



**FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA**

RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

TEMA

**DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO AÇÚCAR
NACIONAL E SUL-AFRICANO**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL REALIZADO NO
LABORATÓRIO NACIONAL DE HIGIENE DE ÁGUAS E ALIMENTOS
(LNHAA), DEPARTAMENTO DE QUÍMICA DE ALIMENTOS**

Autor:

Filimone David Moiongaugare

SUPERVISOR:

Prof. Dr. Eng^o. José da Cruz
Francisco

Co-supervisora

Eng^a. Asmina Sulemane

Maputo, Março de 2022

**FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA**

RELATORIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL

TEMA

**DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DO AÇÚCAR
NACIONAL E SUL-AFRICANO**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO PROFISSIONAL REALIZADO NO
LABORATÓRIO NACIONAL DE HIGIENE DE ÁGUAS E ALIMENTOS
(LNHAA), DEPARTAMENTO DE QUÍMICA DE ALIMENTOS**

Autor:

Filimone David Moiongaugare

SUPERVISORES:

Prof. Dr. Eng^o. José da Cruz
Francisco

Co-supervisora

Eng^a. Asmina Sulemane

Maputo, Março de 2022

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUIMICA

TERMO DE ENTREGA DE RELATÓRIO DO ESTÁGIO PROFISSIONAL

Declaro que o estudante _____
entregou no dia ____ / ____ / 20____ as cópias do relatório do seu Trabalho de
Licenciatura com a referência: _____
intitulado: _____

Maputo, ____ de _____ de 20____

O Chefe de Secretaria

DEDICATÓRIA

Dedico a tese a meu tio Pereira Maharage que tanto fez e faz por mim e desde já endereço os meus profundos agradecimentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela protecção dada durante o percurso de vida, a minha avó Guilhermina Lucas pelos ensinamentos e pela luta incansável que teve durante o meu período pré-escolar, aos meus pais David Moiongaugare e Aineta Gonçalves pela vida, aos meus tios Pereira Maharage e Adelino Muchanga pela força e suporte que tem dado até aos dias de hoje e a minha mulher Tânia Chauque por sempre acreditar em mim.

No âmbito académico endereço minha profunda gratidão ao Prof. Dr. Eng.º José da Cruz Francisco e Eng^a. Asmina Sulemane pela paciência e auxílio dado durante a realização do trabalho final do curso.

A todos docentes da Faculdade de Engenharia Departamento de Engenharia Química pelo aprendizado durante o percurso de formação.

Aos colegas que deram força e ânimo para prosseguir com os meus estudos em busca de conhecimentos, nomeadamente: Augusto Gabriel, Benildo Feijão, Salomão Vutane, Lopes Júlio, Eduardo Abulante.

A todos cujos nomes não foram mencionados, que directas ou indirectamente contribuíram para a minha formação e concretização do presente trabalho, vão igualmente os meus sinceros agradecimentos.

Resumo

O presente relatório foi realizado no Laboratório Nacional de Higiene de Águas e Alimentos, no departamento de Química, o mesmo durou 11 meses e teve duas fases distintas que são: aprendizagem das técnicas usadas no laboratório na determinação de parâmetros físico-químico e nutricional e a realização do trabalho. Tendo em conta que o estágio profissional é o primeiro contacto com a realidade técnica e instrumental que deve ser reconciliada com a teoria obtida durante o processo de aprendizagem.

A elaboração do trabalho consistiu em pesquisas bibliográficas, aprendizagem prática, realização de experiências, discussão dos resultados e finalmente as conclusões. A pesquisa consistiu em recolha de informação em livros, artigos e internet relacionado ao tema, a fase de aprendizagem corresponde ao período em que se aprendeu a fazer as análises/ensaios de qualidade nos diversos alimentos e por fim a fase de realização do trabalho que consistiu na aplicação dos conhecimentos adquiridos anteriormente.

O açúcar é consumido todos os dias no nosso país e no mundo, porém, o uso inadequado tem efeitos negativos ao organismo humano. Moçambique apesar de produzir açúcar ainda não é suficiente para suprir a demanda por esse motivo ainda importamos, principalmente o açúcar Sul-africano, sendo o mais consumido em relação ao açúcar nacional, facto que motivou a realização do presente trabalho em análise físico-química e nutricional deste alimento de modo a comparar os parâmetros nas análises feitas nas amostras nacionais e Sul-africanas segundo as normas vigentes em Moçambique. Para tal foram analisados os seguintes parâmetros de acordo com os vários métodos usados no LNHA, grau brix, cinzas, humidade, polarização, vitamina A, cor.

De acordo com os resultados obtidos conclui-se que as amostras nacionais e Sul-africanas são adequadas para o consumo humano visto que os parâmetros analisados estão dentro do intervalo exigido pela INNOQ.

Palavras-chave: Açúcar, Qualidade, Alimento.

índice

| | |
|--|------|
| DEDICATÓRIA | i |
| AGRADECIMENTOS..... | ii |
| Resumo..... | iii |
| Palavras-chave: Açúcar, Qualidade, Alimento..... | iii |
| LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS..... | vi |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | vii |
| INDICE DE TABELAS | viii |
| 1. Introdução..... | 1 |
| 1.1. Objectivos | 2 |
| 1.1.1. Objectivo geral | 2 |
| 1.1.2. Objectivos específicos | 2 |
| 1.2. Justificativa | 3 |
| 1.3. Metodologia | 4 |
| 2. Actividades desenvolvidas no LNHA | 4 |
| 2.1. Análises realizadas | 4 |
| 2.1.1. Microbiologia | 4 |
| 2.1.2. Química | 4 |
| 2.1.3. Toxicologia | 5 |
| 2.1.4. Entomologia..... | 5 |
| 2.1.5. O departamento de Águas..... | 5 |
| 2.1.6. Departamento de Qualidade..... | 6 |
| 3. Revisão bibliográfica..... | 7 |
| 3.1. Histórico de cana-de-açúcar..... | 7 |
| 3.2. Composição da cana-de-açúcar | 7 |
| 3.3. Produção de açúcar no mundo | 7 |
| 3.3.1. Produção de açúcar em Moçambique..... | 8 |
| 3.4. Processo de produção de açúcar | 9 |
| 3.5. Açúcar (sacarose) | 10 |
| 3.5.1. Característica do açúcar..... | 11 |
| 3.5.2. Qualidade do açúcar | 12 |
| 3.5.2.1. Características físico-químicas | 12 |
| 4. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS | 15 |
| 4.1. Parâmetros físico-químico a determinar..... | 15 |
| 4.2. Determinação das cinzas | 15 |
| 4.3. Determinação da humidade..... | 16 |

| | | |
|--------|----------------------------------|-------|
| 4.4. | Determinação da polarização..... | 17 |
| 4.4.1. | Açúcar castanho | 17 |
| 4.4.2. | Açúcar branco..... | 18 |
| 4.5. | Determinação da cor..... | 19 |
| 4.6. | Determinação da vitamina A..... | 21 |
| 4.7. | Determinação de grau Brix..... | 21 |
| 5. | Resultados e Discussão | 22 |
| 5.1. | Humidade..... | 22 |
| 5.2. | Vitamina A | 23 |
| 5.3. | Cinzas..... | 23 |
| 5.4. | Polarização | 23 |
| 5.5. | Cor | 23 |
| 5.6. | Brix..... | 23 |
| 6. | Conclusões | 25 |
| 7. | Recomendações | 26 |
| 8. | Referências bibliográficas | 27 |
| 9. | ANEXOS | - 1 - |

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AX-Açucareira de Xinavane

BPF- Boas Práticas de Fabricação

cm – Centímetro;

Fd – factor de diluição

INNOQ - Instituto Nacional de Normalização de Qualidade

Km – Quilómetro;

LNHAA - Laboratório Nacional de Higiene de Águas e Alimentos;

ml – Mililitro;

NM- normas Moçambicanas

nm – Nanómetro;

Pa-peso da amostra

PCV – Peso do Cadinho Vazio;

PCAH – Peso do Cadinho com Amostra Húmida;

PCAS – Peso do Cadinho com Amostra Seca;

PCA – Peso do Cadinho com Amostra;

PCC – Peso do Cadinho com Cinzas;

V.I – Valor lido

INDICE DE TABELAS

| | |
|---|---------|
| Tabela 1: composição da cana-de-açúcar | 7 |
| Tabela 2: Variação dos parâmetros físico-químicos..... | 14 |
| Tabela 3: Resultados dos parâmetros analisados | 22 |
| Tabela 4: Produção do açúcar no mundo | A2- 1 - |
| Tabela 5: Resultados experimentais da vitamina A..... | A2- 1 - |
| Tabela 6: Resultados experimentais da humidade..... | A2- 1 - |
| Tabela 7: Resultados experimentais da cor..... | A2- 1 - |
| Tabela 8: Resultados experimentais de cinzas | A2- 1 - |
| Tabela 9: Resultados experimentais de polarização | A2- 1 - |

1. Introdução

Nos últimos anos, o crescente aumento da oferta dos produtos alimentícios tem levado a um nível de exigência cada vez maior por parte dos consumidores (ISO,9001). Em virtude da imensa variedade de marcas, tipos e preços a qualidade deixou de ser um diferencial competitivo, transformando-se em uma necessidade para quem quer se manter no mercado (Bertolino,2010).

Nesse sentido a qualidade deixou de ser responsabilidade de um departamento específico. A busca por ela deve ser um compromisso de todos dentro da empresa.

Quando se fala em alimentos de qualidade, no mínimo dois aspectos devem ser considerados (Bertolino,2010). Os atributos do produto que atraem o consumidor a comprarem, como, por exemplo, as características sensoriais (qualidade percebida) e os atributos que o consumidor considera como pré-requisitos, como, por exemplo, a ausência de perigos a sua saúde (qualidade intrínseca).

O LNHA é creditado na determinação de vários parâmetros e é de referência na prestação de serviços analíticos pela rapidez e confiabilidade de seus resultados e satisfação dos seus clientes. É reconhecido pelo Instituto Português de Creditação.

O laboratório está dividido em três departamentos nomeadamente Alimentos, Águas e Qualidade.

O departamento de Alimentos está habilitado a fazer o controlo químico e microbiológico dos alimentos. Este departamento dispõe dos laboratórios de Microbiologia, Química, Entomologia, Toxicologia e instrumentação (GC, HPLC e Espectrofotómetro UV/Vis). Havendo necessidade de limitar a diversidade na qualidade de produtos alimentares, visando garantir a protecção dos consumidores e desejando normalizar o processo de fortificação de alimentos, foi elaborada a Norma Moçambicana (NM) baseada na norma Codex Stan 155 – 1985 do Codex Alimentarius.

Ao longo deste relatório falar-se-á dos parâmetros físico-químicos do açúcar nacional e sul-africano que consistiram em análises laboratoriais de modo a

caracteriza-lo quanto ao teor de humidade, cinzas, polarização, cor, grau brix, vitamina A e a posterior análise dos dados obtidos em relação as normas nacionais

1.1. Objectivos

1.1.1. Objectivo geral

Desenvolver habilidades técnicas em análise físico-químico de açúcar, ter o primeiro contacto com a prática profissional e desenvolver atitudes positivas no exercício de actividades práticas de engenharia, conciliando os conhecimentos teóricos com a prática através do contacto directo com a realidade.

1.1.2. Objectivos específicos

- Avaliar os parâmetros físico-químicos do açúcar Nacional e Sul-africano;
- Dominar o funcionamento dos equipamentos usados no LNHA na análise dos parâmetros de qualidade nos alimentos;
- Caracterizar físico e quimicamente o açúcar Nacional e Sul-africano
- Comparar os resultados obtidos com a NM.

1.2. Justificativa

A qualidade nos produtos é imprescindível para a boa saúde dos consumidores. Neste âmbito o LNHAH procura impulsionar as empresas nacionais a zelar pela qualidade dos seus produtos, para o bem-estar dos seus consumidores. A produção de alimentos seguros exige a implantação de um sistema de controlo que abrange desde as actividades do campo até a disponibilização dos produtos ao consumo final, cuja conscientização, em evolução, torna-se fundamental na definição da aceitação destes produtos. Não é mais suficiente um alimento apresentar-se gostoso, com boa textura, aparência, odor ou acondicionado em uma embalagem atractiva. É necessário, também, apresentar-se seguro para quem o consome, pois uma falha pode causar a contaminação destes produtos, além do efeito negativo à saúde humana, pode destruir uma organização industrial, excluindo-a do mercado. Portanto o LNHAH, supervisiona os alimentos confeccionados nos hotéis, restaurantes, mercados bem como nas empresas, recolhendo amostras destes produtos para análises posteriores de modo a aferir o nível de qualidade destes para o consumo. O presente trabalho visa desenvolver habilidades técnicas em ensaios/análises físico-químico de alimentos, conhecer as diversas técnicas usadas no LNHAH, para análise de parâmetros de qualidade nos alimentos assim como ter o primeiro contacto com a prática profissional e desenvolver atitudes positivas no exercício de actividades práticas de engenharia, conciliando os conhecimentos teóricos com a prática através do contacto directo com a realidade.

1.3. Metodologia

Para a realização deste trabalho seguir-se-ão as seguintes etapas:

- Pesquisa bibliográfica, buscando dados em livros, teses, artigos sobre a determinação de parâmetros qualitativos dos alimentos;
- Levantamento do material para a execução dos testes de qualidade nos alimentos;
- Familiarização com os procedimentos experimentais para a avaliação dos parâmetros de qualidade, após seguiu-se a realização da parte experimental no LNHAA;
- A composição do relatório foi com base no Tratamento e análise dos dados, discussão, conclusões e recomendações.

2. Actividades desenvolvidas no LNHAA

O laboratório Nacional de Higiene de Águas e Alimentos, é uma instituição subordinada ao Ministério da Saúde, ele tem-se ocupado pela garantia de qualidade e supervisão dos alimentos fornecidos aos consumidores pelas empresas.

O departamento de Alimentos está habilitado a fazer o controlo químico e microbiológico dos alimentos. Este departamento dispõe dos laboratórios de Microbiologia, Química, Entomologia, Toxicologia.

2.1. Análises realizadas

2.1.1. Microbiologia

No laboratório de microbiologia faz-se o estudo de microorganismos, contagem total de bactérias, Coliformes totais e fecais, Bolores e leveduras.

2.1.2. Química

No laboratório de química fazem-se ensaios/análises para a determinação da composição química dos vários tipos de alimentos:

| | |
|--------------|-----------------|
| Humidade; | Cinzas; |
| Azoto total; | Gordura; |
| Açúcares; | Extracto seco; |
| Cloretos; | Grau alcoólico; |

Metanol; Amido;
Celulose; Acidez;
Proteína; Polarização.
Elementos minerais; Aditivos alimentares;

2.1.3. Toxicologia

Neste laboratório de Toxicologia, faz-se o estudo de toxinas que podem existir nos alimentos e a determinação qualitativa/quantitativa de:

Aflatoxinas;

Resíduos de pesticidas;

Tóxicos alimentar;

Tóxicos naturais;

Tóxicos químicos.

2.1.4. Entomologia

Neste laboratório de Entomologia, estudam-se os insectos sob todos os seus aspectos, que afectam as culturas e faz o controlo de Qualidade de Cereais e seus derivados.

2.1.5. O departamento de Águas

Neste laboratório de águas, fazem-se análises físico-químicas de águas e o controlo químico e microbiológico de diferentes tipos de águas:

Água tratada (rede);

Águas engarrafadas;

Água não tratada (furos e poços);

Águas de piscinas;

Água dos rios e do mar;

Águas residuais, industriais e domésticas;

Outras.

2.1.6. Departamento de Qualidade

No laboratório de Qualidade, faz-se a gerência do sistema da qualidade dos serviços prestados em todos departamentos da instituição, contribuindo para a melhoria contínua dos serviços prestados ao cliente.

3. Revisão bibliográfica

3.1. Histórico de cana-de-açúcar

Utiliza-se a cana-de-açúcar desde 8000a.c na Melanésia e no sul da Ásia. A princípio a planta era consumida apenas através da mastigação do caule, posteriormente a população começaram a espremer e a beber o caldo, posteriormente passou a ser utilizada como melaço na Índia, iniciando-se gradualmente o processo de descobrimento de produção de sacarose cristalizada (Poel, 1998).

3.2. Composição da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar pertence à família das gramíneas. Tem um caule semelhante ao do bambu e atinge uma altura de 2,5 a 4,5m. Contêm cerca de 11 a 15% de sacarose, em peso. O período de crescimento é de aproximadamente 1 ano. O percentual dos principais componentes da cana-de-açúcar varia em função das condições climáticas, da variedade da cana, com a natureza e as condições do solo, com a classe de fertilizantes, com a idade da cana (estado de maturação).

A tabela 1 contém a composição da cana da cana-de-açúcar.

Tabela 1: composição da cana-de-açúcar

| Componentes | % |
|-------------|------|
| Água | 74,5 |
| Cinzas | 0,5 |
| Fibra | 10 |
| Sacarose | 12,5 |
| Minerais | 2,5 |

Fonte: <http://www.ucb.ucb.br/quimica/.../bebida/materia.htm>

3.3. Produção de açúcar no mundo

Actualmente o cultivo de cana-de-açúcar é um dos principais atractivos no mundo industrial e contribui directamente no desenvolvimento do mundo.

O desenvolvimento da tecnologia veio dar um impulso significativo no cultivo, visto que, além do açúcar e etanol obtêm-se vários itens como a querosene de aviação, óleo diesel, plásticos, remédios, ração animal, energia eléctrica etc (Canevazzi, 2016).

O Brasil é o maior produtor de açúcar no mundo, com cerca de 40% da produção global. Factores climáticos, e disponibilidade hídrica, influenciam na produção. Países como Índia, China, EUA, União Europeia, Tailândia também fazem parte de grandes produtores de açúcar no mundo. Na figura 1 constam países com maior produção no mundo nos anos 2017 a 2021.

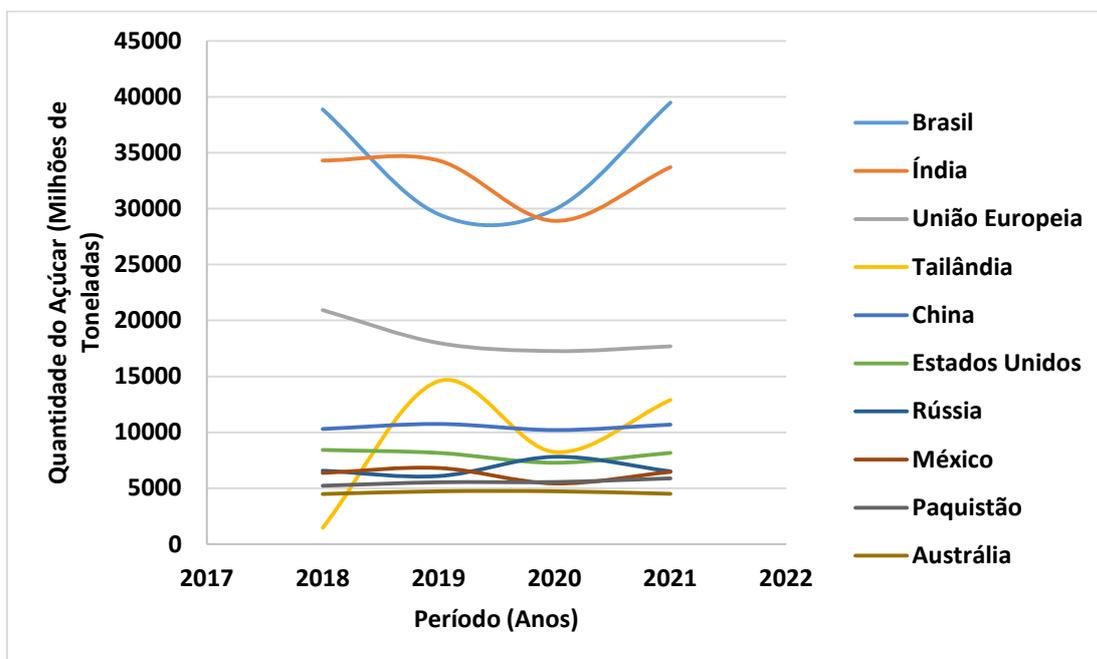


Figura 1: Principais países produtores de açúcar (Adaptado de Vidal, 2020)

3.3.1. Produção de açúcar em Moçambique

Em Moçambique o cultivo da cana-de-açúcar foi introduzido no final do século XV com a chegada dos portugueses liderados por Vasco da Gama, que trouxeram a cana-de-açúcar do sudeste asiático. Porém, a produção para fins comerciais teve seu início em 1908 com o estabelecimento das propriedades de cana no Rio Zambeze e no vale do Búzi, na região central do país. Em 1914 foram estabelecidos campos de plantação em Xinavane, nas margens do Rio Incomáti. Seis anos depois, surgiam os plantios de Marromeu e de Luabo (região centro), e mais recentemente os plantios de Maragra (sul) e Mafambisse (centro) que tiveram sua implantação no final da década de 1960 (Jelsma; etal, 2010).

Actualmente quatro empresas açucareiras nacionais operam no país, Mafambisse, Marromeu, Maragra e Xinavane (AX). Todas são agro-indústrias por combinarem actividades agrícola (produção de cana-de-açúcar) e industrial

(processamento da cana e produção do açúcar). A Açucareira de Xinavane (AX) é a maior do país. Com a preocupação do desenvolvimento da indústria açucareira, o país consentiu a entrada da TongaatHulett, uma empresa sul-africana que produz diversos produtos derivados da cana-de-açúcar. Depois de várias negociações iniciadas em 1995, a TongaatHulett adquiriu uma participação de 49% na Açucareira de Xinavane. A partir de 2000, ela iniciou programas de reabilitação e modernização da empresa, razões da sua ascensão à administração, depois de passar para 88% de participação em 2008, deixando o governo moçambicano como accionista minoritário com os remanescentes 12% (O’Laughlin;atal, 2010).

3.4. Processo de produção de açúcar

Primeiro a cana é lavada para remover a terra através de chuveiros verticais, de seguida é esmagada em moendas para a remoção do caldo. O processo de extracção do caldo aumenta percentualmente com o número de cilindros ou rolos pelos quais passam a cana e o bagaço. Os cilindros são providos de ranhuras ou frisos, que tem a finalidade de aumentar a superfície útil de contacto com o bagaço. Para aumentar o rendimento industrial, é adicionada água no bagaço, por meio de pulverizadores. Após a extracção do caldo é peneirado e em seguida tratado com agentes químicos para coagular parte da matéria coloidal (ceras, graxas, proteínas, gomas, pectinas, corantes), precipitar certas impurezas (silicatos, sulfatos, ácidos orgânicos, Ca, Mg, K, Na). O caldo tratado é submetido aos evaporadores de modo a reduzir a concentração de água no caldo de 80% para 40%, resultando na formação de um xarope grosso e amarelado. O xarope resultante dos evaporadores passa, então aos cozedores, comumente chamados de vácuos, formando os cristais de açúcar que após crescerem em tamanho e aumentado o volume da massa cozida é descarregado nos cristalizadores, onde se completa a cristalização do açúcar (Castro 2013).

Uma vez completada a cristalização, a massa cozida é então centrifugada, para separar os cristais de açúcar do mel que os envolve. Os cristais obtidos são de açúcar de cor escura amarelada, de boa qualidade e o xarope obtido é

reciclado para os cristalizadores. A figura 2 mostra em resumo o processo de produção do açúcar

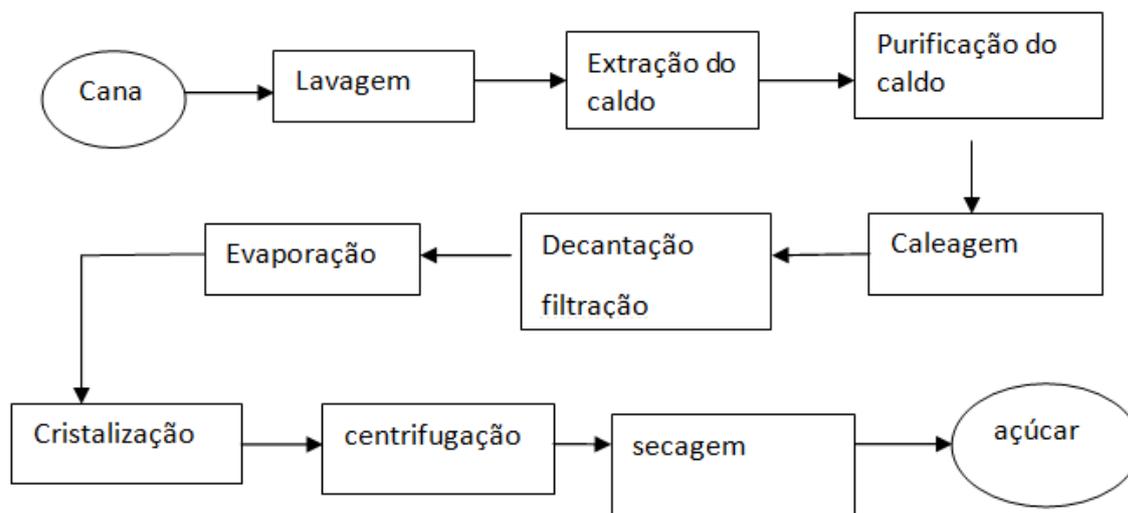


Figura 2: Fluxograma de produção de açúcar (adaptado, Castro 2010)

3.5. Açúcar (sacarose)

A sacarose conhecida geralmente como açúcar, é um sólido cristalino à temperatura ambiente, que se dissolve em água e possui sabor doce. A sacarose é encontrada em diversas plantas, principalmente na beterraba e na cana-de-açúcar.

A fórmula química da sacarose é $C_{12}H_{22}O_{11}$ e é formada através da condensação da glicose e da frutose. A condensação é a união desses compostos com a perda de uma molécula de água. Visto que existem isómeros da glicose e da frutose (formas α e β), também se obtém isómeros da sacarose.

A sacarose é classificada como um carboidrato dissacarídeo, composto por glicose e frutose. Estas pertencem ao grupo dos monossacáridos, pois não sofrem hidrólise (quebra de moléculas através da adição de água).

A sacarose reage com água formando duas moléculas, a glicose e frutose.



3.5.1. Característica do açúcar

O açúcar é encontrado de diferentes formas. Cada uma com característica diferente da outra que faz com que seja utilizado para diferentes finalidades.

Açúcar bruto: sacarose parcialmente purificada, tem um teor de melaço mais acentuado em relação a açúcar comum o que lhe confere um sabor rico e complexo, é usado frequentemente para coberturas de bolos e sobremesas. No entanto, alguns cuidados devem ser tomado em consideração no uso devido ao elevado teor de humidade.

Açúcar castanho: obtido pela purificação parcial do açúcar bruto, ou spraying do açúcar refinado com xarope do açúcar bruto ou melaço seguido de secagem subsequente, é destinado ao consumo humano com polarização entre 98,5 e 99,5 e humidade inferior a 0,15%, a cor segundo unidades de ICUMSA deve ser inferior a 2000, a matéria insolúvel em água não deve ser superior a 200mg/Kg.

Açúcar branco: sacarose purificada e cristalizada e com uma polarização não inferior a 99.7 °S, a cor segundo unidades de ICUMSA devem ser inferiores a 60.

Açúcar castanho maciço: sacarose húmido purificada de grãos finos de cor castanho ligeiro e escuro, com conteúdo de sacarose e mais açúcar invertido não inferior a 88.0%*m/m*, a cor segundo unidades de ICUMSA deve ser inferior a 1500.

Açúcar branco maciço: açúcar húmido de grãos finos, de cor branco com conteúdo de sacarose não inferior a 99,5°S, a cor segundo unidades de ICUMSA deve ser inferior a 60.

Açúcar em pó (de cobertura): açúcar branco finamente pulverizado com ou sem agentes antiaglutinantes, a cor segundo unidades de ICUMSA deve ser inferior a 60.

Açúcar fortificado: açúcar direccionado ao consumo humano que tenha sido adicionado vitaminas e/ou minerais de acordo com as normas legisladas pela INNQ (NM, 2015).

São muitos os tipos de açúcares disponíveis e todos esses podem ser feitos em uma mesma linha de produção, retirando o produto desejável em diferentes estágios. Mas a regra é simples: quanto mais escuro, maior o nível nutricional do açúcar.

3.5.2. Qualidade do açúcar

Como qualquer produto alimentício, a qualidade do açúcar é regida por legislações específicas, as quais abordam características físico-químicas, microbiológicas, microscópicas e sensoriais.

Para garantir uma boa qualidade de açúcar, sendo esse um alimento que deve ser produzido, embalado e armazenada de forma adequada para manter as suas características básicas, é importante manter o controle da cadeia produtiva de forma a garantir segurança do alimento para o consumidor final.

As boas práticas de fabricação (BPF) englobam um conjunto de medidas que devem ser adoptadas pelas indústrias alimentares de modo a garantir a qualidade sanitária e garantir que os produtos alimentícios sejam elaborados respeitando os regulamentos técnicos exigidos. INNOQ é responsável pela certificação dos parâmetros físicos-químicos e nutricionais do açúcar em Moçambique.

3.5.2.1. Características físico-químicas

As características físico-químicas do açúcar se relacionam principalmente aos teores de sacarose ou polarização (pol), cinzas, índice de cor (ICUMSA), teor de dióxido de enxofre, teor de humidade e teor de ferro.

3.5.2.1.1. Teor de sacarose (polarização)

Na análise deste parâmetro, é verificada a pureza do produto, que está relacionada à sua capacidade de adoçar. Menor teor de sacarose indica a presença de açúcares redutores (glicose e frutose), amido e cinzas. A especificação varia de 98,5 a 99,8% dependendo do tipo de açúcar sólido.

3.5.2.1.2. Teor de cinzas

O ensaio de resíduo mineral fixo ou teor de cinzas, como também é conhecido, verifica o teor de impurezas (terra, areia, etc.) existentes na composição do produto que, geralmente são provenientes da colheita da cana-de-açúcar. A não conformidade neste ensaio, no caso de serem encontrados valores acima do limite da legislação, pode representar alteração das características sensoriais do produto, conferindo-lhe uma coloração mais escura e aspecto arenoso. A especificação varia de 0,04 a 0,2%.

3.5.2.1.3. Índice de cor (ICUMSA)

Esta análise verifica se a coloração do produto está de acordo com a classificação utilizada pelo fabricante no rótulo do produto. O termo ICUMSA refere-se à Comissão Internacional para Métodos Uniformes de Análise de Açúcar. Quanto mais baixo esse índice, mais claro, ou mais branco, é o açúcar. À medida que esse índice aumenta, o açúcar vai adquirindo uma coloração mais escura.

A coloração do açúcar está directamente relacionada: ao número de partículas carbonizadas presentes, o que representa falha na higienização do equipamento que entra em contacto com o produto, uma vez que tais partículas são arrastadas durante o processo de fabricação; e ao tamanho dessas partículas, ou seja, quanto menores as partículas, mais branco é o açúcar e vice-versa. Um açúcar de cor mais escura na produção de alimentos pode alterar além da cor, o sabor e o aroma dos produtos. A especificação varia de inferior a 45 a inferior a 120.

3.5.2.1.4. Teor de humidade

O ensaio de teor de humidade verifica a quantidade de água presente no produto. O açúcar, dada a sua baixíssima actividade de água, é classificado como produto estável microbiologicamente. Da presença de água neste produto decorre o empedramento, ocasionado pela aglomeração dos cristais, o que dificulta o seu uso. A especificação varia de 0,04 a 0,4% (NM, 2015)

Parâmetros físicos-químicos estabelecidos na NM (INNOQ,2015)

3.5.2.1.5. Grau Brix

É um parâmetro utilizado para medir o grau de doçura em uma fruta ou em um líquido, o parâmetro é utilizado para aferir a qualidade do açúcar, quanto mais alto o grau de brix, maior e a doçura e a qualidade, o grau de brix no açúcar varia de 0.0 a 95.0 °B

Tabela 2: Variação dos parâmetros físico-químico

| Parâmetros | Branco | Castanho |
|-----------------------|----------------------|----------------------|
| Humidade % | $0,04 < x < 0,4$ | $0,04 < x < 0,4$ |
| Vitamina A (mg/100g) | 1-3 | 1-3 |
| Cinzas | $0,04 < x < 0,2$ | $0,04 < x < 0,2$ |
| Polarização (Z^0) | $\geq 99,5\%$ | $98,5 < x < 99,5$ |
| Cor | < 60 | < 1500 |
| Brix (°B) | $0,0 \leq x \leq 95$ | $0,0 \leq x \leq 95$ |

Fonte: NM 2015

4. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

O desenvolvimento experimental deste trabalho foi realizado no LNHA, no departamento de Química de alimentos. As amostras (açúcar) são de fabrico nacional (AX) e de fabrico Sul-africano.

4.1. Parâmetros físico-químico a determinar

- Grau brix;
- Humidade;
- Cinzas;
- Cor;
- Polarização.
- Vitamina A

4.2. Determinação das cinzas

Designa-se por cinza bruta a porção residual incombustível duma substância depois da incineração a 550°C.

O teor de cinzas foi determinado por incineração na mufla, a 550°C durante 6 horas, a mufla foi desligada e as cápsulas que continham as amostras foram arrefecidas por 15 horas no interior da mufla e posteriormente colocadas no exsiccador para não absorver a humidade.

Aparelhos e utensílios

- Cápsulas de porcelana ou de platina, de 50ml;
- Filtros de papel isentos de cinzas;
- Mufla;
- Exsiccador;
- Balança analítica;
- Pinças
- Bico de bunsen.

Reagentes usados

- Água destilada

Procedimentos

Pesaram-se 3g de amostra para cadinho de porcelana previamente colocado na estufa a 105°C durante 1h, arrefeceu-se no exsicador e tarou-se. Carbonizou-se cuidadosamente com o bico de bunsen e colocou-se o cadinho na mufla a 550°C até a obtenção de cinzas brancas, esta operação durou 6h, a mufla foi desligada e as cápsulas que continham as amostras foram arrefecidas por 15 horas no interior da mufla. Findo este tratamento transferiram-se os cadinhos para a estufa a 105°C por 30 minutos, colocou-se no exsicador por 30 minutos e pesou-se. As determinações foram feitas em triplicado.

O peso percentual das cinzas obteve-se pela expressão:

$$\% \text{Cinzas} \left(\frac{w}{w} \right) = \frac{m_2 - m}{m_1 - m} \times 100\% \quad (2)$$

Onde: m_1 – peso da cápsula ou cadinho com açúcar, em gramas;

m_2 – peso da cápsula ou cadinho com cinzas, em gramas;

m – peso da cápsula ou cadinho, em gramas.

As cinzas exprimem-se em percentagem com arredondamento até as décimas segundo a fórmula acima.

4.3. Determinação da humidade

A humidade determina-se pela diferença de pesos entre o açúcar fresco e seco na estufa a 105°C.

Aparelhos e utensílios

- Estufa de aquecimento;
- Balança analítica;
- Espátulas;
- Exsicador;
- Pinça;
- Placas de petri.

Procedimento

Pesaram-se 5g da amostra em uma placa de petri e pesou-se, de seguida colocou-se na estufa a 105°C por 2h. O cadinho foi retirado e colocado no excicador com sílica gel para o resfriamento por 20 minutos. Pesou-se o cadinho retirado do excicador com amostra de modo a verificar a humidade perdida. As determinações foram efectuadas em triplicado.

A humidade exprime-se em percentagem com arredondamento até as décimas:

$$\text{Humidade \% (w/w)} = \frac{(m - m_1)}{m} \times 100\% \quad (3)$$

Onde: m_1 - massa da toma de amostra seca, em gramas

m- massa da toma tal e qual em gramas.

4.4. Determinação da polarização

4.4.1. Açúcar castanho

O método envolveu três etapas básicas:

Preparação de uma solução Normal de açúcar amarela em água incluindo a sua defecação por adição de acetato básico de pb, clarificação por filtração e determinação da polarização através da medição da rotação óptica da solução clarificada.

Aparelhos e utensílios

- Balança analítica;
- Polarímetro.

Reagentes

Acetato básico de Pb;

O acetato básico deve ser preparado de forma que contenha uma densidade de $1,24 \pm 0,01$ e entre 9,5 a 10,5g de pb em forma básica calculada como PbO por 100ml.

Procedimento

Pesaram-se com exactidão $26 \pm 0,002$ g de amostra e dissolveram-se em 50ml de água quente num balão aferido de 100ml, arrefeceu-se, perpez-se o volume e pipetou-se desta solução 50ml para outro balão de 100ml.

Preencheu-se o volume com água destilada, deixou-se repousar por 5 minutos e filtrou-se. Rejeitou-se os primeiros 10ml introduziu-se esta solução no banho termóstato a $20 \pm 0,1$ ° C. Lavou-se duas vezes os tubos polarimétricos com a solução do açúcar e encheu-se o tubo com mesma solução evitando o máximo a formação de bolhas. Efectuou-se 5 leituras com precisão até 0,05°S e determinou-se a média aritmética.

O método consistiu na medição da polarização através de sacarímetro calibrado a 100°S na escala internacional de açúcar. Para a determinação do parâmetro foi usado o método de ICUMSA

4.4.2. Açúcar branco

O método consiste na medição da polarização através de sacarímetro calibrado a 100°S na escala internacional de açúcar. Para a determinação do parâmetro foi usado o método de ICUMSA.

Aparelhos e utensílios

- Sacarímetro ou polarímetro;
- Balança analítica;
- Banho maria termostatizado;
- Tubos polarímetros.

Procedimento

Preparação da amostra: Pesaram-se com exactidão $26 \pm 0,002$ g de açúcar e transferiu-se para um balão aferido de 100ml, fizeram-se lavagens do funil e do copo com água destilada.

Dissolveu-se por agitação sem aquecimento e completou-se o volume com água destilada.

Fechou-se o balão e introduziu-se no banho-maria a $20 \pm 0,1^\circ\text{C}$ por 30 minutos depois secou-se as paredes internas do balão com papel de filtro e perfaz-se o volume até 100ml com água, mistura-se bem.

Determinação: Lavou-se o tubo polarímetro 4 vezes com pequenas porções de solução de açúcar e encheu-se o tubo polarímetro com a mesma solução. Evita-se a formação de bolhas. Colocou-se o tubo no polarímetro e fizeram-se 5 leituras com precisão até $0,05^\circ\text{S}$.

4.5. Determinação da cor

Para a determinação de cor usou-se o método de ICUMSA 1979 p113. Consiste na medição da absorvência da amostra após a filtração através duma membrana a 420 a 560nm.

Aparelhos e utensílios

- Espectrofotómetro;
- Bomba de vácuo;
- Membrana filtrante de $0,45 \mu\text{m}$;
- Cabo de membrana de filtração.

Reagentes

Kieselguhr de grau analítico

Procedimentos

Preparação da amostra: Dissolveram-se 50g de açúcar branco em 100g de água ou açúcar castanho 15g.

Diluiu-se 50% do sólido. Filtraram-se as soluções assim preparadas sob vácuo, através da membrana filtrante de porosidade $0,45 \mu\text{m}$.

Rejeitaram-se as primeiras porções do filtrado e ajustou-se o pH até $7 \pm 0,2$ com ácido clorídrico diluído com hidróxido de sódio para soluções de cor escura.

Submeteram-se as soluções filtradas ao vácuo ou banho-maria ultrassônico para remover o ar de arraste tendo de evitar a evaporação. Após esta operação agitaram-se as soluções filtradas para homogeneizar.

Filtrou-se 50ml de água destilada com membrana de filtração e usou-se como branco.

Determinação:

Lavou-se a célula de medição 3 vezes com a solução de açúcar, encheu-se e mediu-se a absorvância a 420nm para açúcar branco e a 560nm para açúcar castanho.

A solução do açúcar deve estar de tal modo que os valores de transmitância obtidos na leitura estejam compreendidos entre 28-80%. Exceptuam-se açúcares brancos.

Expressão dos resultados

Os resultados são expressos em IUx segundo a fórmula.

Absortividade ou índice de absorvância

$$E = \frac{\log_{10} Ts}{b*c} = \frac{As}{b*c} \quad (4)$$

Onde:

E- Índice de cor

Ts – transmitância;

As – Absorvância;

b – Comp. da célula em (cm);

c – Concentração de sólidos totais em g/cm³ determinada refratometricamente e calculada a partir da densidade.

4.6. Determinação da vitamina A

Consistiu na medição da amostra em 5g e diluiu-se em 100ml de água, de seguida injectou-se num frasco exactamente 0,5ml, agitou-se e deixou-se em repouso por 5 minutos.

Preparação da amostra:

Pesaram-se 5g de açúcar e diluiu-se em 100ml de água e registou-se o volume para o cálculo de factor de diluição, em seguida homogeneizou-se.

Injecção: mediu-se 0,5ml e injectou-se no frasco limpo. Agitou-se e deixou-se repousar por 5 minutos.

Leitura: Colocou-se o frasco no dispositivo para leitura, o resultado multiplicou-se com o FD (50-300)

Controlo de dispositivo: inseriu-se o padrão na câmara de medição 3 vezes conforme o recomendado, para a calibração.

Medição do branco: injectou-se 0,5ml de água no frasco vial e agitou-se por 10 segundo em seguida deixou-se repousar por 5 minutos até o aparecimento das duas fases distintas.

4.7. Determinação de grau Brix

Consistiu na diluição de 5g da amostra em 100ml de água num tubo de ensaio e colocou-se no termóstato, ligou-se o refractómetro de modo que a temperatura da amostra atingisse 20°C, de seguida introduziu-se água destilada para efectuar ensaio em branco, onde foi acertada com uma válvula (volante) a meia-lua que indica a concentração 0.00, limpou-se o espelho do refratómetro e introduziu-se a amostra e leu-se a concentração das amostras.

5. Resultados e Discussão

As amostras de açúcares adquiridas para análises experimentais com base a aferir a qualidade de açúcar nacional e Sul-africano foram caracterizadas quanto a sua cor, humidade, vitamina A, cinzas, polarização, brix e comparadas com parâmetros determinados pela NM mencionada na tabela 2 da revisão bibliográfica.

A tabela 3 contém resultados experimentais das amostras de açúcar nacional e sul-africano.

Tabela 3: Resultados dos parâmetros analisados

| Amostra | Humidade % (w/w) | Vitamina A (mg/100g) | Cinzas % (w/w) | Polarização (°S) | Cor (ICUMSA) | Brix |
|---------|---------------------|----------------------------|-------------------|---------------------|-----------------|-------|
| 1714 | 0.32±0,08 | 1.88 | 0.24±0,05 | 99.4±0,04 | 44.83 | 12.00 |
| 1547 | 0.39±0,12 | 3.82 | 0.39±0,10 | 99.5±0,08 | 42.78 | 12.75 |
| | | | | | | |
| 1713 | 0.04±0,00 | 1.33 | 0.09±0,01 | 99.5±0,01 | 48.57 | 19.8 |
| 1535 | 0.05±0,04 | 2.06 | 0.11±0,03 | 99.7±0,02 | 53.33 | 20.3 |

1714- Açúcar castanho nacional, 1547- açúcar castanho Sul-africano, 1713- Açúcar branco nacional, 1535- Açúcar branco Sul-africano

5.1. Humidade

Com base nos resultados obtidos de humidade, todas as amostras analisadas apresentam valores dentro do intervalo estabelecidos pela norma nacional vigente mencionado na tabela 2 da revisão bibliográfica. O elevado teor de humidade em açúcar pode causar diferentes problemas como empedramento, dissolução dos cristais e pode criar ambiente propício para a proliferação de microorganismos, porém, as amostras analisadas não oferecem riscos ao organismo humano. O açúcar purificado tem um teor de humidade baixo em relação a castanho, isto indica a importância da refinação do açúcar. Toda via, em termos comparativo o açúcar nacional apresenta menor teor de humidade em relação ao sul-africano.

5.2. Vitamina A

A vitamina A é um parâmetro essencial para a manutenção do crescimento das células no organismo, também está relacionada com a fisiologia da visão, por outro lado, quantidades excessivas tem efeito tóxico ao organismo (IAL, 2008). Em comparação do açúcar produzido a nível nacional e Sul-africano, o baixo teor de vitamina A é apresentada em açúcar de fabrico nacional, mas para todos os efeitos todos os resultados obtidos das amostras em análise no presente trabalho satisfazem os requisitos padrão da norma nacional sobre a fortificação do açúcar que é de 1 a 3 mg/100g.

5.3. Cinzas

De acordo com o resultado obtido constatou-se que o teor de cinzas para o açúcar branco nacional e sul-africano foi de 0.09 ± 0.01 e 0.11 ± 0.03 respectivamente, estes resultados estão dentro dos limites aceitáveis segundo a NM. O mesmo não se pode dizer em relação ao açúcar castanho que esteve na ordem de $0.24 \pm 0,05$ e $0.39 \pm 0,10$ para o nacional e sul-africano respectivamente.

5.4. Polarização

A polarização define o teor aproximado de sacarose no açúcar. O resultado obtido para o açúcar castanho nacional e sul-africano foi de $99.4 \pm 0,04$ e $99.5 \pm 0,08$ respectivamente e para o branco foi de $99.5 \pm 0,01$ para nacional e $99.7 \pm 0,02$ para sul-africano. Segundo a NM os resultados obtidos estão dentro do limite admissível.

5.5. Cor

Em relação ao índice de cor os açúcares apresentam-se dentro dos limites de especificação estabelecidos pela norma, abaixo de 60 ICUMSA para o açúcar branco e abaixo de 1500 ICUMSA para o açúcar castanho.

A cor é um parâmetro importante da aparência do produto visto que é a primeira análise feita pelo consumidor e pode se obter informação sobre o processamento. O elevado índice de cor influencia na cor do produto final tais como: bebidas claras, cervejas, doces bolos, refrescos entre outros, acarreta maior gasto em insumos e gasta mais tempo durante processo de filtração e para o açúcar bruto envolve elevados custos no processo de refinação. (Betanii et. al, 2014)

5.6. Brix

O brix indica o nível de doçura no açúcar, com base nos resultados obtidos todas as amostras analisadas apresentam valores dentro do intervalo

estabelecidos pela NM, portanto, o açúcar sul-africano contém teor elevado em relação ao nacional. O uso excessivo de fertilizantes durante o cultivo da cana, o clima influencia na qualidade do açúcar.

6. Conclusões

Com a finalidade de alcançar os objectivos propostos neste estudo, após feitas todas as análises, foi realizada uma pesquisa bibliográfica buscando fundamentos que pudessem sustentar os resultados obtidos. Em termos comparativos das amostras após feitas as análises dos parâmetros físico-químico concluiu-se:

As amostras estão dentro do parâmetro definido pela NM, isto é, o açúcar é adequado para o consumo humano. Em comparação das amostras do fabrico nacional e Sul-africano a diferença que existe não põe em causa a qualidade do açúcar produzido nas duas empresas.

O padrão definido pela NM em relação a qualidade de açúcar é baseado em normas internacionais. O açúcar nacional assim como o Sul-africano têm qualidades exigidas no mercado nacional e internacional.

O açúcar nacional assim como o sul-africano no que diz respeito a fortificação estão dentro dos parâmetros exigidos, porém, as amostras sul-africanas são mais fortificadas em relação a nacional. Pelo facto de estar dentro dos parâmetros exigido não transmite nenhum risco ao ser humano.

Salientar que consegui alcançar o meu objectivo durante o estágio que era de conciliar a teoria com a prática, conhecer diferentes técnicas usadas para avaliar a qualidade dos alimentos, trabalhar com diversos equipamentos e aparelhos laboratoriais.

7. Recomendações

Para trabalhos futuros relacionados com este recomenda-se:

Comparar parâmetros físico-químico de açúcar que tem como matéria-prima cana-doce e beterraba

Comparar parâmetro físico-químico de açúcar fortificado e não fortificado.

8. Referências bibliográficas

ABNT. ABNT NBR ISO 9001 – Sistemas de gestão da qualidade - São Paulo Abnt, 2008

Ana Selen. F. L (2011) - Cana-de-açúcar: um estudo de histórico de produção e acompanhamento da evolução no estado do Paraná, Curitiba;

Araujo, Navarro, Da Silva, felix, (2021)- análise físico-química de alimentos, pantanal editora, pp: 25-53.

Batty, J Clair, Folkman, Stevem L (1984)-Food Engineering Fundamentals, única edição; pp: 128 - 140;

Bertolino, Marco Túlio. (2020)- Gerenciamento de Qualidade na indústria de Alimentos. São Paulo, Artmed,.320p

Bridget O’Laughlin e Yasfr Ibraimo, Cadernos IESE nº12P/2013-A Expansão da Produção de Açúcar e o Bem-Estar dos Trabalhadores Agrícolas e Comunidades Rurais em Xinavane e Magude;

Escola Estadual de Educação Profissional, (2013) – EEEP-Métodos de Análises de Alimentos, Fortaleza/Ceará;

Fatima Vidal (2020) -Produção e Mercado de Açúcar; pp:2-8;

Fujil, I. A. (2015) - Determinação de humidade pelo método do aquecimento directo – técnica gravimétrica com emprego do calor. Iuni educacional. Universidade de Cuiabá – MT, UNIC, p.5.

Instituto Adolfo Lutz, (2008)- Métodos Físico-químico para Análise de Alimentos - 4ª Edição 1ª Edição Digital

Jay JM. (2005) Microbiologia de alimentos. Trad. Eduardo Cesar Tondo et al. 6th ed. Porto Alegre: Artmed.

Jessica, R. J, (2017)- Aspectos da qualidade de açúcar: Impactos de diferentes condições de armazenamento e método de classificação por espectroscopia Raman, Piracicaba, pag:19-60

Lucchesi, A. A (1995) – Processos fisiológicos da cultura da cana-de-açúcar (Saccharum spp). Piracicaba ESALQ/U.

Manual de Química Alimentar, Óleos e Gorduras – Ministério de Saúde.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Secretaria de Defesa Agro-pecuária, (2019) - Manual de Métodos Oficiais para Análise de Alimentos de Origem Animal, Mapa Brasília, 2ª ed;

Ministério DA Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, Diário da República — I série-A, 15 de Novembro de 2003

NEVES, M. F.; CONEJERO, M. A. (2010) -Estratégias para a Cana no Brasil. 1 ed. São Paulo: editora Atlas, 288 p

Profa. Heizir F. de Castro, (2013) - Processos Químicos Industriais II, universidade são Paulo.

Rodolfo, B, C, (2014)- Avaliação de Riscos Ambientais do Uso de Agrotóxicos na Produção da Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L) em Xinavane – Moçambique, Manaus

Sarantopoulos C, Oliveira L, Canavesi E.(2001)- Requisitos de conservação de alimentos em embalagens. Instituto de Tecnologia de Alimentos. Campinas, pp 39-42.

9. ANEXOS

A1. Figuras

A1.1. Amostras de açúcar nacional e Sul-africana



Figura 3: amostras de açúcar

A1.2. Equipamentos usados na determinação das cinzas



Figura 4: Exsicador (a)



Muflo de incineração (b)

A1.3. Equipamentos usados na Determinação da polarização do açúcar castanho



Figura 5: polarímetro (a) Tubo polarímetro (b) Solução (c)

A1.4. Equipamentos usados na Determinação da cor



Figura 6: solução (a)

Bomba de vácuo (b)

A1.5. Equipamentos usados na Determinação da vitamina A



Figura 7: ICHECK

A1.6. Equipamentos usados na Determinação de Brix



Figura 8:Termóstato

Anexo 2: Tabelas de resultados experimentais

A2.1. Países com maior produção a nível mundial

Tabela 4: Produção do açúcar no mundo

| País | 2017/18 | 2018/19 | 2019/20 | 2020/21(1) |
|----------------|---------|---------|---------|------------|
| Brasil | 38.870 | 29.500 | 29.925 | 39.480 |
| Índia | 34.309 | 34.300 | 28.900 | 33.705 |
| União Europeia | 20.938 | 17.982 | 17.253 | 17.680 |
| Tailândia | 14.710 | 14.581 | 8.250 | 12.900 |
| China | 10.300 | 10.760 | 10.200 | 10.700 |
| Estados Unidos | 8.430 | 8.164 | 7.280 | 8.169 |
| Rússia | 6.560 | 6.080 | 7.800 | 6.500 |
| México | 6.371 | 6.812 | 5.433 | 6.466 |
| Paquistão | 5.225 | 5.540 | 5.565 | 5.900 |
| Austrália | 4.480 | 4.725 | 4.725 | 4.500 |

A2.2. vitamina A

Tabela 5: Resultados experimentais da vitamina A

| Código | PCV | PCAH | V.I (ug/l) | PA (g) | V.branco (ug/l) | Fd | Vitamina A (mg/kg) |
|--------|--------|--------|---------------|-----------|--------------------|----|--------------------------|
| 1713 | 141,93 | 151,93 | 1330 | 10 | 4 | 10 | 13,26 |
| 1535 | 221,56 | 231,56 | 2062 | 10 | 4 | 10 | 20,58 |
| 1714 | 221,14 | 2,1431 | 1986 | 10 | 4 | 10 | 18,8 |
| 1547 | 143,2 | 153,2 | 3828 | 10 | 4 | 10 | 38,24 |

A2.3. Humidade

Tabela 6: Resultados experimentais da humidade

| Column1 | Código | PCV | PCAH | PCAS | PAH | Humidade % (w/w) | media %(w/w) |
|---------|--------|----------|----------|----------|--------|---------------------|-----------------|
| | 1714 | 26,75 | 31,7604 | 31,7402 | 5,0104 | 0,403161424 | 0,316378742 |
| | 1714' | 28,2548 | 33,2548 | 33,2401 | 5 | 0,294 | |
| | 1714'' | 27,0631 | 32,0636 | 32,051 | 5,0005 | 0,251974803 | |
| | | | | | | | |
| | 1547 | 23,1371 | 28,1377 | 28,1122 | 5,0006 | 0,509938807 | 0,395963257 |
| | 1547' | 21,3725 | 26,3727 | 26,3525 | 5,0002 | 0,403983841 | |
| | 1547'' | 24,9841 | 29,9847 | 29,971 | 5,0006 | 0,273967124 | |
| | | | | | | | |
| | 1713 | 41,7636 | 46,7848 | 46,7827 | 5,0212 | 0,041822672 | 0,042046809 |
| | 1713' | 104,8168 | 109,7763 | 109,7741 | 4,9595 | 0,04435931 | |
| | 1713'' | 105,0196 | 110,0248 | 110,0228 | 5,0052 | 0,039958443 | |
| | 1535 | 28,2563 | 33,2671 | 33,2623 | 5,0108 | 0,095793087 | 0,04592457 |
| | 1535' | 28,2563 | 33,2671 | 33,266 | 5,0108 | 0,021952582 | |
| | 1535'' | 42,2563 | 48,2479 | 48,2467 | 5,9916 | 0,020028039 | |

A2.4. Cor

Tabela 7: Resultados experimentais da cor

| Código | Massa | Brix | Absorção | C (g/cm ³) | Cor |
|--------|-------|-------|----------|---------------------------|------------|
| 1714 | 15g | 12 | 0,047 | 1,04837 | 44,8315003 |
| 1547 | 15g | 12,75 | 0,045 | 1,05174 | 42,7862399 |
| | | | | | |
| 1713 | 50g | 39 | 0,057 | 1,17362 | 48,5676795 |
| 1535 | 50g | 40,5 | 0,063 | 1,18132 | 53,330173 |

A2.5. Cinzas

Tabela 8: Resultados experimentais de cinzas

| Código | PCV | PCA | PCC | CINZAS | MEDIA |
|--------|----------|----------|----------|------------|-------------|
| 1714 | 26,74 | 29,74 | 26,7492 | 0,30666667 | |
| 1714' | 28,2348 | 31,2348 | 28,2411 | 0,21 | 0,244444444 |
| 1714'' | 27,1631 | 30,1631 | 27,1696 | 0,21666667 | |
| | | | | | |
| 1547 | 23,1471 | 26,1471 | 23,1554 | 0,27666667 | |
| 1547' | 21,3525 | 24,3525 | 21,3661 | 0,45333333 | 0,397777778 |
| 1547'' | 24,9641 | 27,9641 | 24,978 | 0,46333333 | |
| | | | | | |
| 1713 | 41,7626 | 44,7626 | 41,7653 | 0,09 | |
| 1713' | 104,8268 | 107,8268 | 104,8299 | 0,10333333 | 0,095555556 |
| 1713'' | 105,0296 | 108,0296 | 105,0324 | 0,09333333 | |
| | | | | | |
| 1535 | 28,2553 | 31,2553 | 28,2597 | 0,14666667 | |
| 1535' | 42,2553 | 45,2553 | 42,2582 | 0,09666667 | 0,114444444 |
| 1535'' | 47,8203 | 50,8203 | 47,8233 | 0,1 | |

A2.6. Polarização

Tabela 9: Resultados experimentais de polarização

| Código | PA (g) | Polarização °S | Media Polarização °S |
|---------------|---------------|---------------------------|---------------------------------|
| 1714 | 26 | 99,42 | 99,424 |
| 1714' | 26 | 99,4 | |
| 1714'' | 26 | 99,5 | |
| 1714''' | 26 | 99,4 | |
| 1714'''' | 26 | 99,4 | |
| | | | |
| 1547 | 26 | 99,42 | 99,516 |
| 1547' | 26 | 99,62 | |
| 1547'' | 26 | 99,56 | |
| 1547''' | 26 | 99,50 | |
| 1547'''' | 26 | 99,48 | |
| | | | |
| 1713 | 26 | 99,5 | 99,506 |
| 1713' | 26 | 99,52 | |
| 1713'' | 26 | 99,5 | |
| 1713''' | 26 | 99,51 | |
| 1713'''' | 26 | 99,5 | |
| | | | |
| 1535 | 26 | 99,67 | 99,704 |
| 1535' | 26 | 99,7 | |
| 1535'' | 26 | 99,72 | |
| 1535''' | 26 | 99,73 | |
| 1535'''' | 26 | 99,7 | |