os provadores de vinho, chá ou café, apertam tais amostras com a língua contra o palato, desta forma induzem a difusão das substâncias aromáticas pela membrana palatina, e também aspiram pelo nariz para perceber o odor das substâncias que se volatilizam na boca.

3.14.3. Textura

A textura é a principal característica percebida pelo tacto. O tacto é toda a sensibilidade cutânea humana, é o reconhecimento da forma e estado dos corpos por meio do contacto directo com a pele. Ao tocar o alimento com as mãos ou com a boca o indivíduo facilmente avalia sua textura, mais do que quando utiliza a visão e audição (Chaves, 1993).

A textura é o conjunto de todas as propriedades reológicas e estruturais (geométricas e de superfície) de um alimento, perceptíveis pelos receptores mecânicos, tácteis e eventualmente pelos receptores visuais e auditivos (ABNT, 1993). A textura se manifesta quando o alimento sofre uma deformação (quando é mordido, prensado, cortado, etc.), e é através dessa

interferência na integridade do alimento que se pode ter noção da resistência, coesividade, fibrosidade, granulosidade, aspereza, crocância, entre outras (Anzaldúa-Morales, 1994).

3.14.4. Gosto (sabor)

Para Teixeira *et al.* (1987) gosto é uma das propriedades sensoriais da cavidade bucal relacionadas ao paladar, percebidas na boca. É a identificação, através das papilas gustativas, das características básicas (ou gostos primários) dos alimentos, ou seja, os gostos ácidos, amargos, doces e/ ou salgados.

O sabor (equivalente em português para a palavra inglesa *flavour*) é um atributo complexo, definido como experiência mista, mas unitária de sensações olfativas, gustativas e tácteis percebidas durante a degustação (ABNT, 1993).

O sabor é influenciado pelos efeitos tácteis, térmicos, dolorosos e/ou sinestésicos. Essa Inter-relação de características é que diferencia um alimento do outro. Quando um sabor não pode ser definido claramente é denominado *sui generis*, porém, por meio da análise sensorial, pode-se obter o perfil do sabor do alimento, que consiste na descrição de cada componente de um produto. Algumas características devem ser levadas em consideração em alguns alimentos (ou ingredientes de alimentos) e uma delas é o tempo de percepção, ou seja, o tempo para ser percebida pelo paladar. Outra característica importante para se observar é o sabor residual que permanece na boca algum tempo após o alimento ser deglutido (Anzaldúa- Morales, 1994; ABNT, 1993; Huy, 1992; Teixeira *et al*, 1987).

Segundo Moraes (1988), os participantes de uma análise sensorial devem apresentar algumas características, como boa saúde e apetite, habilidade de concentração, sensibilidade no mínimo mediana, capacidade de reproduzir os resultados e, principalmente, boa vontade. Nos casos de fumantes, pede-se não fumar uma hora antes dos testes; aos demais não mascar chicletes ou fazer uso de bebida alcoólica meia hora antes dos testes. O uso de perfume não é permitido e as pessoas resfriadas são dispensadas.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Descrição da área de estudo

As amostras de mandioca foram colhidas no campo de produção da associação Josina Machel localizada no distrito de Inharrime, província de Inhambane. O processamento delas para a obtenção do *rale* bem como as medições do pH da massa ralada de mandioca foram feitas na mesma província. O teor de cianetos e análise sensorial do *rale* foram feitas na Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal da Universidade Eduardo Mondlane. As análises para a determinação do °Brix e cor das amostras foram feitas na Faculdade de Engenharia, Departamento de Engenharia Química da mesma Universidade.

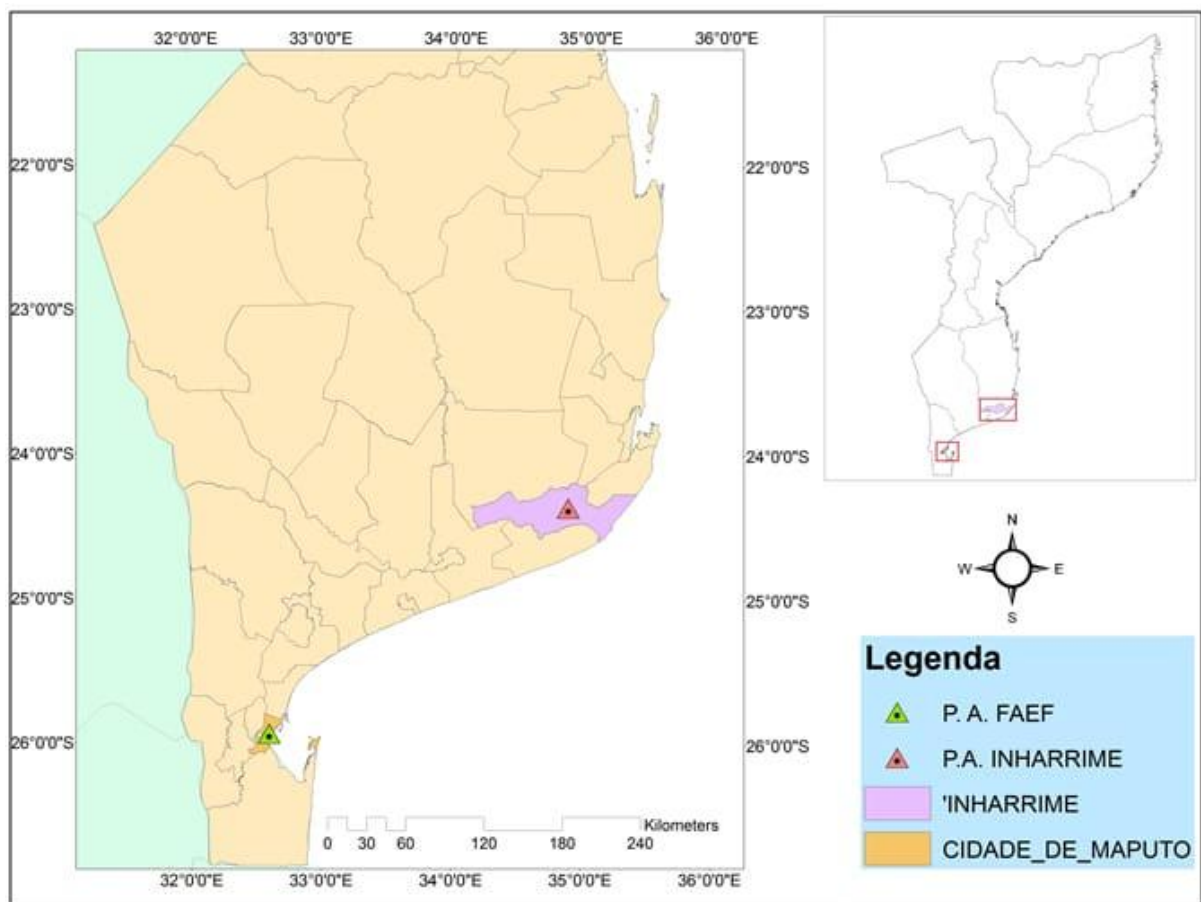


Figura 2: Mapa representativo dos locais de estudo

4.2. Colheita das amostras de mandioca no campo

As raízes de mandioca da variedade *Kussi* foram colhidas no campo com cerca de 16 meses de idade, no mês de Maio. A colheita foi feita em linhas, seguindo um padrão variável, visto que só foram colhidas plantas que aparentemente mostravam se aptas para a colheita.

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

A quantidade de raízes de mandioca colhida foi suficiente para obter aproximadamente 40 kg de massa ralada de mandioca.

4.3. Delineamento experimental

O ensaio foi conduzido em Delineamento Completamente Casualizado (DCC) em arranjo factorial com dois factores (teor de açúcar e tempo de fermentação) (4X3), totalizando 12 tratamentos (Tabela 3) para verificar o efeito dos diferentes tempos de fermentação e teores de açúcar no pH e teor de cianetos.

Tabela 3: Descrição dos tratamentos

Teor de açúcar	Tempo		
	0h	20h	43h
MRM sem açúcar	T1	T5	T9
MRM + 10% de açúcar	T2	T6	T10
MRM + 20% de açúcar	T3	T7	T11
MRM + 30% de açúcar	T4	T8	T12

4.4. Preparação da farinha torrada de mandioca (rale)

A produção da farinha torrada de mandioca foi feita logo após a colheita da mesma para evitar o aparecimento de características indesejáveis, visto que a mandioca fresca é um produto altamente perecível.

Procedimentos usados na produção da farinha torrada de mandioca “Rale”

- Com auxílio de uma faca descaram-se as raízes da mandioca de forma a eliminar as fibras presentes nas cascas e em seguida com a água limpa lavaram-se de modo a obter mandioca limpa.
- Usando um ralador manual que funciona a *diesel*, ralaram-se as raízes de mandioca de modo a romper as células da mandioca e obter grânulos de amido homogêneos. A ralagem foi feita usando o compartimento mais fino do ralador.
- Logo após a ralagem adicionou-se o açúcar branco de acordo com os tratamentos. A adição de açúcar na massa de mandioca ralada foi feita da seguinte forma:
 - 10kg de massa ralada de mandioca +10% de açúcar branco
 - 10kg de massa ralada de mandioca +20% de açúcar branco.
 - 10kg de massa ralada de mandioca +30% de açúcar branco.

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

- Colocou-se a massa ralada de mandioca em sacos de ráfia limpos e com auxílio de uma prensa manual, pressionou-se para retirar a água.
- Após a prensagem, a massa ralada compacta foi esfarelada e colocada num crivo de modo a separar a fracção fina da grosseira.
- Depois da crivagem, a massa foi colocada numa chapa de toragem e levada ao lume e mexida constantemente até ficar torrada.
- Após a obtenção da farinha torrada de mandioca, *rale*, esta foi deixada a temperatura ambiente durante 5 horas para arrefecer. Depois foi embalada em recipientes plásticos e posteriormente transportada para o laboratório de Pós-colheita e Tecnologia de Alimentos na FAEF, em Maputo, onde foram feitas as análises laboratoriais.

4.5. Determinação do pH

A determinação do pH da massa ralada de mandioca e do *rale* foi feita com base no método descrito por Anonyme (2001) usando pH metro (handlab) série nr. 99350279/9935, devidamente calibrado com soluções de pH 4 e pH 7. Cerca de 4 g da amostra foi colocada em um copo de precipitação e homogeneizado com 50 ml de água destilada. Passados 10 minutos fez-se a medição em triplicado.



Figura 3: Equipamento usado para determinar o pH das amostras.

4.6. Determinação do teor de cianetos

O teor de cianetos foi determinado pelo método enzimático (enzima linamarase, extraída a partir do latex da planta), segundo a metodologia descrita por Cooke (1978) e posteriormente adaptada por Essers *et al.* (1993), na qual o cianeto (CN⁻) é oxidado ao haleto de cianogênio cloroamina-T ou N-clorosuccinimida. Este composto reage com ácido isonicotínico para

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

produzir um dialdeído que acopla com aminas ou compostos com o grupamento metileno como ácido dimetilbarbitúrico para formar um complexo colorido e posterior leitura em espectrofotômetro a 605 nm.

4.6.1. Extração da amostra

Para determinação de cianetos no *rale*, 4g da amostra foram colocados em copos de precipitação devidamente identificados segundo os tratamentos, nomeadamente sem açúcar, com 10% de açúcar, com 20% de açúcar e com 30% de açúcar. De seguida adicionaram-se 50 ml de solução tampão em cada copo de precipitação que foram devidamente fechados e agitados. As amostras foram deixadas a repousar por 30 minutos nas condições de temperatura do laboratório. Passados 30 minutos as amostras foram filtradas com auxílio de papel de filtro e colocadas em tubos de ensaio, que foram devidamente fechados e guardados na geleira.

4.6.2. Curva padrão

Foi necessário traçar-se a curva padrão para que, com auxílio desta se obtivesse a equação de regressão e dela se extraíssem os teores de cianetos através de conversões matemáticas das absorbâncias das amostras. Foram preparados 10 tubos de ensaio, onde aos pares adicionou-se 0, 25, 50, 75 e 100 μL (microlitros) de KCN a 300 μM . De seguida colocou-se em cada tubo de ensaio uma quantidade de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,2M para perfazer o volume de 100 μL , isto é, adicionaram-se aos pares 100, 75, 50, 25 e 0 μL . Depois pipetaram-se 500 μL da solução tampão a pH 6 nos tubos. Adicionaram-se 600 μL de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,2M em todos os tubos. De seguida adicionaram-se 2800 μL da solução tampão em todos os tubos. Posteriormente adicionaram-se 200 μL de Cloroamina-T em todos os tubos e por fim 800 μL do reagente de cor em todos os tubos. Passados 10 minutos fazer-se a leitura no espectrofotómetro a 605 nm.

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

Tabela 4: Reagentes usados na preparação das soluções para obtenção das absorbâncias para curva-padrão.

KCN (300 μ M)	NaOH (μ L)	Fosfato tampão pH=6 (μ L)	NaOH (μ L)	Fosfato tampão pH=6 (μ L)	Cloramina T (μ L)	Reagente de cor (μ L)
0	100	500	600	2800	200	800
25	75	500	600	2800	200	800
50	50	500	600	2800	200	800
75	25	500	600	2800	200	800
100	0	500	600	2800	200	800

Com os dados das absorbâncias e as concentrações do CN^- , determinou-se a curva-padrão sendo as absorbâncias em função das concentrações do CN^- , donde extrai-se a equação de regressão das absorbâncias em função da concentração:

$$Y = 0.0023X - 0.0202 \quad (1)$$

Onde:

Y=representa as absorbâncias da amostra;

X=representa a concentração do HCN nas amostras em μ M;

$$X = \frac{Y+0.0202}{0.0023} \quad (2)$$

4.6.3. Determinação do teor de cianeto

Com auxílio de micropipetas, colocaram-se 100 μ L das amostras em tubos de ensaio devidamente identificados com marcador permanente. De seguida adicionaram-se 450 μ L de solução de fosfato tampão a pH = 6. Depois adicionou-se 50 μ L de enzima linamarase extraída a partir de latex da mandioca. Os tubos foram selados e deixados a repousar por 10 minutos de modo a permitir que a enzima reagisse para promover a lise dos glicosídeos cianogénicos.

Depois colocou-se 600 μ L de NaOH a 0,2 M, para decompor a cianoidrina em cianeto e em seguida adicionou-se 2800 μ L a solução de fosfato tampão a pH = 6 de modo a neutralizar a reacção. Subsequentemente adicionou-se 200 μ L de Cloramina-T e 800 μ L do reagente de cor e agitou-se para homogeneizar o conteúdo que foi incubado por 10 minutos a temperatura do laboratório. Depois da incubação as soluções mudaram de cor, tornando-se azuis, figura 4.

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

Por fim, fez-se a leitura das absorvâncias das amostras no espectrofotómetro a um comprimento de onda de 605nm. A determinação de cianetos foi feita em duplicado.

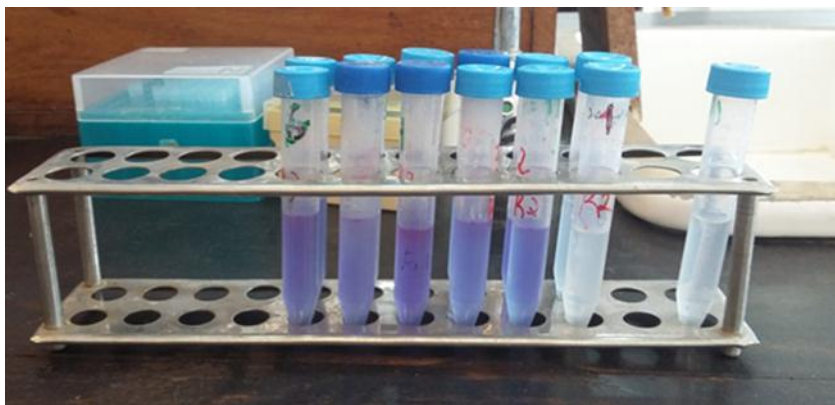


Figura 4: Amostras usadas para leitura das absorvâncias no espectrofotómetro.

4.6.4. Conversão das absorvâncias em teor de cianetos

Sabendo que 4 g da amostra (*rale*) diluiu-se em 50 ml de H_3PO_4 , e pipetou-se 100 μL do extracto para o tubo de ensaio, e que o HCN tem $27 g \cdot mol^{-1}$, obteve-se a concentração dos cianetos em ppm (mg/kg) através da seguinte fórmula:

$$\text{Teor de HCN na base húmida} \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right) = \frac{X \cdot \text{Vol} \cdot 27}{M \cdot 1000} \quad (3)$$

Onde:

X= representa a concentração do HCN nas amostras em μM

Vol=volume da solução extractora

M=massa da amostra

4.7. Determinação dos sólidos solúveis totais (°Brix) no *rale*

O teor de sólidos solúveis totais (°Brix) foi determinado conforme as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (Instituto Adolfo Lutz, 1985). 1g de cada amostra foi colocada no respectivo tubo de ensaio e adicionou-se 7 ml da água destilada. Depois agitou-se num agitador magnético rotamixer, da marca Hook e Tucker instruments. De seguida os tubos foram, colocados na centrífuga (Hermle Z 200^a) a 3250 rpm por 15 minutos. Depois pipetou-se o subnadante e procedeu-se a leitura em triplicado no refractómetro da marca optic (iVymen sistem) devidamente calibrado com água destilada a temperatura ambiente (índice de refração=13324 e 0° Brix a 25° C).

4.8. Determinação da capacidade de inchamento do *rale*

A capacidade de inchamento do *rale* foi determinada com base no método descrito por Ukpabi e Ndimele (1990). 4g de cada amostra do *rale* foram colocadas em uma proveta graduada de 50 ml. De seguida foi adicionada água fria até perfazer o volume de 50 ml, passados 25 minutos observou-se o nível de inchamento. A capacidade de inchamento do *rale* foi calculada usando o volume final ocupado pelo *rale* na proveta dividir pelo volume inicial do *rale*.

4.9. Avaliação da cor das amostras do *rale*

A avaliação da cor foi baseada no método da "Comission International de l'Eclairage" ou Comissão Internacional de Iluminação (CIE Lab), através do colorímetro da marca MINOLTA CR 10 RS-232C, devidamente calibrado com papel branco. As coordenadas cromáticas L^* , a^* e b^* foram registadas. O ângulo hue ($\tan^{-1}b^*/a^*$) e chroma ($((a^{*2} + b^{*2})^{1/2})$) foram calculados a partir de a^* and b^* . Foram feitas 3 repetições para cada amostra do *rale*.

4.10. Análise sensorial

A análise sensorial do *rale* foi realizada na Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal da Universidade Eduardo Mondlane através do teste de aceitação. Foi utilizada uma escala hedônica estruturada de 9 pontos (“desgostei muitíssimo” = 1 a “gostei muitíssimo” = 9) para avaliação dos atributos aparência, aroma, textura e sabor.

O painel sensorial foi composto por 38 provadores não treinados de ambos sexos e de diferentes faixas etárias (variando de 18 a 46 anos), recrutados aleatoriamente entre os estudantes e funcionários da FAEF. Foi usado o teste de escala hedônica numérica descrito por Teixeira *et al.* (1987).

Para que os degustadores não sofressem alguma influência psicológica, as amostras foram preparadas antes de serem apresentadas para análise. A prática de enxaguar a boca com água entre as provas foi adoptada, neste caso foi no início e no fim de cada prova (Anzaldúa-Morales, 1994; Moraes, 1988; Teixeira *et al.*, 1987; Monteiro, 1984) para a remoção do sabor residual.

Por se tratar de um alimento sólido, cada provador foi servido uma quantidade equivalente a uma colher de sopa de cada amostra em pratos descartáveis. A codificação das amostras foi feita aleatoriamente com base em códigos de 3 dígitos (Anzaldúa-Morales, 1994; Moraes, 1988; Monteiro, 1984).

4.11. Análise estatística

Foi usado o pacote estatístico Microsoft Excel para a organização dos dados, construção de gráficos e tabelas, cálculo das médias dos tratamentos. Os resultados médios foram analisados com o auxílio do pacote estatístico STATA 14. Empregou-se a análise de variância (ANOVA) e Teste de Tukey ($p < 0,05$) para os resultados do potencial de hidrogénio, °Brix, capacidade de inchamento, cor do *rale* e análise sensorial.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Análise da variação do pH da massa ralada durante a fermentação

O pH é um factor crítico no desenvolvimento de sabores e aromas dos alimentos (Montet *et al*, 2006; Panda *et al*, 2007). Os resultados referentes ao pH da massa ralada de mandioca encontram-se apresentados na tabela 5. Observou-se que o valor médio do pH no tempo 0 hora para o tratamento sem açúcar foi de 6.26 e para os tratamentos com açúcar (10%, 20% e 30%) o pH foi de 6.35. O valor-p (0.2492) gerado na análise estatística indica que não há uma diferença significativa de variação do pH.

Os valores médios de pH após 20 horas de fermentação para todos os tratamentos variaram de 5.14 a 5.37, o valor -p (0.2793) obtido indica que não há diferenças significativas de variação de pH entre eles. O mesmo comportamento foi verificado nas amostras fermentadas durante 43 horas, cujos valores de pH variaram de 4.20 a 4.25.

O declínio progressivo dos valores de pH ao longo do tempo é um indicador da intensidade da fermentação. Por outro lado, a redução de pH em fermentações naturais é atribuída á produção de ácidos orgânicos pela microbiota responsável pela fermentação (Montagnac *et al.*, 2009). No presente estudo o pH inicial era de 6.26. Durante a fermentação o pH decresceu gradualmente de 6.26 a 6.35 no tempo 0 hora para 4.20 a 4.24 após 43h. Depois de todas análises, verificou-se que após 43 horas do início da fermentação todas as amostras encontravam-se fermentadas, facto que é sustentado por Lima *et al.* (2001) que afirma que as fermentações se desenvolvem numa ampla faixa de valores de pH sendo adequada entre 4 a 5 e para Tivana (2012) o pH depois de 3 dias reduz de 6 para 4. Ainda de acordo com os dados da tabela 5, verifica-se que a adição de açúcar não influenciou o processo de fermentação, visto que os valores de pH em todos os tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si.

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

Tabela 5: Valores médios de pH da massa ralada de mandioca fresca com diferentes teores de açúcar em diferentes tempos de fermentação.

Tratamentos	Valores médios de pH em diferentes tempos de fermentação			Valor-p
	0h	20h	43h	
MRM sem açúcar	6.26±0.11 ^{Aa}	5.14±0.03 ^{Ab}	4.25±0.08 ^{Ac}	0.0000
MRM + 10% de açúcar	6.35±0.05 ^{Aa}	5.37±0.16 ^{Ab}	4.20±0.03 ^{Ac}	0.0000
MRM + 20% de açúcar	6.35±0.04 ^{Aa}	5.15±0.25 ^{Ab}	4.20±0.03 ^{Ac}	0.0273
MRM + 30% de açúcar	6.35±0.04 ^{Aa}	5.14±0.09 ^{Ab}	4.24±0.03 ^{Ac}	0.0000
Valor-p	0.2492	0.2793	0.5336	$\alpha=0.05$

* Pares de médias com a mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si segundo o teste de Tukey a nível de significância de 5%.

5.2. Análise da variação do pH do *rale*

Os resultados referentes ao pH o *rale* (Tabela 6) mostram que no tempo 0 hora e 43 horas, os valores variaram de 6.18 a 6.39 e 4.35 a 4.29 respectivamente para todos tratamentos e que os mesmos não diferem entre si estatisticamente ($p > 0.05$). No entanto, as amostras fermentadas durante 20 horas apresentaram valores de pH que variaram de 5.01 a 5.08 com valor- p (0.0151) o que significa que há diferença estatística significativa apenas para o tratamento com 20% de açúcar.

O comportamento dos valores do pH das amostras do *rale* com diferentes teores de açúcar ao longo do tempo, foi semelhante ao comportamento dos valores do pH das amostras frescas, visto que o pH baixou gradualmente desde o início da fermentação (0 hora) até ao final de 43 horas.

Para todos os tratamentos analisados, apenas houve diferença estatística significativa para a amostra de *rale* com 20% de açúcar fermentada por 20 horas. Valores baixos de pH (3.6 - 4.5) tornam o alimento estável por inibir o crescimento de bactérias Gram-negativas (Rodas, 2001) pois estes não toleram pH baixo.

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

Tabela 6: Valores médios de pH do *rale* com diferentes teores de açúcar em diferentes tempos de fermentação.

Tratamentos	Valores médios de pH em diferentes tempos de fermentação			Valor-p
	0h	20h	43h	
Sem açúcar	6.18±0.03 ^{Aa}	5.08±0.04 ^{Ab}	4.29±0.01 ^{Ac}	0.0000
Com 10% de açúcar	6.25±0.01 ^{Aa}	5.08±0.03 ^{Ab}	4.34±0.05 ^{Ac}	0.0000
Com 20% de açúcar	6.39±0.07 ^{Aa}	5.01±0.01 ^{Bb}	4.33±0.02 ^{Ac}	0.0000
Com 30% de açúcar	6.37±0.05 ^{Aa}	5.07±0.02 ^{Ab}	4.35±0.02 ^{Ac}	0.0000
Valor-p	0.3869	0.0151	0.1298	$\alpha=0.05$

*Pares de médias com a mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si segundo o teste de Tukey a nível de significância de 5%.

5.3. Avaliação do efeito da adição do açúcar e do tempo de fermentação no teor de cianetos do *rale*.

Os resultados referentes ao teor de cianetos encontrados nos diferentes tratamentos de *rale*, sem açúcar e com açúcar (10%, 20% e 30%) submetidos a diferentes períodos de fermentação (0h, 20h e 43h), são apresentados na figura 5. Nas amostras sem açúcar nos tempos 0h, 20h e 43h, os teores de cianeto foram de 57.01 mg/kg, 24.58 mg/kg e 22.46 mg/kg respectivamente.

Para as amostras com 10% de açúcar os teores de cianeto variaram de 24.78 mg/kg no tempo 0 hora a 9.16 mg/kg no tempo 43 horas. A mesma tendência foi verificada nas amostras com 20% de açúcar que apresentaram de 20.82 mg/kg a 9.15 mg/kg de cianeto. Amostras com 30% de açúcar nos tempos 0h, 20h e 43h tiveram teores de cianetos de 24.05 mg/kg, 15.73 mg/kg e 10.82 mg/kg respectivamente.

De acordo com os resultados obtidos através da análise de teores de cianetos no *rale*, foi evidenciado que o açúcar e o tempo de fermentação ambos influenciaram na redução de cianetos.

No tempo 0 hora, a amostra sem açúcar apresentou um alto teor de cianetos em relação as amostras com açúcar. Tal facto deveu-se a perda de cianeto durante o manuseamento das amostras para adicionar o açúcar. Com o decorrer do processo de fermentação ocorria um

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

decréscimo do teor de cianetos. A partir do segundo dia de fermentação (tempo=20h) era observada uma redução e no terceiro dia já possuíam valores bem baixos.

Para variedades com altos teores de glicosídeos cianogênicos, o método de processamento mais popular e eficiente para a sua remoção é a fermentação (Nambisan, 2011).

Quanto maior for o tempo em que as amostras são submetidas a fermentar maior a redução dos teores de cianetos. Muitos métodos diferentes foram desenvolvidos ao longo de centenas de anos para melhorar o processamento de raízes de mandioca, resultando em menos cianeto residual (Padmaja, 1995). Alguns métodos removem quase todos os cianógenos residuais (Dufour, 1994; Nambisan e Sundaresan, 1985) mas muitos métodos ainda deixam quantidades consideráveis de cianógenos (Cardoso *et al.*, 1998; Mlingi e Bainbridge, 1994).

Conforme Abass *et al.* (2012), a desintoxicação da mandioca durante o processamento do *rale* pode ocorrer a partir da ralagem e continuar simultaneamente com fermentação até a torragem. Operações de processamento do *rale*, especialmente ralagem, fermentação, prensagem e torragem, se feitos correctamente irão garantir que os cianogênicos sejam removidos para níveis baixos, independentemente da variedade de mandioca utilizada.

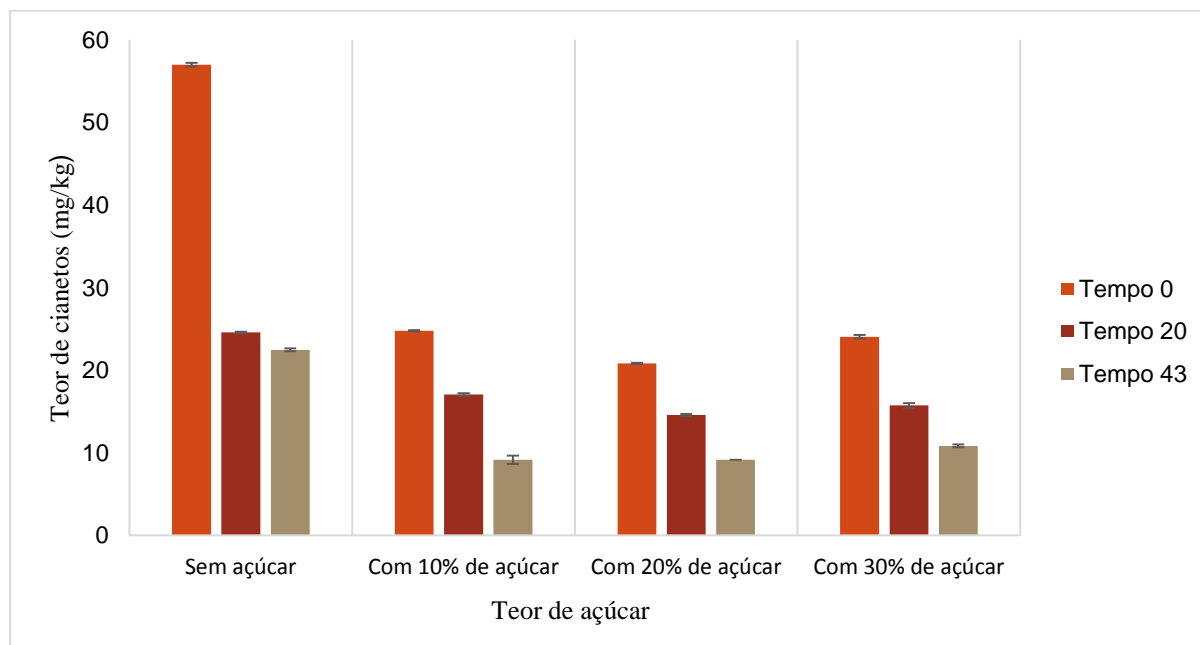


Figura 5: Teores médios de cianetos do *rale* com diferentes teores de açúcar nos diferentes tempos de fermentação.

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

5.4. Teor de sólidos solúveis totais (°Brix)

As médias dos sólidos solúveis totais (°Brix) para cada amostra do *rale* podem ser vistas na tabela 7.

Tabela 7: Valores médios de sólidos solúveis totais (°Brix) do *rale* com diferentes teores de açúcar e diferentes tempos de fermentação.

Tratamentos	Tempo de fermentação (horas)		
	0h	20h	43h
Sem açúcar	0.90±0.00 ^C	0.70±0.00 ^C	0.50±0.00 ^C
Com 10% de açúcar	1.00±0.00 ^C	0.50±0.00 ^D	0.40±0.00 ^C
Com 20% de açúcar	1.10±0.00 ^B	0.80±0.00 ^B	0.70±0.00 ^B
Com 30% de açúcar	1.63±0.15 ^A	1.43±0.15 ^A	1.20±0.00 ^A

*Pares de médias com a mesma letra maiúscula nas colunas não apresentam diferenças significativas entre elas pelo teste de Tukey a 5% de nível de significância

No tempo 0 hora, a amostra sem açúcar apresentou °Brix de 0.90 e as amostras com 10%, 20% e 30% de açúcar, tiveram °Brix de 1.00, 1.10 e 1.63 respectivamente. As amostras fermentadas por 20 horas, os valores de °Brix obtidos foram de 0.70 para a amostra sem açúcar e 0.50, 0.80 e 1.43 para as amostras com açúcar a 10%, 20% e 30% respectivamente. Após 43 horas, a amostra sem açúcar tinha °Brix de 0.50, as amostras com 10%, 20% e 30% de açúcar tiveram °Brix que variaram de 0.40, 0.70 e 1.20 respectivamente.

No tempo 0 hora, as amostras sem açúcar e com 10% de açúcar apresentaram valores médios de °Brix que não diferiram entre si estatisticamente, porém diferiram estatisticamente dos valores médios de °Brix das amostras com 20% e 30% de açúcar. O mesmo comportamento foi verificado nas amostras fermentadas durante 20 e 43 horas. Como era de se esperar, o °Brix aumentou com o aumento do açúcar e diminuiu ao longo do tempo de fermentação. Após 20 horas de fermentação não se verificou uma redução de °Brix considerável o que comprova que os microorganismos fermentadores degradaram primeiro a sacarose antes do amido.

5.5. Capacidade de inchamento do *rale*

A tabela 8 apresenta resultados referentes aos valores médios da capacidade de inchamento das diferentes amostras do *rale*. A partir dos dados da tabela é possível verificar que no tempo 0 hora, a capacidade de inchamento do *rale* variou de 2.6 a 3, sendo que a amostra sem açúcar inchou mais em relação as amostras com açúcar.

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

Tabela 8: Valores médios de capacidade de inchamento do *rale* com diferentes teores de açúcar e diferentes tempos de fermentação

Tratamentos	Capacidade de inchamento do <i>rale</i> em número de vezes		
	Tempo de fermentação (horas)		
	0h	20h	43h
Sem açúcar	3.0±0.1 ^{Bb}	3.2±0.2 ^{Ab}	3.6±0.1 ^{Aa}
Com 10% de açúcar	2.7±0.2 ^{Ac}	3.3±0.0 ^{Ab}	4.0±0.1 ^{Ba}
Com 20% de açúcar	2.6±0.1 ^{Ab}	3.3±0.1 ^{Aa}	3.4±0.1 ^{Aa}
Com 30% de açúcar	2.8±0.1 ^{ABc}	3.2±0.1 ^{Ab}	4.3±0.1 ^{Ca}

*Pares de médias com a mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não apresentam diferenças significativas entre elas pelo teste de Tukey a 5% de nível de significância.

Os níveis de inchamento das amostras fermentadas durante 20 horas apresentaram valores médios da capacidade de inchamento próximos e que não diferem entre si estatisticamente e que variaram de 3.2 a 3.3.

Amostras de *rale* fermentado por 43 horas tiveram maior capacidade de inchamento de todas as amostras analisadas e que varia de 3.6 a 4.3.

Como era de esperar, no tempo 0 hora amostra sem açúcar e não fermentada inchou mais vezes por apresentar maior concentração do amido. Enquanto as amostras com açúcar, apresentaram menor capacidade de inchamento uma vez que o açúcar diminui a concentração do amido.

No segundo dia da fermentação (T=20 horas), verificou-se que todas as amostras do *rale* tiveram capacidade média de inchamento aproximada e não diferiram entre si estatisticamente.

Depois de 43 horas de fermentação a capacidade de inchamento foi maior em relação as primeiras 20 horas. Estes resultados comprovam o facto de os microorganismos fermentadores (bactérias ácido lácticas) terem degradado primeiro o açúcar, mantendo assim a concentração do amido, responsável pelo inchamento do *rale*. Em todos os tratamentos verificou-se que à medida que o tempo de fermentação aumentava, o nível de inchamento das amostras também aumentava.

De acordo com Ukapi e Ndimele, 1990, Sanni et al; 2008, *rale* de boa qualidade é descrita como sendo aquela que pode inchar 3 vezes acima do volume original. Portanto, todas as amostras com açúcar e fermentadas consideram-se de boa qualidade.

5.6. Avaliação da cor do *rale*

A cor é um parâmetro importante no processamento de alimentos por que pode dar indicações sobre nutrientes, frescura de alimento bem como a intensidade do processamento. A cor é também importante para percepção sensorial do alimento pelo consumidor (Carvalho *et al.*, 2014).

A cor visual do *rale* pode ser branco ou creme dependendo da variedade da mandioca usada e o método de processamento adotado (Abass *et al.*, 2012). As amostras analisadas no presente trabalho, apresentavam uma cor visualmente creme com tendência ao amarelo.

Os resultados da avaliação da cor das amostras do *rale* apresentados na tabela 9, mostram que quase todas amostras apresentaram valores de L* acima de 50. Conforme Rolim, *et al.* (2010), valores de L* acima de 50 caracterizam cores mais claras uma vez que o L* está associado à luminosidade ou brilho da amostra. Contudo, as amostras com 10 % e 30% de açúcar e fermentadas durante 43 horas apresentaram valores médios de L* próximos, 48.6 e 49, que caracterizam fraca claridade, uma vez que são menores de 50.

Quase todas as amostras apresentaram valores de ângulo hue similares, (cor amarelo alaranjada) sendo mais intenso (valores de croma altos, 28.8 e 25.8) nas amostras com 10 % e 30% de açúcar e fermentadas por 43 horas. A intensidade da cor nestas amostras pode estar relacionada a variação do tempo de torragem.

Tabela 9: Valores médios de L, croma e ângulo Hue das amostras do *rale*.

Tempo	Tratamentos	L*	Croma	Ângulo Hue (°)
0 horas	Sem açúcar	51.2±0.20 ^C	22.1±0.12 ^{AB}	15.1±0.92 ^{BC}
	10% de açúcar	52.4±0.10 ^{AD}	20.6±0.05 ^A	14.5±0.40 ^{ABC}
	20% de açúcar	53.5±0.11 ^B	20.5±0.31 ^A	14.1±0.91 ^{ABC}
	30 % de açúcar	51.7±0.30 ^{CD}	22.1±0.07 ^{AB}	13.0±0.22 ^{ABC}
20 horas	Sem açúcar	53±0.09 ^{AB}	21.3±0.09 ^{AB}	14.2±0.16 ^{ABC}
	10% de açúcar	52.9±0.36 ^{AB}	21.3±0.25 ^{AB}	13.1±0.69 ^{ABC}
	20% de açúcar	53±0.15 ^{AB}	22 ^A ±0.21 ^B	15.3±0.25 ^C
	30 % de açúcar	53.1±0.75 ^{AB}	22.1±0.60 ^{AB}	14.8±0.35 ^{ABC}
43 horas	Sem açúcar	51.8±0.25 ^{CD}	23.5±0.39 ^{AB}	12.5±0.74 ^A
	10% de açúcar	48.6±0.20 ^E	28.8±5 ^C	12.8±2 ^{AB}
	20% de açúcar	53.2±0.28 ^{AB}	21.8±0.46 ^{AB}	13.7±0.56 ^{ABC}
	30 % de açúcar	49±0.20 ^E	25.8±0.28 ^{BC}	14.2±0.14 ^{ABC}

*Pares de médias com a mesma letra maiúscula nas colunas não apresentam diferenças significativas entre elas pelo teste de Tukey a 5% de nível de significância

5.7. Avaliação sensorial do *rale*

Na Tabela 10 estão apresentadas as pontuações hedônicas médias de aceitação aos atributos aparência, aroma, textura e sabor para amostras do *rale* com diferentes teores de açúcar.

De acordo com os resultados da avaliação sensorial (tabela 10) pode-se constatar que para todos os atributos sensoriais avaliados, as amostras do *rale* com açúcar tiveram maior aceitação com destaque para as amostras com 20 e 30% de açúcar.

De salientar que para o atributo sensorial sabor, a amostra com maior aceitabilidade com pontuação média hedônica de 8.21, foi a que tinha 30% de açúcar com maior °Brix de 1.43 (tabela 7) fermentada durante 20 horas, cujo pH está em torno de 5 (tabela 6). Os provadores mostraram uma preferência por *rale* com sabor doce e levemente azedo. O gosto azedo é aceitável ou interessante quando suave (Drewnowski, 1997).

Segundo Abass *et al.* (2012) produtos fermentados derivados de mandioca como o *gari* por exemplo, tem um sabor azedo com pH que varia de 4 - 5.5. Para a produção de iogurtes o pH considerado ideal é de 4.6 (Silva *et al.*, 2016). Embora a acidez seja uma característica do iogurte, uma alta acidificação conduz as alterações no sabor, consistência e deterioração do produto (Rodas *et al.*, 2001). Portanto, a fermentação da massa ralada de mandioca durante 20 horas combinado com 30% de açúcar melhorou o sabor do *rale*.

As amostras fermentadas durante 43 horas, cujas pontuações hedônicas médias estão em torno de 5, e pH que varia de 4.29 a 4.35 (tabela 6), não tiveram uma boa aceitação. O pH baixo associado ao sabor azedo intenso e a diminuição da intensidade de doçura conforme mostra a tabela 10, poderiam ter contribuído para redução de preferência das amostras do *rale* pelos consumidores. O sabor azedo é causado pela ação dos ácidos e a intensidade da sensação gustativa depende da concentração do íon hidrogênio. Assim, quanto maior a concentração do íon H^+ mais forte é a sensação (Guyton e Hall, 1996). A diminuição de pH como consequência do aumento do ácido láctico no meio aumenta a acidez devido a constante atividade metabólica das bactérias ácido láctico. A alta acidificação conduz alterações no sabor do produto (Rodas *et al.*, 2001; Oliveira e Damin, 2003; Almeida, 2008; Damodaran *et al.*, 2010; Giese *et al.*, 2010;). Alimentos com pH baixo, isto é, abaixo de 4.6 (considerado ideal para sabor do iogurte) tem um sabor azedo desagradável e, por conseguinte, reduz-se a sua apreciação (Rodas *et al.*, 2001) apesar de garantir a segurança do produto.

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

Tabela 10: Pontuações hedônicas médias dos atributos sensoriais no *rale*

Tempo de fermentação	Tratamentos	Pontuações (1-9) nos atributos sensoriais			
		Aparência	Aroma	Textura	Sabor
0h	Sem açúcar	6.05 ^{AC}	5.58 ^{AB}	5.18 ^B	5.03 ^{AB}
	10% de açúcar	6.42 ^{ACD}	6.05 ^{ABC}	6.55 ^{ABC}	6.55 ^{CD}
	20% de açúcar	7.21 ^{ABD}	6.52 ^{ABC}	6.71 ^{AC}	7.55 ^{DE}
	30% de açúcar	7.21 ^{ABD}	6.37 ^{ABC}	6.71 ^{AC}	7.55 ^{DE}
20h	Sem açúcar	6.08 ^{AC}	5.45 ^{AB}	5.61 ^{AB}	4.37 ^A
	10% de açúcar	7.05 ^{ABCD}	5.34 ^A	6.42 ^{ABC}	6.29 ^{BCD}
	20% de açúcar	7.66 ^B	6.63 ^{BC}	7.26 ^C	7.68 ^{DE}
	30% de açúcar	7.55 ^{BD}	7.11 ^C	7.24 ^C	8.21 ^E
43h	Sem açúcar	6.00 ^C	5.58 ^{AB}	5.24 ^B	5.00 ^{AB}
	10% de açúcar	6.61 ^{ABCD}	5.71 ^{AB}	6.61 ^{AB}	5.47 ^{ABC}
	20% de açúcar	7.66 ^B	5.95 ^{ABC}	6.63 ^{AC}	5.66 ^{ABC}
	30% de açúcar	6.53 ^{ABCD}	5.84 ^{AB}	5.61 ^{AB}	5.71 ^{ABC}
<i>Valor-p</i>		0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Coeficiente de variação (%)		9.25	9.03	11.45	19.98

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1. Conclusões

Com base nos resultados do presente trabalho, foi possível constatar que o açúcar não teve influência na redução do pH durante a fermentação, tanto na massa ralada assim como no *rale*.

O pH, o teor de açúcar (sacarose) e o tempo de fermentação influenciaram na redução de teor de cianetos no *rale*, sendo que a amostra com 20% de açúcar e fermentada durante 43 horas e torrada, cujo pH foi 4.3 apresentou teor de cianeto abaixo do limite atualmente aceite pela OMS.

Os resultados obtidos na análise sensorial do *rale*, mostraram que as amostras com pH em torno de 5 tiveram maior aceitabilidade em todos os atributos avaliados, designadamente aparência, aroma, textura e sabor.

O açúcar influenciou na aceitabilidade do *rale*, visto que todas as amostras com açúcar tiveram aceitação, sendo que a amostra que teve maior aceitação foi a que teve maior °Brix.

6.2. Recomendações

Promover capacitação aos processadores de *rale*, de modo a adicionar açúcar na massa ralada de mandioca e fermentar durante 20-24 horas. Padronizar o processo da fermentação da massa ralada de mandioca para produção do *rale*.

Mais estudos futuros para isolar uma estirpe de bactérias ácido lácticas que melhor fermentam a massa ralada de mandioca e que poderá servir de cultura de arranque de modo a garantir a padronização do sabor do *rale*.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abass, A.B.; Dziedzoave, N. T.; Alenkhe, B. E.; James, B.D. (2012): Quality management manual for the production of *gari*. IITA *Research to Nourish Africa*.
- Aidoo, K.E.; Henry, R.; Wood, B.J.B. (1982): Solid state fermentations. *Advances in Applied Microbiology*, v.28, p.201-237.
- Almeida, C.P.M. (2008): Efeito no fator de concentração nas características de iogurte com baixo teor de lactose obtido por ultrafiltração. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia de Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia. São Caetano do Sul. São Paulo. Brasil. P47.
- Almeida, J. M. R. (1995): Manual de Mandioca. Cultivar, Porto, Portugal.
- Almeida, P. F. de. (1992): Processamento e caracterização da puba. Tese de Doutorado em Engenharia de Alimentos - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- Alves, A. A. C. (2002): Cassava botany and physiology. In Hillocks, R. J., Thresh, J. M. and Bellotti, A. C. (Eds), *Cassava biology, production and utilization*. CABI Publishing, Wallingford, UK, 67-89
- Anonyme (Schweizerisches Lebensmittelbuch), (2001): Bundesamt für Gesundheit. Fachinheit Lebensmittel und Gebrauchsgegenstände. Eidgenössische Drucksachen und Materialzentrale (EDMZ), Bern. Ausgabe with *Rhizopus oryzae* on the chemical composition of its flour and *gari*. *La Rivista Italiana Delle Sostanze Grasse* 76: 437-440
- Anzaldúa-Morales, A. (1994): La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza: Acribia SA, p. 198.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1993): Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia, p.8. Brasil.
- Borges, M. F. and Fukuda W. M. G. (1989): Teor de cinetos em raízes frescas e processadas de mandioca. *Revista Brasileira de mandioca*, 8, Bahia, Brasil, p. 71-76.
- Bradbury, J. H. and Holloway, W. D. (1988): Chemistry of tropical root crops: significance for nutrition an agriculture in pacific. ACIAR Monograph No 6.

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

- Bruijn, G. H. (1971): Étude du caractère cyanogénétique du manioc. *Meded Landb Hogesch Wageningen* 71, Wageningen, The Netherlands.
- Cagnon, J. R.; Cereda, M. P.; Pantarotto, S. (2002): Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas. São Paulo: Fundação Cargill.
- Caldas, B. S. (2015): Determinação de açúcares em suco concentrado e néctar de uva: comparativo empregando refratometria, espectrofotometria e cromatografia líquida. *Scientia Chromatographica*, v. 7, n. 1, p. 53-63.
- Câmara, G. M. de S.; Filho, J. M.; Lima, U. de A. (1982): Mandioca: produção, pré-processamento e transformação agro-industrial. São Paulo: Secretaria da Indústria, comércio, ciência e tecnologia, série extensão agro industrial. p.79.
- Cardoso, A. P.; Ernesto, M.; Cliff, J.; Egan, S.V.; Bradbury, J.H. (1998): Cyanogenic potential of cassava flour: field trial in Mozambique of a simple kit. *Intl. J. Food Sci. Nutr.* 49: 93-99.
- Carvalho, I. S. T.; Tivana, L.D.; Yvonne Granfeldt, Y.; Dejmek, P (2014): Improved Energy and Sensory Properties of Instant Porridge Made from a Roasted Mixture of Grated Orange-Fleshed Sweet Potatoes and Flour Made from Shredded Sun Dried Cassava. *Food and Nutrition Sciences*, 5, 1428-1438.
- Caplice, E.; Fitzgerald, G. F. (1999): Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation. *International journal of food microbiology*. Amsterdam, V.50, p.131-149.
- Casadei, E.; Cliff, J. and Neves, J. (1990): Surveillance of urinary thiocyanate concentration after epidemic spastic paraparesis in Mozambique. *Journal of Tropical Medical Hygiene*, 93: 257-261.
- Ceballos, H. (2006): Development and Identification of high-value cassava clones, *Acta Horticulturae*, The Hague, v. 703, n. 1, p. 63-70.

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

- Ceballos, H.; Cruz, G.A. (2002): Taxonomia y morfologia de la yuca. In: Ospina, B.;
- Ceballos, H. (Coord) La yuca em el tercer milenio: Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización e comercialización. Cali, CIAT, p.16-32.
- Cerada, M. P. (1973): Alguns aspectos sobre a fermentação da fécula da mandioca. Tese de Doutoramento em ciências Médicas e Biológicas. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
- Charalampopoulos, D.; Pandiella, S.S.; Webb, C. (2002): Growth studies of potentially probiotic lactic acid bacteria in cereal –based substrates. *Journal of Applied Microbiology*, v.92, n.5, p. 851-859.
- Chaves, J. B. P. (1993): Análise sensorial: Histórico e desenvolvimento. Viçosa: Imprensa Universitária, p. 31.
- Chelule, P. K.; Mokoena, M. P.; Gqaleni, N. (2010): Advantages of traditional lactic acid bacteria fermentation of food in Africa. *Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology*. Ed. Méndez-Vilas.
- Chisté, R. C.; Cohen, K.O.; Oliveira, S.S. (2007): Quantificação de Teores de Compostos Cianogênicos Totais em Produtos Elaborados com Raízes de Mandioca. Embrapa.
- Conn, E. E. (1994): Cyanogenesis- a personal perspective. In Bokanga, M. Essers, A. J. A.; Poulter, N.; Rosling, H. and Tewe, O. (eds), *Proceedings of the international workshop on cassava safety*, March 1-4, Ibadan, Nigeria, *Acta Horticulturae*, 375: 31-43.
- Cooke, R. D. (1978): An enzymatic assay for the total cyanide content of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Journal of the Science of food and agriculture*, p. 345-352.
- Cossa, I.; Zacarias. A.; Monjane, I. (2011): Como produzir farinha de Mandioca de alta qualidade. Série Agricultura, CTT/SA/nr 2. IIAM. Moçambique.
- Costa, I. R. S.; Silva, S. O. (1992): Coleta de germoplasma de mandioca no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de mandioca*, Bahia, Brasil, 11: 19-27.
- Costanzo, L. S. (2005): *Fisiologia Humana* 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

- Cronquist, A. (1981): An Integrated System of Classification of Flowering Plants. New York, Columbia Univ. Press, p. 1262.
- Damodaran, S.; Parkin, K.L.; Fennema, O.R.(2010) Química dos Alimentos. 4ª ed. Porto Alegre. Rio Grande do Sul, p. 899.
- Darmardjati, D. S.; Widowati, S. and Racim, S. (1993): Cassava flour production and consumers acceptance at village in Indonesia. *Indonesian Agricultural Research and Development*, 76: 39-48.
- Delange, F.; Ekpechi, L. O. and Rosling, H. (1994): Cassava cyanogenesis and iodine deficiency disorders. In Bokanga, M.; Essers, A. J. A.; Poulter, N.; Rosling, H. and Tewe, O. (eds), Proceedings of the international workshop on cassava safety, March 1-4, Ibadan, Nigeria, *Acta Horticulturae*, 375: 289-293.
- Dickinson, J. R (1999): the metabolism and molecular physiology of *Saccharomyces cerevisiae*. Philadelphia, USA. Disponível em <https://www.google.com/search/Dickinson>. Acessado em 17 de junho de 2019.
- Drenowski, A. (1997): Taste preference and food intake. *Annu. Rev. Nutr.* 17: 237– 53.
- Durand, A. (2003): Bioreactors designs for solid state fermentation. *Biochemical Engineering Journal*, v.13, n.2/3, p.113-125.
- Edward.V.A. (2010): Development of a Starter Culture for the Production of Gari, a Traditional African Fermented Food. Doctoral Thesis.
- Egekeze, J. O.; Oehme, F. W. (1980): Cyanides and their toxicity: A literature review. *The Veterinary Quarterly*. The Hague, v. 2, p. 104-14. 1980.
- EL-Sharkawy, M.A. (2006): International research on cassava photosynthetic productivity, eco-physiology, and responses to environmental stress in the tropics. *Photosynthetica*, Praque, V. 44, n. 4, p. 481-512.
- Essers, A. A.; Bosvel, M.; van der Grift R. and Voragen, A. (1993): Studies on the quantification of specific cyanogens in cassava products and introduction of a new chromogen. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 63, 287-296.

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

FAO (2007): Cassava production statistics. Rome, Italy. Disponível em <http://faostat.fao.org>

FAO (2012): Agricultural Statistics. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Rome. Disponível em <http://faostat.fao.org>.

FAO (2014): Agricultural Statistics-Crops. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Disponível em <http://faostat.fao.org>.

FAO/WHO (1991): Pesticide residues in food. Part I - Residues. Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues. FAO Plant Production and Protection Paper 113/1.

Ferreira, V. L. P.; Almeida, T. C. A. ; Pettinelli, M. L. C. V.; Silva, M. A. A. P.; Chaves, J. B. P.; Barbo, E. M. M. (2000): Análise Sensorial: testes discriminativos e afetivos. Manual: série qualidade. Campinas, SBCTA.

Filho, M. A. B. de. e Vasconcelos, M. A.S. (2010): Conservação de Alimentos. Recife: Edufrpe. Brasil.

Filho, M. A. B. de. e Vasconcelos, M. A.S. (2011): Química de Alimentos. Recife: UFRPE. Brasil.

Giese, S.; Coelho, S.R.M; Téó, C.R.P.A; Nóbrega, L.H.P.; Christ, D.(2010): Caracterização físico-química e sensorial de iogurte comercializado na região oeste do Paraná. *Varia Scientia Agrárias.*, v. 1, p.121-129.

Guyton, A. C. (1988): Fisiologia Humana. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Guyton, A. C. e Hall, J. E.(1997): Os sentidos químicos: gustação e olfação. In: Guyton AC, Hall JE. Tratado de fisiologia médica. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan;. p. 611-7.

Hibbs, C. M. (1979): Cyanide and nitrate toxicosis of cattle. *Veterinary Human Toxicology*, v. 21, p. 401-403.

Holzappel, W.H. (1997): Use of starter cultures in fermentation on a household scale. *Food Control*, 8: 241–258.

Holzappel, W.H. (2002): Appropriate starter culture technologies for small-scale fermentation in developing countries. *International Journal of Food Microbiology*, 75: 197– 212.

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

- Hui, Y. H. (1992): Sensory evaluation of dairy products. In: Dairy science and technology handbook. New York: VCH publishers, v1.
- Islam, A. K. M. S.; Edwards, D. G. and Asher, C. J. (1980): pH optima for crop growth: Results of flowing culture experiment with six species. *Plant and soil*, 54: 339-357.
- Instituto Adolfo Lutz. (1985): Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Físicos para análises de alimentos. 3 ed. São Paulo: IAL, p371.
- Jansson, C.; Westerbergh, A.; Zhang, J.; Hu, X. and Sun, C. (2009): Cassava, a potential biofuel crop in (the) People’s Republic of China. *Applied Energy*, 86, Supplement 1, S95-S99.
- Jennings, D. L.; Iglesias, C. (2002): Breeding for Crop improvement. In: Hillocres, R. J.; Thresh, J. M.; Bellotti, A. C. (Ed.). Cassava: biology, production and utilization. Cambridge. CABI, p. 149-166.
- Júnior, N. S. F. (2002): Cadeia produtiva da mandioca no Paraná: diagnóstico e demandas actuais: IAPAR.
- Katz, S.H.; Weaver, W.W (2003): Encyclopedia of Food and Culture. New York: Schribner, New York, NY USA.
- Kemp, S. E. (2008): Application of sensory evaluation in food research. *International Journal of Food Science and Technology*, v. 43, n. 9, p. 1507-1511,
- Kimaryo, V. M.; Massawi, G. A.; Olasup, N. A.; Holzapfel, W. H. (2000): The use of a starter culture in the fermentation of cassava for the production of ‘Kivunde’, a traditional Tanzanian food product. *Internacional Journal of food Microbiology*, 56: 179-190.
- Lanzilloti, R.S.; Lanzilloti, H. S. (1999): Análise sensorial sob o enfoque da decisão fuzzy. Ver Nutr, Campinas, 12 (2): 145-157.
- Lima, U. A.; Basso, L. C.; Amorim, H. V. (2001): In: Lima, U. A. (Coord.). Biotecnologia Industrial: *Processos Fermentativos e Enzimáticos*. São Paulo: Edgard Blucher, v.2 p.1-43.

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

- Leroy, F. and De Vuyst, L. (2004): Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry. *Trends in Food Science and Technology*, 15: 67-78.
- Mattos, P. L. P. ; Gomes, J de.C. (2002): O cultivo da mandioca. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 122.
- McDowell I and Onduro, K. A. (1983): Investigation of β -carotene in yellow varieties of cassava (*Manihot esculenta*). *J. Plant Foods*, 5: 169-171.
- McMahon, J. M.; White, W. L. B.; and Sayre, R. T. (1995): Review Article. *Journal of Experimental Botany*, 46: 731-741.
- Meilgaard, M.C.; Civille, G.; Carr, T. (2004): *Sensory Evaluation Techniques*. New York: Boca Raton, 3ed, p. 387.
- Meraz, M. K; Shiria, P. L and S. Revah. (1992): Studies on bacterial acidification process of cassava (*Manihot Esculenta*). *Journal of Science of Food and Agriculture*, 60: 457-463.
- Midio, A.F. e Martins, D.I. (2000): *Toxicologia de alimentos*. São Paulo: Varela.
- Mlingi, N .L. V.; Bainbridge, Z. (1994): Reduction of cyanogens levels during sun drying of cassava in Tanzania. *Acta Hort.* 375: 233-239
- Monteiro, C. L. B. (1984): *Técnicas de Avaliação Sensorial*. 2. Ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, CEPPA, p.101.
- Montet. D.; Liseau, G.; Zakhia-Rozis, N. (2006): Microbial technology of fermented vegetable, In: Ray RC, Ward O P (Eds) *Microbial Biotechnology in horticulture* (vol 1) Science publishers Inc.; enfield, NH, PP 309-343.
- Moraes, M. A. C. (1988): *Métodos para avaliação sensorial dos alimentos*. 6. ed. Campinas: Editora da Unicamp, p. 93.
- Morthy, S. N.; Mathew, G. (1998): Cassava fermentation and associated changes in physicochemical and functional properties. *Critical Reviews in Food Sciences and Nutrition*, V. 38, n. 2, p.73-121.

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

- Nambisan, B. (2011): Strategies for elimination of cyanogens from cassava for reducing toxicity and improving food safety. *Food Chem. Toxicol.* 49: 690-693.
- Nambisan, B. and Sundaresan, S. (1994): Distribution of linamarin and its metabolising enzymes in cassava tissues. *J. Sci. Food Agric.* 66: 503-507.
- Nambisan, B. and Sundaresan, S. (1985): Effect of processing on the cyanoglycoside content of cassava. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 36: 1197-1203.
- Nweke, F. I.; Spencer, D. S. C. and Lynam, J. K. (2002): The cassava transformation: Africa's best-kept secret. Michigan University Press, USA.
- Oliveira, M. A.(2005): Conservação Pós –Colheita de mandioca de mesa. Embrapa- Paraná, p. 118.
- Oliveira, M.N.; Damin, M.R. (2003): Efeito do teor de sólidos e da concentração de sacarose na acidificação, firmeza e viabilidade de bactérias do iogurte e probióticas em leite fermentado. *Cienc. Tecnol. Aliment.*, v. 23, p.172-176.
- Olsen, K. M.; Schaal, B. A. (2001): Microsatellite variation in cassava (*Manihot esculenta*, Euphorbiaceae) and its wild relatives: further evidence for a Southern Amazonian origin of domestication. *American Journal of Botany*, Madison, V. 88, nr 1, p. 131-142.
- Oyewole, O. B.; Odunfa, S. A. (1990): Characterization and distribution of lactic acid bacteria in cassava fermentation during *fufu* production. *Journal of applied bacteriology*, v.68. p.145-152.
- Padmaja, G. (1995): Cyanide detoxification in cassava for food and feed uses. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 35: 299-339.
- Panda, S. H.; Parmanik, M.; Ray, R. C. (2007): Lactic acid fermentation of sweet potato (*Ipomoea batatas L.*) into pickles. *Journal of Food Processing and Preservation*, 31: 83-101.
- Penna, E. W. (1999): Desarrollo de alimentos para regimens especiales. In: Morales, R. H.; Tudesca, M. V. Optimizacion de formulaciones. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

- Radostits, O. M.; Gay, C. C.; Blood, D. C.; Hinchcliff, K. W. (2000): Clínica Veterinária: Um tratado de doenças de bovinos, ovinos, caprinos, suínos e eqüídeos. 9º edição. p. 1631-1636.
- Ray, B. (2001): Fundamental Food Microbiology. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
- Rodas, M.A.B.; Rodrigues, R. M. M. S.; Sakuma, H.; Tavares, L. Z.; Sgarbi, C. R.; Lopes, W.C. (2001): Caracterização físico-química, histológica e viabilidade de bactérias lácticas em iogurtes com polpa de frutas. *Cienc. Tecnol. Aliment.*, v. 21, p. 304-309.
- Rolim, P.M.; Salgado, S.M.; Padilha, V.M.; Livera, A.V.S.; Guerra, N.B.; Andrade, S.A.C. (2010): Análise de componentes principais de pães de forma formulados com farinha de yacon (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp.) H. Rob.). *Revista Ceres*, Viçosa, v. 57, n.1, p.12-17.
- Rosling, H. (1986): Cassava, cyanides and epidemic spastic paraparesis, a study in Mozambique on dietary cyanide exposure. Uppsala University.
- Rosling, H. (1988): Cassava toxicity and food security – A review of health effects of cyanide exposure from cassava and of ways to prevent such effects. Uppsala, International Child Health Unit, Uppsala University.
- Sánchez, C.; Fisher, H.; Vasconcelos, C.; Mason, M. (2010): A mandioca –Uma Cultura de Muita Energia, de Boa Nutrição e até Rendimento. USAID.
- Sandoval, E. R.; Quintero, A .F.; Cuvelier, G.; Relkin, P.; Pe´rez, L. B. (2008): Starch retrogradation in cassava flour from cooked parenchyma. *Starch/ Stärke*. 60: 174-180.
- Sanni, L. O.; Adebawale, W.; Awoyale and Fetuga, G. O. (2008): Quality of gary (roasted cassava mash) in Lagos State, Nigeria. *Nigerian Food j.*, 26 (1): 125-134.
- Silva, R. M. (2000): Sistema Reprodutivo, Fluxo génico e paternidade em roça de etnovariedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). 131. Tese. (Doutorado em Genética). Escola Superior de Agricultura “Luís de Queirós” Piracicaba. Brasil.

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

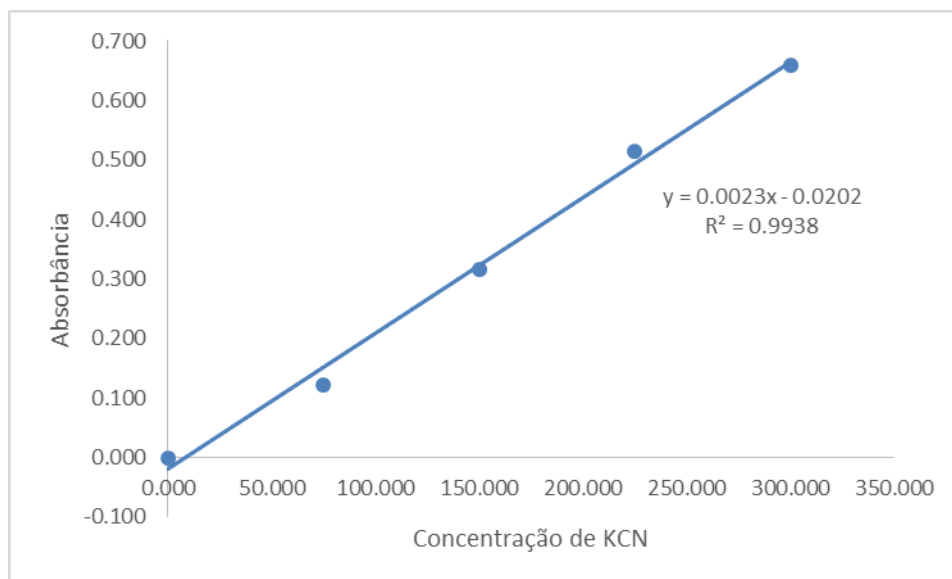
- Silva, F. C. G.; Dalaqua, S.; Azevedo, E. C.; Campos, G. M.; Raghianti, F.; e Martins, O.A. (2016): Perfil do ácido láctico no prazo de validade de iogurte natural integral. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v.10, n.4. p. 595-603.
- Souza, R. G. (2017): Mandioca: raiz, farinha e fécula. Conjuntura mensal. Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, p. 9.
- Steinkraus, K. H. (1995): Classification of Household Fermentation Techniques. Background Paper for WHO/FAO Workshop on Assessment of Fermentation as Household Technology for Improving Food Safety. Dec. 11-15. Dept. of Health. Pretoria, South Africa.
- Teixeira, E.; Meinert, E. M.; Barbeta, P.A. (1987): Análise sensorial de alimentos. Florianópolis: Ed. Da UFSC, p.180.
- Texeira, L. V. (2009): Análise sensorial na indústria de alimentos. *Ver. Inst, Latic.* “Cândido Torres”. Jan/Fev. nº 366, 64: 12-21.
- Teles, F. F. F. (1995): Toxicidade crônica da mandioca na África e América Latina. *Revista Brasileira de mandioca* 1, CNPMF, Bahia, Brasil, p. 107-116.
- Ternes, M. (2002): Fisiologia da planta. In: Cereda, M. P. (Coord.). *Agricultura: tuberosas amiláceas latinoamericanas*. São Paulo: Fundação Cargill, p. 448-504.
- Tivana. L.D. (2012): *Cassava Processing: Safety and Protein Fortification*. Doctoral Thesis.
- Tokarnia, C. H. (2012): Plantas tóxicas do Brasil para animais de produção. Editora Helianthus, Rio de Janeiro, 2º. ed. p. 443-459.
- Torija, M. J. (2002): *Eccologia de Leveduras. Selección y adaptación a fermentaciones vínicas*. Tese de Doutoramento em Bioquímica, Universitat Rivira i Virgili. Tarragona, Espanha. p.260,
- Tylleskar, T. (1994): The causation of konzo. *Acta Universitatis Upsalensis*, Uppsala: University Press, p. 108.

Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

- Ukpabi, U. J. and Ndimele, C. (1990): Evaluation of the quality of gari produced in imo state. *Nigeria Food J*, 8: 105-110.
- Valsechi, O. A. (2006): Microbiologia de alimentos. Universidade Federal de São Carlos – Centro de Ciências Agrárias. Araras SP, p. 3-14.
- Vazques, E.; Buzaleh, A.; Wider, E. and Batlle, A. (1987): Red blood cell rhodanese: its possible role in modulating aminolaevulinate synthetase activity in mammals. *International Journal of Biochemistry*, 19: 217-219.
- Westby, A. (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.
- Westley, N. S. (1981): Cyanide and sulfane sulphur. In Vennesland, B.; Conn, E. E.; Knowles, C. J.; Westley, J. and Wissing, F. (Eds), *Cyanide in Biology*. London, Press, p. 61-76.
- White, W. L. B.; McMahon, J. M. and Sayre, R. T. (1994): Regulation of cyanogenesis in cassava. In Bokanga, M.; Essers, A. J. A.; Poulter, N.; Rosling, H. and Tewe, O. (1994). *Proceedings of the international workshop on cassava safety, March 1-4, Ibadan, Nigeria, Acta Horticulturae*, 375: 69-77.
- Zacarias-Silva, A. M.; Cuambe, C. E.; Mutaca, A. G. (2010): Manual de Referência para a Produção de Mandioca em Moçambique. Série Agricultura CTT/SA/N° 1.

8. ANEXOS

Curva padrão



Avaliação da influência do pH e teor de açúcar na aceitabilidade e no teor de cianetos da farinha fermentada e torrada de mandioca “Rale”

Ficha de aceitabilidade

Idade:____ Sexo: ()F ()M Data:_____

Por favor, avalie as amostras utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto. Marque a posição da escala que melhor reflita o seu julgamento.

Código da amostra_____

Aparência	Aroma (cheiro)	Textura	Sabor

Código da amostra_____

Aparência	Aroma (cheiro)	Textura	Sabor

Código da amostra_____

Aparência	Aroma (cheiro)	Textura	Sabor

Código da amostra _____

Aparência	Aroma (cheiro)	Textura	Sabor

Código da amostra_____

Aparência	Aroma (cheiro)	Textura	Sabor

Escala

1- Desgostei muitíssimo

5- Nem gostei / nem desgoste

2- Desgostei muito

6- Gostei ligeiramente

3- Desgostei moderadamente

7-Gostei moderadamente

4- Desgostei ligeiramente

8-Gostei muito

9-Gostei muitíssimo

