



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA E FÍSICA**  
**CURSO DE BACHARELADO EM QUÍMICA**

**MIRELLA OLIVEIRA VIANA**

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE RAPADURAS PRODUZIDAS EM AREIA-PB**

**AREIA**

**2020**

**MIRELLA OLIVEIRA VIANA**

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE RAPADURAS PRODUZIDAS EM AREIA-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Química da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial à obtenção do título Bacharel em Química.

**Orientador (a):** Yanna Carolina Ferreira Teles

**AREIA**  
**2020**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

V614a Viana, Mirella Oliveira.  
Análises físico-química de rapaduras produzidas em  
Areia-PB / Mirella Oliveira Viana. - Areia, 2020.  
46 f. : il.

Orientação: Yanna Carolina Ferreira Teles.  
Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Rapadura. 2. Análises físico-químicas. 3. Química de  
alimentos. I. Teles, Yanna Carolina Ferreira. II.  
Título.

UFPB/CCA-AREIA

MIRELLA OLIVEIRA VIANA

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE RAPADURAS PRODUZIDAS EM AREIA-PB

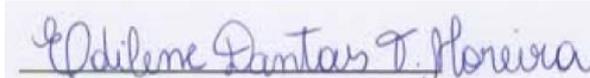
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Química da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial à obtenção do título Bacharel em Química.

Aprovada em: 28 / 04 / 2020.

**BANCA EXAMINADORA**



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Yanna Carolina Ferreira Teles (Orientador)  
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Edilene Dantas Teles Moreira (Examinador)  
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Elizabeth Almeida Lafayette (Examinador)  
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

## DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a minha mãe e meu avô Manoel,  
experiente degustador de rapadura.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha mãe, da qual dedicou parte da sua vida exclusivamente para garantir meu conforto e oportunidade de estudos. Nada disso seria possível sem a sua determinação e coragem que me serviu de exemplo durante toda a minha vida. Agradeço também a minha avó, que nunca esperou menos de mim, mesmo que eu sentisse medo das dificuldades. Agradeço Tio Magnus e Edu por sempre me motivar a seguir no meio acadêmico, sendo um dos meus exemplos principais, tanto em relação a vida profissional, quanto pessoal. Eu amo muito todos vocês.

Agradeço aos meus amigos Jonatas, Milena, Thaís, Thamara e meus amigos de turma pela companhia nessa difícil jornada que pôde se tornar menos cansativa com a presença de vocês, e também pelo auxílio de laboratório, pelos momentos que dividimos, as experiências que presenciamos tanto dentro da universidade quanto fora dela. Nesse espaço reservo um trecho especial a Jonatas que foi meu melhor amigo nessa jornada, agradeço muito que nossa amizade exista, que podemos discutir nosso futuro, por ter me acompanhado nessa trajetória, por conhecer um pouquinho da Paraíba e do Nordeste junto comigo. Nossas histórias, vivências e segredos sempre estão no meu coração me acompanhando e espero que você esteja ao meu lado também.

Agradeço a orientação da professora Dr<sup>a</sup> Yanna, pelos ensinamentos, paciência, orientações, dedicação, conselhos, por ser uma pessoa super generosa e acolhedora e aos demais professores da instituição que doaram seus ensinamentos e contribuições que vou levar comigo para sempre.

Agradeço aos professores envolvidos na minha formação, principalmente a professora Josie da qual me apresentou a química e que me incentivou a seguir esse caminho. Aos meus professores, Leandro, Kátia, Kerley, Newton e Solange, que me mostraram e me auxiliaram a confirmar a minha escolha profissional.

Um agradecimento especial a Euzebio e Maria Inês que colaboraram muito, tendo a maior paciência de ler meus parágrafos várias de vezes a meu pedido, e contribuíram, comentaram, sugeriram alterações. Agradecimentos a Pedro, nada como ter o próprio técnico de informática para os imprevistos tecnológicos, além de que você sempre esteve disponível independentemente da situação, muito obrigada.

Agradeço a UFPB por me proporcionar a oportunidade de contribuir cientificamente no meio ao qual escolhi.

## EPÍGRAFE

“Cê quer ouvir a voz de Deus? Vá até o Nordeste e escute o povo  
Bote o ouvido na terra e escute o mundo”

*Baco exu do blues*

## RESUMO

A rapadura é um alimento rico em açúcar, geralmente produzida no contexto da agricultura familiar, cuja matéria prima é a cana-de-açúcar. O produto é consumido majoritariamente na região nordeste do país, onde se centraliza a sua produção, configurando-se como fonte de renda de pequenos produtores já que a produção não necessita de equipamentos sofisticados. Existem relatos de adulterações por meio da adição para a aumento do volume do produto final, adulterações não intencionais como a comercialização de rapaduras com resíduos de pesticidas, além de contaminações durante a produção de rapaduras comercializadas no Brasil. Adicionalmente, a regulamentação e os critérios de qualidade ainda são muito escassos no país. Diante do exposto, o presente trabalho visa a realização de análises físico-químicas para a avaliação da qualidade das rapaduras produzidas no município de Areia, Paraíba. A pesquisa foi desenvolvida por meio de análises físico-químicas como avaliação do pH, umidade, sólidos insolúveis, teor de cinzas, teor de açúcares redutores, açúcares não redutores e detecção de sulfitos, seguindo metodologia do Instituto Adolfo Lutz. Para todas as amostras foi detectada a presença de sulfitos, o que sugere adulteração ou contaminação com açúcar refinado. Os teores de sólidos insolúveis apontam para existência de contaminação durante a produção das rapaduras analisadas. Os demais parâmetros analisados estão em conformidade com a legislação brasileira. Ao final do trabalho foi possível evidenciar a necessidade de uma maior fiscalização, e também uma regulamentação mais atualizada, clara e detalhada sobre os parâmetros relevantes para serem controlados durante a produção da rapadura.

**Palavras-Chave:** Rapadura. Análises físico-químicas. Química de alimentos.

## ABSTRACT

Rapadura is a food rich in sugar, usually produced in the context of family farming, whose raw material is sugar cane. The product is mainly consumed in the northeast region of Brazil, where its production is centralized, becoming a relevant source of income for small producers since production does not require sophisticated equipments. There are reports of adulteration and contamination in rapadura sold in Brazil. Additionally, regulations and quality criteria are still very scarce in the country. Considering that, the present work aims to carry out physical-chemical analyses to assess the quality of rapadura produced in Areia city, Paraíba. The research was carried out by means of physico-chemical analyses such as pH, humidity, insoluble solids, ash content, reducing sugar content, non-reducing sugar content and detection of sulfites, following the methodology of the Instituto Adolfo Lutz. For all samples, the presence of sulfites was detected, which suggests adulteration or contamination with refined sugar. The contents of insoluble solids point to the existence of contamination during the production of the analysed rapaduras. The other parameters analysed were in accordance with Brazilian law. At the end of the work, it was possible to highlight the need for greater inspection and a more updated, clear and detailed regulation on the relevant parameters to be controlled during the production of rapadura.

**Keywords:** Rapadura. Physical-chemical analysis. Food chemistry.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 – Ciclização da glicose.....  | 18 |
| Figura 2 – Ligação glicosídica para a formação da Sacarose.....                                    | 18 |
| Figura 3 – Estrutura da sacarose.....  | 19 |
| Figura 4 – Etapas do processo de produção.....   | 22 |
| Figura 5 – Análise de pH.....  | 30 |
| Figura 6 – Formação do precipitado do cobre reduzido formado na análise de açúcares redutores..... | 33 |
| Figura 7 – Análise de dióxido de enxofre.....  | 39 |
| Figura 8 – Amostras antes e depois da combustão .....  | 41 |

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1 – Comparativo de informações nutricionais da rapadura oriundas de diferentes referências..... | 20 |
| Tabela 2 – Médias dos dados da análise de pH.....  | 35 |
| Tabela 3 – Resultado médio das análises do teor de umidade expressos em porcentagem .....              | 36 |
| Tabela 4 – Teor de sólidos insolúveis na rapadura expressos em porcentagem.....                        | 36 |
| Tabela 5 – Teor de açúcares redutores em porcentagem .....   | 37 |
| Tabela 6 – Média do teor de cinzas em porcentagem.....   | 40 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA – Agência nacional de vigilância sanitária.

HPAs – Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos.

pH – Potencial hidrogeniônico.

RDC - Resolução da Diretoria Colegiada.

## SUMÁRIO

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b> .....   | <b>13</b> |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVOS</b> .....  | <b>15</b> |
| 2.1      | Objetivo Geral: .....   | 15        |
| 2.2      | Objetivos Específicos: .....  | 15        |
| <b>3</b> | <b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....  | <b>16</b> |
| 3.1      | Rapadura: Aspectos históricos e econômicos .....                            | 16        |
| 3.2      | Composição química da rapadura.....   | 17        |
| 3.3      | Processo de produção da rapadura.....                                       | 20        |
| 3.4      | A química de alimentos e as legislações sobre a qualidade da rapadura ..... | 23        |
| 3.5      | Análises físico-químicas.....   | 25        |
| 3.5.1    | <i>Análise de pH</i> .....  | 25        |
| 3.5.2    | <i>Análise do teor de umidade</i> .....                                     | 26        |
| 3.5.3    | <i>Análise do teor de sólidos insolúveis em água por gravimetria</i> .....  | 26        |
| 3.5.4    | <i>Análise do teor de açúcares redutores e não redutores</i> .....          | 26        |
| 3.5.5    | <i>Análise de dióxido de enxofre</i> .....                                  | 27        |
| 3.5.6    | <i>Análise do teor de cinzas</i> .....                                      | 27        |
| <b>4</b> | <b>METODOLOGIA</b> .....  | <b>29</b> |
| 4.1      | Determinação de Sólidos Insolúveis em água por gravimetria .....            | 29        |
| 4.2      | Determinação de pH.....   | 30        |
| 4.3      | Análise de Umidade .....  | 31        |
| 4.4      | Análise de Detecção de Dióxido de Enxofre .....                             | 31        |
| 4.5      | Análise de Açúcares redutores em glicose.....                               | 32        |
| 4.5      | Análise de Açúcares Não Redutores.....                                      | 33        |
| 4.6      | Análise do teor de cinzas .....   | 34        |
| <b>5</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....   | <b>35</b> |
| 5.1      | Análise de pH .....   | 35        |
| 5.2      | Análise do teor umidade .....   | 35        |
| 5.3      | Análise do teor de sólidos insolúveis em água por gravimetria .....         | 36        |
| 5.4      | Análise do teor de açúcares redutores e não redutores.....                  | 37        |
| 5.5      | Análise de dióxido de enxofre .....   | 38        |
| 5.6      | Análise do teor de cinzas .....   | 40        |
| <b>6</b> | <b>CONCLUSÕES</b> .....   | <b>41</b> |



## 1 INTRODUÇÃO

A rapadura é um alimento consumido majoritariamente na região nordeste do país, onde se centraliza a sua produção. Um alimento de sabor doce, cor castanho e odor característico, comumente utilizada na preparação de pratos (em substituição ao açúcar refinado), também é consumida como sobremesa e as vezes pode ser combinada com outros alimentos como a farinha. Em alguns estados, a rapadura tem sido incluída na merenda escolar, devido ao seu alto valor energético e nutritivo (CHAVES, 2003). A rapadura ainda está presente na alimentação de quem procura obter uma dieta sem excesso de aditivos químicos, logo tratando-se de um produto que não é tão processado, é possível manter componentes ricos para alimentação como por exemplo potássio, cálcio, ferro, sódio que representam a fração inorgânica presente na rapadura (BETTANI, 2014)

É um alimento rico em açúcar, geralmente produzida no contexto da agricultura familiar, e é fonte de renda de pequenos produtores já que a produção não necessita de muitos equipamentos (AZERREDO, 2015). A matéria prima, que é a cana-de-açúcar, foi introduzida pelos colonizadores portugueses, sendo um produto que tem aproveitamento quase integral já que por meio dela temos seus subprodutos e os resíduos podem ser utilizados na alimentação animal ou como fonte de energia (OLIVEIRA, 2016).

A rapadura passou a ser produzida quando os primeiros engenhos chegaram no país. Foram a principal fonte de trabalho e rentabilidade econômica para as cidades que os tinham no século XVIII. Embora tenha sido utilizado neles o trabalho escravo, atualmente é possível olhar com outra perspectiva, já que o conhecimento obtido nessa época foi passado de geração em geração, e hoje é o principal sustento para pequenos agricultores (OLIVEIRA, 2004 e OLIVEIRA, 2016)

A importância da rapadura para o Nordeste do país é notória. Apenas o Nordeste é responsável por 60% de toda rapadura produzida no país, destacando o Ceará como o maior produtor. Porém, outros estados ganharam espaço no mercado, incluindo a Paraíba (LIMA, 2004; OLIVEIRA, 2016).

O processamento da rapadura pode ser dividido em algumas etapas: higienização da matéria prima, moagem, cozimento, concentração do caldo, resfriamento, mexedora, enformagem da rapadura, armazenamento e transporte. Diante de tantas etapas é possível que o processo não seja executado adequadamente em algum momento, sendo o produto passível de contaminações (MACEDO, 2008).

Alguns trabalhos já relataram esse tipo de problema, dentre eles estão inclusos adulterações com açúcar refinado, contaminação por componentes organofosforados (MOTA, 2011), contaminação pelo uso de instrumentos que não são inoxidáveis, presença de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) proveniente da queima antes do corte da cana (SILVA, 2006), até as condições de trabalho em engenhos que pode afetar a saúde dos trabalhadores se não forem estabelecidas normas de trabalho (MOTA, 2020).

Os parâmetros de qualidade da rapadura exigidos pela legislação brasileira são poucos para produtos artesanais. São exemplos o teor de glicídios, umidade, teor máximo de acidez e algumas condições para a matéria prima (BRASIL, 1978). Além dos poucos parâmetros, as fiscalizações feitas pelo órgão competente (ANVISA) são escassas.

Devido a relevância nutricional, econômica e cultural da rapadura para a região nordeste, o presente trabalho visa analisar a qualidade das rapaduras produzidas na região de Areia, Paraíba.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral:

O presente trabalho visa realizar análises físico-químicas para avaliar a qualidade de rapaduras produzidas na região de Areia, Paraíba.

### 2.2 Objetivos Específicos:

Avaliar em amostras de rapaduras

- Os parâmetros de umidade, sólidos insolúveis, pH, cinzas, presença de sulfitos, teores de açúcares redutores e não redutores;
- Comparar os dados obtidos com os parâmetros exigidos pela legislação brasileira;
- Realizar levantamento de rapaduras produzidas no município de Areia, Paraíba;
- Aprofundar conhecimentos das características químicas das de rapaduras produzidas no município de Areia, Paraíba.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Rapadura: Aspectos históricos e econômicos

A rapadura é um produto obtido por meio da concentração do caldo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.), caracterizado por possuir sabor doce e por ser um alimento muito consumido no nordeste do país de diversas formas, sendo o consumo *in natura*, a forma mais comum. O termo rapadura, origina-se de “raspadura”, a partir das raspagens das grossas camadas de açúcar que ficavam aderidos aos tachos durante a fabricação nos engenhos (OLIVEIRA, 2007).

Embora a rapadura seja um alimento que está bastante associado a cultura brasileira, o Brasil não é o único país que produz essa iguaria. A Colômbia é o país que mais consome rapadura no mundo, chegando a 25 kg/hab/ano, enquanto no Brasil o consumo é por volta de 1 kg/hab/ano. Ainda que seja difícil de associar, a rapadura não é originariamente brasileira. A sua fabricação iniciou nas Ilhas Canárias, por volta do século XVI na intenção de ser um produto fácil de ser transportado pela sua prática acomodação (OLIVEIRA, 2007).

No Brasil, a rapadura só começou a ser produzida, quando surgiram os primeiros engenhos de cana-de-açúcar, em 1516 no litoral do Pernambuco. Até então o alimento era acompanhado do descrédito de ser considerado alimento “de pobre”, pois era predominantemente consumido por escravos (OLIVEIRA, 2007)

Engenho pode ser definido como uma propriedade agrícola onde é cultivada a cana-de-açúcar e produz produtos dela derivados como açúcar ou álcool. Inicialmente os engenhos produziam principalmente açúcar, mas como atendiam também o mercado externo, esse produto tornava a exportação muito difícil. Por isso, passaram a produzir rapadura, que se tornou o principal produto comercializado, já que seu fornecimento é feito com mais facilidade, por ser possível ser transportado em pequenas ou grandes quantidades (CAVALCANTE, 2019).

Embora a produção de açúcar e rapadura tenha tido seu início associado ao triste e vergonhoso episódio da escravidão no Brasil, não cessou com a abolição da escravatura. O conhecimento sobre a produção, vem sendo passado por gerações e faz parte da vida de agricultores familiares que utilizam como uma atividade rentável de sustento das suas famílias no contexto da agricultura familiar e de pequenas produções. Seu processo de fabricação inclui equipamentos simples e operações que podem ser executadas de forma segura. Desta forma,

uma pequena agroindústria rural pode produzir açúcar mascavo, rapadura, e cachaça de forma integrada (JERONIMO, 2018).

O maior produtor de rapadura no Brasil, foi o estado do Ceará no ano de 1980, chegando a produzir 19.488 toneladas de rapadura naquele ano, mas outros estados como Piauí, Pernambuco, Paraíba e Maranhão, produziam consideravelmente, tornando o Nordeste o responsável por 60% de toda a produção do país. A Paraíba já se destacou como polo produtor por possuir engenhos ativos na região do brejo e do sertão. Os municípios dessa região que mais se destacam na produção de rapadura são Areia, Pilões, Alagoa Grande, Alagoa Nova e Juarez Távora (LIMA, 2001).

Areia é um município localizado na região do brejo paraibano, a 622 metros de altitude, ao lado da Serra da Borborema, que chamou atenção dos colonizadores no início do século XVIII pelo clima úmido com precipitações e temperatura por volta de 24 °C a 25 °C. As várzeas dos rios, nas baixadas úmidas e férteis entre as encostas dos morros, formavam as áreas mais apropriadas para plantação da cana-de-açúcar. As condições de solo e clima eram tão propícias à cultura canavieira, como haviam sido para o algodão e depois o para o café e o agave. As chuvas constantes e bem distribuídas cooperavam para o cultivo da lavoura. O grande potencial para a produção agrícola foi e continua sendo explorado economicamente (FERREIRA, 2010)

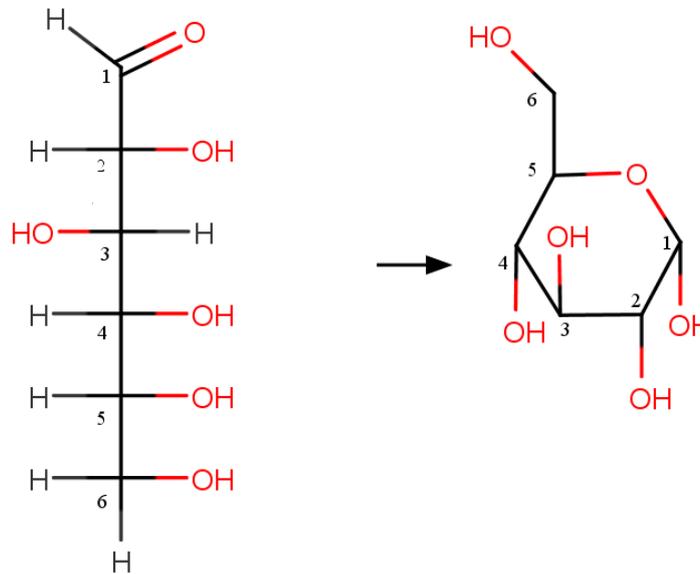
### 3.2 Composição química da rapadura

A composição química da rapadura é majoritariamente açúcar. Os carboidratos são moléculas abundantes utilizadas no metabolismo dos seres vivos. É uma das principais fontes de energia obtida por meio da oxidação destas moléculas no meio intracelular (LEHNINGER, 2014). Dentro das inúmeras possibilidades destes compostos, eles são organizados em três grupos: monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos. Os monossacarídeos possuem as estruturas mais simples que vão de 3 a 9 carbonos, podendo ser um polihidroxialdeído, chamados de aldoses e possuem a função aldeído na extremidade da cadeia (perceptível quando temos a estrutura aberta da molécula), ou uma polihidroxiketose (cetose), nesse caso a função orgânica é uma cetona (CAMPBELL, 2000).

Os dissacarídeos são estruturas que possuem dois monossacarídeos ligados. A reação que liga os monômeros acontece com açúcar em sua forma cíclica que é a forma mais predominante para monossacarídeos com mais de 5 carbonos. Na sacarose, a ciclização da

glicose ocorre pela interação da função aldeído do carbono 1, com a função álcool do carbono 5 (LEHNINGER, 2014), conforme a imagem:

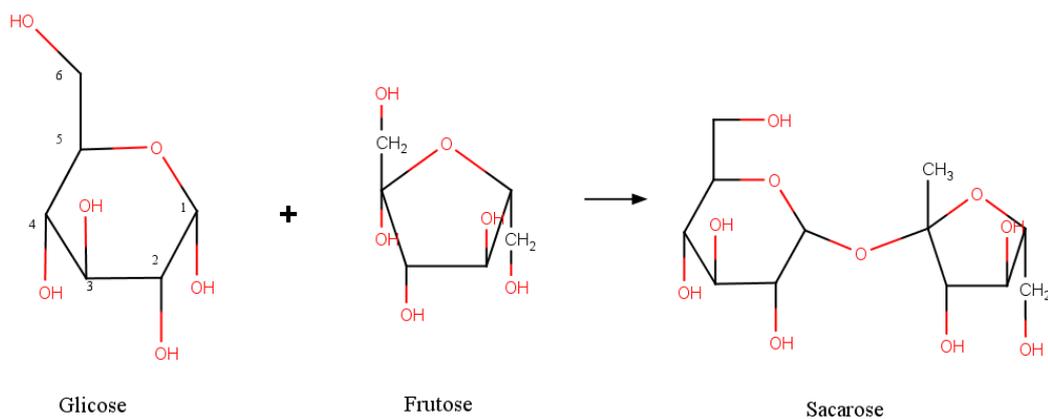
**Figura 1** – Ciclização da glicose



Fonte: Própria, 2020.

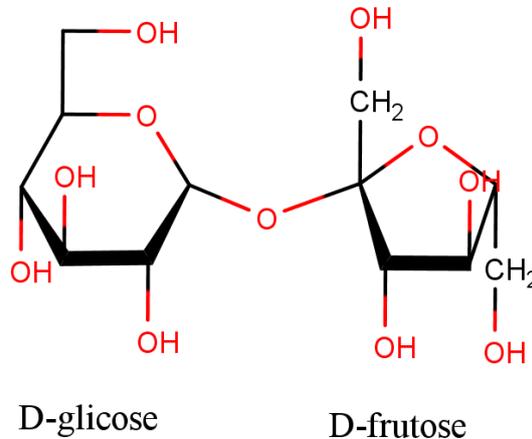
A ligação glicosídica, envolve o carbono anomérico e o grupo hidroxila desse carbono liga-se com o grupo hidroxila de um segundo monossacarídeo, formando um acetal (LEHNINGER, 2014). Essa ligação é a base para a formação de oligossacarídeos e polissacarídeos. A sacarose que é o açúcar extraído da cana de açúcar, possui duas unidades monossacarídicas que são a glicose e a frutose (CAMPBELL, 2000).

**Figura 2** – Ligação glicosídica para a formação da Sacarose



Fonte: Própria, 2020.

**Figura 3** – Estrutura da sacarose



Fonte: Própria, 2020.

Por se tratar de um produto natural, ainda que passe por um processamento industrial, a rapadura oferece elementos nutritivos que são derivados da própria matéria prima, que são os elementos inorgânicos. Eles se encontram na forma de íons, sais e integrantes de complexos moleculares. Os principais elementos encontrados no caldo da cana de açúcar e conseqüentemente na rapadura, são potássio, cálcio, ferro, alumínio, sódio, magnésio, manganês, cobre, zinco, fosfatos, cloretos, sulfatos, nitratos, silicatos e oxalatos (BETANNI, 2003).

A presença de minerais no caldo da cana-de-açúcar, está relacionada com disponibilidade ou manejo do solo. Tratando-se do produto rapadura, que exige um processo de concentração, pode ser que a presença de minerais seja ainda mais elevada no produto final. Durante o processamento, também pode haver elevação desses minerais devido à contaminação, considerando que não é comum o uso de equipamentos de aço inoxidável que possuem resistência a corrosão e, portanto, não transfere componentes químicos para os alimentos (NOGUEIRA,2009). Tomaz (2011), salienta ainda que são encontrados metabólitos como flavonoides e antocianinas, poliamidas, fenólicos, betaínas, giberelinas, ácidos carboxílicos alfa-hidroxi ácidos e aminoácidos na rapadura.

**Tabela 1**– Comparativo de informações nutricionais da rapadura.

| Componente             |                  | Cada 100g de rapadura contém:   |  |                          |                                  |                                       |                            |                                     |
|------------------------|------------------|---------------------------------|--|--------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|
|                        |                  | Tabela CIMPACENTEC <sup>1</sup> | Tabela Literatura DELGADO & DELGADO <sup>2</sup> | Tabela TACO <sup>3</sup> | Tabela NUTEC SEBRAE <sup>4</sup> | Tabela Literatura CHAVES <sup>6</sup> | IBGE <sup>6</sup> Rapadura | IBGE <sup>6</sup> Batida (rapadura) |
| Glicídios              | Sacarose (g)     | 72 a 78                         | 75 a 84  | -                        | 72 a 78                          | 75 a 88                               | -                          | -                                   |
|                        | Frutose (g)      | 1,5 a 7,0                       | 2,5 a 3,5  | -                        | 1,5 a 7,0                        | 3 a 10                                | -                          | -                                   |
|                        | Glicose (g)      | 1,5 a 7,0                       | 2,5 a 3,5  | -                        | 1,5 a 7,0                        | 2 a 9                                 | -                          | -                                   |
|                        | Carboidratos (g) | -                               | -  | 90,8                     | -                                |                                       | 76,6                       | 98,09                               |
| Minerais               | Potássio (mg)    | 10 a 13                         | 60 a 300   | 459                      | 10 a 13                          | 600 a 1.000                           | 395                        | 133                                 |
|                        | Cálcio (mg)      | 40 a 100                        | 50 a 300   | 30                       | 40 a 100                         | 40 a 110                              | 102                        | 83                                  |
|                        | Magnésio (mg)    | 70 a 90                         | 30 a 60  | 47                       | 70 a 90                          | 60 a 130                              | 115                        | 9                                   |
|                        | Fósforo (mg)     | 20 a 90                         | 30 a 100   | 21                       | 20 a 90                          | 14 a 100                              | 74                         | 4                                   |
|                        | Sódio (mg)       | 19 a 30                         | 30 a 80  | 22                       | 19 a 30                          | 19 a 38                               | 4                          | 28                                  |
|                        | Ferro (mg)       | 10 a 13                         | 2 a 8  | 4,4                      | 10 a 13                          | 4 a 40                                | 5,45                       | 0,71                                |
|                        | Manganês (mg)    | 0,2 a 0,5                       | 1 a 4  | 1,66                     | 0,2 a 0,5                        | -                                     | 2,62                       | 0,06                                |
|                        | Zinco (mg)       | 0,2 a 0,4                       | 1 a 3  | 0,6                      | 0,2 a 0,4                        | 0,2 a 0,4                             | 0,3                        | 0,03                                |
|                        | Flúor (mg)       | 5,3 a 6,0                       | -  | -                        | 5,3 a 6,0                        | 5,3 a 6,0                             | -                          | -                                   |
|                        | Cobre (mg)       | 0,1 a 0,9                       | -  | 0,17                     | 0,1 a 0,9                        | 0,1 a 0,9                             | 0,84                       | 0,05                                |
| <b>Proteínas (mg)</b>  |                  | 280                             | 280  | 1,0g                     | 280                              |                                       | -                          | 0,12                                |
| <b>Água (g)</b>        |                  | 1,5 a 7,0                       | -  | -                        | 1,5 a 7,0                        | 2 a 4                                 | -                          | -                                   |
| <b>Calorias (kcal)</b> |                  | 312                             | -  | 352                      | 312                              | 390                                   | -                          | 380                                 |
| <b>Cinzas(g)</b>       |                  | -                               | -  | 1,1                      | -                                |                                       | -                          | -                                   |
| <b>Lipídeos (g)</b>    |                  | -                               | -  | 0,1                      | -                                |                                       | -                          | -                                   |
| <b>Umidade (%)</b>     |                  | -                               | -  | 7,1                      | -                                |                                       | -                          | -                                   |

Fonte: Adaptado de Braun (2015).

### 3.3 Processo de produção da rapadura

O ponto inicial da produção da rapadura é por meio da matéria prima, a cana-de-açúcar, portanto, é exigido atenção especial já que a qualidade da cana-de-açúcar, define também a qualidade do produto final. O planejamento da colheita deve ser pensado em função da safra, pois existem safras que são precoces, médias ou tardias, em função do seu tempo de maturação, sendo na maturação onde a cana-de-açúcar apresenta o teor mais elevado de sacarose, indicando

a cana no estado maduro (no melhor momento para a colheita e processamento) e com baixos teores de monossacarídeos. É importante perceber que alguns fatores como condições de clima, fertilidade do solo, qualidade e propriedade da adubação, tratos culturais, variedade da cana de açúcar e idade do canavial vão ter bastante influência no teor de sacarose e pureza do açúcar. Por isso, o produtor deve optar por plantar variedades que apresentem o teor máximo de sacarose na época do corte. Produtores artesanais, podem dar preferência a variedades que apresentem facilidade de despalha (retirada das palhas), já que a queima da cana não é indicada (CHAVES; FERNANDES; SILVA, 2003). Silva (2006), reforça a necessidade de não haver a queimada da cana-de-açúcar, pois a combustão da biomassa pode resultar em compostos provenientes da queima incompleta como por exemplos, HPAs, considerados potencialmente carcinogênicos ou mutagênicos.

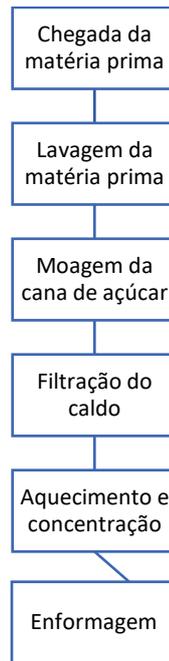
O caldo da cana-de-açúcar, que é o fator mais importante na produção da rapadura, apresenta-se como uma solução diluída de sacarose, porque contém 75% a 82% de água, e 14,5% de sacarose. Também é considerado impuro, pois apresenta entre 18% a 25% de sólidos insolúveis. Pode apresentar 0,2% a 1% de glicose e 0,0 a 0,5% de frutose, e uma pequena concentração de íons inorgânicos como cálcio, ferro, potássio, sódio (JERONIMO, 2018).

O principal critério de qualidade da matéria-prima para a fabricação de açúcar mascavo, rapadura e melado é que o caule esteja maduro, preferencialmente com teor de sacarose superior a 16%, que é atingido quando o teor de sólidos solúveis for superior a 18 °Brix. O grau Brix é uma escala utilizada para a medição da quantidade de açúcar em solução. Baseia-se em um índice de refração da luz em comparação com o desvio provocado pela água destilada (JERONIMO, 2018).

Durante a produção da rapadura, a organização estrutural do ambiente é de extrema importância. Os produtores devem conhecer a capacidade de fabricação do engenho, e portanto, devem administrar a quantidade de matéria prima que chega para a produção, evitando que a cana cortada precise ser armazenada ou tenha que ficar em espera por longos períodos pois essa condição afeta na qualidade do produto final por meio de fermentações não desejadas (MACEDO, 2008).

As etapas são ilustradas no fluxograma a seguir

**Figura 4** – Etapas do processo de produção



Fonte: Própria, 2020.

Uma das primeiras etapas em algumas casas de engenho é a higienização (lavagem) da cana, para evitar que alguma quantidade de areia, galhos ou pequenos insetos entrem no processo. A cana deve estar preferencialmente limpa, sem palhas ou impurezas pois estes são fontes de contaminação. A moagem é feita logo em seguida para que o caldo da cana-de-açúcar seja extraído, enquanto que os resíduos que são gerados (bagaço) pode ser destinado a alimentação animal ou para fornecer energia térmica. O caldo, pode ser visto como um sistema coloidal complexo, onde os açúcares estão em dispersão molecular de difícil separação, logo, a etapa de limpeza do caldo para a produção da rapadura e de outros produtos é primordial. No Brasil, os produtores não têm o hábito do uso de agentes de clarificação do caldo. O que é feito geralmente é um processo de filtração simples, separando o conteúdo sólido como bagaços e fibras, do conteúdo líquido. Neste último ocorre o recolhimento de impurezas com escumadeira sendo essa etapa de limpeza do caldo à quente, mas antes que entre em fervura (MACEDO, 2008).

Na etapa posterior, inicia-se o aquecimento do caldo. A instalação mais comum para a etapa de aquecimento e concentração é a utilização de recipientes abertos, aquecidos a fogo direto chamados de tachas, podendo ser organizados em série ou em tacha única (depende da produção do engenho). É nessa mesma tacha em que pode ocorrer a correção do pH por meio da adição de cal (Óxido de cálcio - CaO), pois o caldo da cana de açúcar é ligeiramente ácido, e pode ocorrer a inversão da sacarose. A etapa de correção de pH não é obrigatória, sendo mais

adotada em indústrias e não em produções artesanais (CHAVES; FERNANDES; SILVA, 2003).

Na etapa de cozimento, o caldo entra em perda contínua de água, e vai se tornando cada vez mais espesso e amarelado. O final do cozimento é percebido quando a temperatura atinge por volta de 114°C a 120°C e dura por volta de três horas a três horas e meia. Os produtores artesanais podem não possuir equipamentos como termômetros, que indicam a temperatura, então o ponto final é percebido de forma empírica, que consiste em colocar a massa em um recipiente com água fria e verificar o ponto da rapadura. Se a massa ficar consistente e dura, significa que a rapadura está pronta, um outro sinal de que o cozimento está chegando no ponto final, é quando a massa descola das laterais ou do fundo do tacho (OLIVEIRA, 2016).

A massa cozida será colocada em pequenos cochos de madeira, com uma concha ou uma espátula. Nos cochos deve ser agitada para atingir a textura conveniente para ser modelada. A agitação é feita observando o brilho da massa na beira do cocho, porque quando este começar a ficar fosco, sinaliza que é hora de enformar. A massa então é despejada nas formas com o auxílio de uma cuia. As rapaduras só devem ser desenformadas quando estiverem parcialmente frias, para evitar que quebrem (OLIVEIRA, 2016).

Para facilitar a remoção, as fôrmas podem ser umedecidas com água, e o produto permanece enformado pelo tempo necessário para o endurecimento, por volta de 20 a 60 minutos. Após a retirada da fôrma, ainda é recomendado deixar a rapadura em local arejado e seco para completar o endurecimento. Em seguida, cada peça é embalada individualmente, de preferência em embalagens plásticas para evitar o contato com a umidade do ambiente, a rapadura deve ser embalada de forma a não deixar que fique ar entre sua superfície e a embalagem, para não haver perda de qualidade do produto final (CHAVES; FERNANDES; SILVA, 2003).

Atualmente, tanto a rapadura como outros produtos obtidos no seu processo de fabricação estão sendo utilizados na substituição do açúcar refinado por se tratar de um produto sem excesso de aditivos químicos (ANDRADE; MEDEIROS; BORGES, 2018), fazendo crescer o mercado destes produtos.

### 3.4 A química de alimentos e as legislações sobre a qualidade da rapadura

A química de alimentos estuda as propriedades físicas, químicas e biológicas, valor

nutricional, custo e processamento de alimentos. Um dos principais pontos dessa área é investigar a composição química e suas propriedades, bem como descrever as transformações que podem sofrer durante sua produção, manipulação e armazenamento. A química de alimentos está totalmente associada a conceitos de química, bioquímica, biologia molecular, botânica e depende desses conhecimentos. Sua origem foi por volta de 1780 a 1850, quando foram iniciadas pesquisas após o farmacêutico Carl Wilhelm Scheele, isolar algumas substâncias como a lactose, ácido málico, ácido cítrico e ácido tartárico de alimentos e de materiais de origem animal e vegetal. Além de Carl Wilhelm, também houve grande contribuição de Antoine Laurent Lavoisier, com a descoberta sobre ácidos orgânicos em diversas frutas. Ele foi também o primeiro a demonstrar relação entre uma equação estequiométrica e um processo de fermentação. Dentre as atividades exercidas pelo químico de alimentos, incluem o estudo das transformações dos componentes dos alimentos, enquanto fabricação e armazenamento, estudo de possíveis adulterações, definir informações de atributos dos alimentos, resolver problemas relacionados a formulação, processamento e estabilidade dos alimentos, análise da geração e utilização de resíduos, e nas legislações dos alimentos (DAMODARAN, 2018).

Tendo em vista esse ponto, deve-se salientar que a legislação oferece parâmetros bastante limitados para o controle da qualidade de produtos artesanais, como a rapadura. O Ministério da Saúde, órgão responsável pela fiscalização e garantia de elaboração de planos e políticas públicas voltados para assistência e prevenção da saúde dos brasileiros, possui uma resolução que abrange normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas que se estende para todo o território brasileiro. De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), e a Resolução RDC nº 12, de 30 de março de 1978, produtos artesanais como a rapadura, o melado e melaço devem seguir as seguintes condições:

- fabricação com matérias primas não fermentadas;
- ausência de matéria terrosa, parasitos, detritos animais ou vegetais;
- ausência de essências, corantes artificiais ou naturais, conservadores ou edulcorantes;
- teor máximo de umidade deve ser 25% p/p;
- teor máximo de acidez em solução total deve ser 10% v/p;
- teor mínimo de Glicídios totais deve ser 80% p/p.

Torna-se, portanto, de extrema relevância a realização de análises físico-químicas que visem detectar adulterações, contaminações e determinar a composição e qualidade de rapaduras, já que alguns estudos já demonstraram que existe esse tipo de prática em vários engenhos.

Mota (2011) realizou um trabalho importante comentando sobre a intoxicação por exposição à rapadura, onde mais da metade dos casos, vieram a óbito por consumir rapaduras contaminadas com organofosforados. Em 2003, Coutinho comentou sobre o ponto de vista econômico, sobre a adulteração de rapaduras pela adição de açúcar refinado. Essa prática é difícil de ser identificada pelo consumidor, e até mesmo pelos comerciantes, resultando em uma competição injusta para pequenos produtores. Silva (2006) trabalhou com métodos de determinação de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos em rapaduras, pois são considerados potencialmente carcinogênicos e mutagênicos. Mota (2020), mostrou que o trabalhador rural no engenho, está exposto a riscos por falta de equipamentos de proteção sinalizando justamente como a fiscalização é insuficiente quando se trata de produção da rapadura. Os parâmetros são todos direcionados ao produto final, mas pouco se fala sobre as condições de trabalho, visto que por não existir uma uniformidade de processos, implica em produtos que algumas vezes chegam ao comércio adulterados ou contaminados, seja intencionalmente ou apenas por falta de padronização no processo de produção.

### 3.5 Análises físico-químicas

#### 3.5.1 Análise de pH

De acordo com Barreto *et al* (2015), em alguns engenhos, durante a fervura do caldo, adicionam óxido de cálcio (Cal, como é popularmente conhecido) para uma elevação do pH, afim de prevenir que ocorra a inversão da sacarose. A inversão da sacarose, ou produção de açúcar invertido, é o processo pelo qual ocorre o aquecimento da sacarose (encontrado de forma majoritária no caldo da cana-de-açúcar) na presença de água, ocorrendo uma reação de hidrólise do açúcar. Nesse processo então, há a quebra da molécula (constituída por dois monossacarídeos) resultando em glicose e frutose.

Quando essa reação ocorre, resulta em um xarope nomeado de açúcar invertido e é chamado assim pois é uma referência ao desvio da luz, que é causado quando o material é submetido a análise de por uma luz polarizada. A sacarose é uma molécula dextrógira, mas glicose e frutose são moléculas lévógiras, causando a inversão do plano de desvio da luz e esse açúcar possui um sabor muito doce, mas que retem umidade (CAMPBELL, 2000).

Segundo Gava (2008), o pH se enquadra como um dos principais parâmetros intrínsecos considerado como características que podem ser obstáculos ou facilitadores para contaminações.

### *3.5.2 Análise do teor de umidade*

A água é um dos fatores que mais atua na alteração de alimentos seja na forma de umidade ou de atividade de água (GAVA, 2008).

De acordo com Gomes (2013), a umidade é um importante fator a ser analisado já que está intimamente ligado com a durabilidade do produto. Pela alta concentração de açúcares e uma quantidade considerável de umidade, a rapadura torna-se o ambiente ideal para a proliferação de microrganismos como fungos, e conseqüentemente diminuindo a vida útil de prateleira.

### *3.5.3 Análise do teor de sólidos insolúveis em água por gravimetria*

Considerando que a sacarose é um composto extremamente solúvel, a determinação de sólidos insolúveis por gravimetria visa identificar se existe constituintes na amostra, que não fazem parte da matéria prima, como sujidades ou matérias estranhas

### *3.5.4 Análise do teor de açúcares redutores e não redutores*

Os monossacarídeos são um grupo dentro da classe dos carboidratos estudados na bioquímica. Também são denominados como açúcares redutores, pois são passíveis de sofrerem oxidação já que possuem grupos funcionais como aldeídos e cetonas. O grupo funcional em questão, está livre na molécula, e pode ser oxidado quando estiver em contato com soluções alcalinas ou na presença de agentes oxidantes. Alguns dissacarídeos, assim como a sacarose, fazem ligação entre os dois carbonos anoméricos das unidades de monossacarídeos estão envolvidas na ligação glicosídica, ocasionando a não linearização da molécula e, portanto, são denominados de açúcares não redutores (SILVA, 2003).

Para Silva (2017), os açúcares redutores presentes em produtos derivados da cana de açúcar, podem ter se originado na própria cana, na colheita de uma cana que não estivesse no pico da maturação e também originado pela inversão da sacarose no processo de fabricação. Considerando o primeiro caso, um teor elevado de açúcares redutores no momento da colheita, interfere na fabricação da rapadura pois dificulta a obtenção do ponto final de cozimento, resultando em um produto mais úmido.

Por meio da redução dos açúcares causados pela cobre da solução, é possível calcular o teor de açúcares redutores em porcentagem a partir da equação:

$$\frac{100 \cdot A \cdot a}{P \cdot V} = \% \text{ Açúcares Redutores}$$

A partir da equação abaixo, é possível calcular a porcentagem de açúcares não redutores presentes nas amostras:

$$\left[ \frac{100 \cdot A \cdot a}{P \cdot V} - B \right] \cdot 0,95 = \% \text{ Açúcares não redutores}$$

Onde  $A$  é o nº de mL da solução da amostra, o  $a$  é o nº de g de glicose correspondente a 10 mL das soluções de Fehling, o  $P$  é a massa da amostra em g, o  $V$  é o nº de mL da solução da amostra gasta na titulação e o  $B$  é o nº de g de glicose por cento obtidos em açúcares redutores em glicose.

### 3.5.5 Análise de dióxido de enxofre

Convencionalmente, a produção de açúcar refinado baseia-se nas etapas de colheita, recepção, lavagem, moagem e cozimento, de forma muito semelhante ao processo da rapadura. No entanto, durante a concentração do caldo, realiza-se a clarificação. A finalidade dessa etapa é obter um caldo livre de impurezas, sendo possível pela adição de agentes clarificantes que promovem a coagulação de partículas e etapas de decantação (CREMA, 2012).

Os agentes que proporcionam a clarificação, são a Cal (óxido de cálcio) apresentando um caldo com coloração amarelada e dióxido de enxofre, que degrada a clorofila que é um pigmento natural presente no caldo da cana-de-açúcar, além de transformar os compostos férricos coloridos em compostos ferrosos incolores (MORILLA, 2015).

### 3.5.6 Análise do teor de cinzas

Embora a rapadura seja apresentada como um alimento muito energético e conhecido por ser uma fonte de minerais como o ferro, a composição mineral da rapadura será variada pois o teor de nutrientes do alimento (NOGUEIRA, 2009).



## 4 METODOLOGIA

As quatro amostras foram obtidas a partir do comércio local do município de Areia, Paraíba. Das quais, três foram produzidas em engenhos e uma de forma artesanal.

Para a avaliação dos parâmetros, as análises foram realizadas nos laboratórios de química orgânica e química analítica, localizados na Universidade Federal da Paraíba, campus II no município de Areia. As metodologias utilizadas, foram seguidas de acordo com Instituto Adolfo Lutz (2008).

### 4.1 Determinação de Sólidos Insolúveis em água por gravimetria

Considerando que a sacarose é um composto extremamente solúvel, a determinação de sólidos insolúveis por gravimetria visa identificar se existe constituintes na amostra, que não fazem parte da matéria prima, como sujidades ou matérias estranhas.

#### Materiais

- Béquer
- Chapa de aquecimento
- Funil
- Suporte Universal
- Papel de filtro
- Béquer
- Balança Analítica
- Dessecador

#### *Procedimento*

Nessa análise, foram pesados aproximadamente 10 gramas de amostra triturada em um béquer e dissolvidos em 50 mL de água destilada. Em seguida, essa solução foi filtrada com funil e papel de filtro qualitativo previamente seco e pesado. A solução de rapadura passou por 3 lavagens com 50 mL de água, à 80°C, pois a essa temperatura, além de não perder quantidade de solvente por evaporação, a 80°C garante a total solubilização da amostra já que a temperatura é um fator que favorece a solubilidade. Os papéis de filtro foram levados a estufa, à temperatura de 135°C por 1 hora, em seguida dos papéis foram acondicionados em dessecador para chegar à temperatura ambiente até ser pesados. Os papéis ainda foram levados a aquecimento e

pesagens por mais 3 vezes afim de obter um valor que não apresentasse alteração significativa entre uma pesagem e outra.

#### 4.2 Determinação de pH

O pH pode ser definido como potencial hidrogeniônico, baseia-se na medida da concentração da quantidade de íons  $H^+$  presentes na solução, quanto maior a quantidade desses íons menor será o valor do pH, que é determinado por meio de uma relação logarítmica onde a concentração do íon de hidrogênio aumenta em dez vezes para cada unidade de pH que diminui.

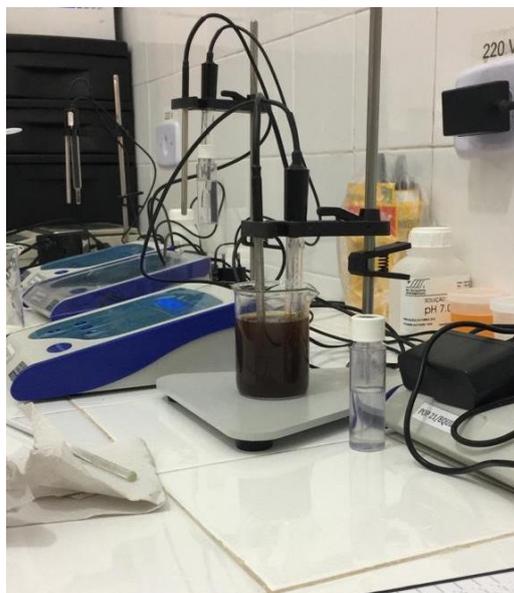
##### *Materiais*

- Béquer
- pHmetro

##### *Procedimento*

Aproximadamente 10 g de amostra foram pesados e solubilizados em 50 mL de água destilada. Com o auxílio de um pHmetro previamente calibrado, o eletrodo foi mergulhado nas soluções para a determinação do pH seguindo o Procedimento de Operação Padrão do equipamento, conforma a imagem:

**Figura 5 – Análise de pH**



Fonte: Própria, 2019

### 4.3 Análise de Umidade

A análise do teor de umidade consiste em determinar a porcentagem de água disponível no alimento.

#### *Materiais*

- Cápsulas de porcelana
- Estufa
- Balança Analítica

#### *Procedimento*

As cápsulas de porcelana foram devidamente lavadas e secas. Aproximadamente 7 gramas de amostra foram pesadas e levadas a aquecimento a 105°C em estufa por 2 horas. Após esse período, as cápsulas foram levadas ao dessecador e pesadas quando estavam a temperatura ambiente. O procedimento foi realizado até obtenção de peso constante entre uma medida e outra.

### 4.4 Análise de Detecção de Dióxido de Enxofre

Essa análise determina a presença de dióxido de enxofre, que não está incluído na fabricação da rapadura, mas sim na fabricação do açúcar.

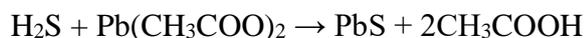
#### *Materiais*

- Erlenmeyer
- Chapa de Aquecimento
- Soluções de Ácido Clorídrico (HCl) 37%
- Solução de Acetato de Chumbo Saturada ( $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ )
- Papel de filtro
- Pedras de Zinco

#### *Procedimento*

Uma amostra de 25 gramas da amostra foi pesada, solubilizada com água destilada para 50mL, e transferidos para um erlenmeyer. Foram adicionadas 3 pedras de zinco e 4 mL de ácido clorídrico (HCl) a 37%. O erlenmeyer contendo a amostra foi levado a aquecimento com um papel de filtro impregnado com uma solução de acetato de chumbo ( $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ )

posicionado na boca do erlenmeyer, aguardando a ebulição do conteúdo por alguns segundos. O ácido promove a acidificação do meio, formando Sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S) gasoso com o enxofre presente na amostra. Esse gás reage com o acetato de chumbo, produzindo Sulfeto de chumbo (PbS), como descrito na reação:



#### 4.5 Análise de Açúcares redutores em glicose

Essa análise determina o teor em porcentagem de açúcares redutores, que no caso da rapadura são glicose e frutose, contidos na amostra.

##### *Materiais*

- Erlenmeyer
- Bureta
- Suporte universal
- Chapa de aquecimento
- Solução de Fehling A
- Solução de Fehling B
- Pérolas de vidro

##### *Procedimento*

Pesou-se cerca de 2g a 5g de amostra em um béquer de 100 mL. A amostra foi transferida para um balão volumétrico de 100 mL com o auxílio de água destilada. O volume foi completado até o menisco e em seguida transferido para uma bureta. Com o auxílio de pipetas de 10 mL, foi transferido para um Erlenmeyer de 250 mL cada uma das soluções de Fehling A e B, e adicionando também 40 mL de água juntamente com algumas pérolas de vidro. O conteúdo do Erlenmeyer foi aquecido até ebulição para que se inicie a titulação, e o ponto de equivalência foi sinalizado pela mudança de coloração azul para vermelho-tijolo, indicando a presença de açúcares redutores, conforme a imagem:

**Figura 6** – Formação do precipitado do cobre reduzido formado na análise de açúcares redutores.



Fonte: Própria, 2019.

#### *Procedimento de Solução de Fehling A e B*

Para a preparação da solução de Fehling A, foi pesado 35,65g de sulfato de cobre pentahidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) e transferido para um balão volumétrico de 1000 mL. O volume foi completado com água destilada e homogeneizado. Para a solução de Fehling B, foi necessário a preparação de uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 40%, em seguida foi dissolvido 173 gramas de tartarato duplo de potássio e sódio ( $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) em 300 mL na solução de hidróxido de sódio (NaOH) 40%, e em seguida, transferido para um balão volumétrico de 1000 mL, completado o volume com água destilada e homogeneizado. A solução ficou em repouso por 24 horas.

#### **4.5 Análise de Açúcares Não Redutores**

A determinação de açúcares não redutores, determina em porcentagem a sacarose contida nessa amostra.

##### *Materiais*

- Erlenmeyer
- Bureta
- Suporte universal
- Chapa de aquecimento
- Solução de Fehling A

- Solução de Fehling B
- Solução de Ácido Clorídrico (HCl) 37%
- Pérolas de vidro

Foi transferido 10 mL do filtrado obtido na determinação do açúcar redutor (seção 4.4) para um erlenmeyer de 125mL. Em seguida, adicionado 2 mL de ácido clorídrico concentrado, provocando a hidrólise da sacarose, e levado ao banho-maria a 100°C por 30 minutos. Esperou-se resfriar, e foram adicionadas gotas de solução de hidróxido de sódio a 40%, ou gotas de solução de ácido clorídrico 6M, para alcançar pH 9. A solução foi transferida para um balão de 100 mL e completado o volume com água destilada.

Em um erlenmeyer, foi adicionado 10 mL de solução de Fehling A, 10mL de solução de Fehling B, 40 mL de água destilada e algumas pérolas de vidro. Em seguida, a solução foi aquecida em uma chapa aquecedora, até ebulição. Logo após, iniciou-se o gotejamento a solução da bureta, sem agitação até a alteração da coloração para marrom-tijolo.

#### **4.6 Análise do teor de cinzas**

A análise de cinzas revela a porcentagem de minerais presentes no alimento por meio da combustão da matéria orgânica presente.

##### *Materiais*

- Cápsula de porcelana
- Mufla
- Balança analítica
- Dessecador

##### *Procedimento*

Pesou-se 2,5 gramas de amostra raspada e transferiu-se para uma cápsula de porcelana previamente lavada e seca. O cadinho com a amostra foi levado até a mufla à temperatura de 640°C por 6 horas. Posteriormente os cadinhos foram levados ao dessecador até alcançar a temperatura ambiente e só então foram pesados.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Análise de pH

**Tabela 2**– Médias dos dados da análise de pH.

|                      | <b>R1</b>  | <b>R2</b> | <b>R3</b> | <b>R4</b> |
|----------------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Análise de pH</b> | 4,84 ±0,02 | 5,29±0,02 | 5,22±0,03 | 5,33±0,02 |

Fonte: Própria, 2020.

O pH é citado como fator relevante na limitação do desenvolvimento de microorganismos, sendo a maioria deles, desenvolvidos quando o pH se encontra próximo a faixa da neutralidade (entre 6,6 e 7,5) sendo uma faixa mais favorável para bolores e leveduras, já que as bactérias são mais sensíveis e exigentes em relação ao quão ácido ou não o meio pode ser (GAVA, 2008)

Um valor baixo de pH pode indicar fermentação da sacarose e proliferação microbiana. Embora não tenha limites estabelecidos na legislação, Silva (2017) comenta que correções no pH podem influenciar na coloração do produto final, causando modificação estrutural de pigmentos naturais presentes na cana de açúcar, realmente condiz pois a amostra com o menor pH apresentava coloração mais escura.

O maior teor de pH encontrado foi referente a amostra R4, com valor próximo a 5,5. A regulamentação brasileira não estipula parâmetros para pH, mas a norma técnica Equatoriana NTE INEN 2 331 de 2002, permite um pH mínimo de 5,9 o que caracterizariam as amostras desse trabalho como desqualificadas. Porém, alguns trabalhos utilizando amostras produzidas no Brasil, como o de Braun (2015) encontrou valores que vão de 4,73 até 5,61 e Barreto (2015) que encontrou pH 5,5 como sendo o pH natural do caldo. Paixão (2019) analisou rapaduras artesanais e industriais comercializadas em Minas Gerais, obtendo valores de pH variando entre 5,39 a 5,62. Silva (2019) obteve média de pH 6,3 para rapaduras produzidas apenas com caldo de cana e média de pH 4,8 para rapaduras preparadas com adição de açúcar, mesmo valor da amostra R1, havendo provável adulteração. Em relação as outras amostras apresentadas, encontram-se na média em comparação a outros trabalhos na literatura.

### 5.2 Análise do teor umidade

**Tabela 3**– Resultado médio das análises do teor de umidade expressos em porcentagem.

|                                       | <b>R1</b>      | <b>R2</b>      | <b>R3</b>      | <b>R4</b>     |
|---------------------------------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| <b>Análise do teor de umidade (%)</b> | 5,6582±0,02107 | 6,6359±0,02733 | 5,9811±0,05546 | 5,9220±0,1086 |

Fonte: Própria, 2020.

No Brasil, a RDC °12 (BRASIL, 1978) aponta um valor máximo de 25% de umidade em produtos artesanais como a rapadura. Como é permitido um valor de umidade tão alto, é muito provável que os produtores adicionem estabilizadores e conservantes químicos para garantir a qualidade da rapadura até a sua comercialização, embora essa prática descaracterize a rapadura como um alimento artesanal sem aditivos (DAMODARAN, 2018).

Além disso, para Joseph (2017), a baixa umidade é responsável pela textura da rapadura, sendo então um parâmetro investigado no estudo sensorial, e foi possível verificar esse aspecto durante as análises já que as rapaduras mais úmidas se desmanchavam com mais facilidade.

Silva (2017), que em seus estudos percebeu uma alta concentração de umidade em amostras açucaradas, pode causar consequências na qualidade do produto, como dissolução dos cristais e a hidrólise química da sacarose em açúcares glicose e frutose. Nesse aspecto, todas as rapaduras apresentaram facilidade de dissolução mas quando nos referimos a hidrólise da sacarose, não se pode afirmar que a existência de açúcares redutores nas amostras está exclusivamente ligado ao teor de umidade, embora a amostra R2 tenha sido a que atingiu os maiores valores de umidade e de teor de açúcares redutores simultaneamente.

Nos dados observados das análises, nas 4 amostras observadas nenhuma apresentou umidade além de 25%, que é o limite permitido pela legislação, embora seja um valor extremamente alto quando comparado com o limite permitido em outros países. As normas internacionais toleram entre 10% e 7%, do qual a amostras desse trabalho estariam muito próximas. Paixão (2019) em suas análises encontrou teor de umidade variando entre 2,66% a 4,75%, bastaste distantes dos valores para as amotras desse trabalho.

### 5.3 Análise do teor de sólidos insolúveis em água por gravimetria

**Tabela 4** – Teor de sólidos insolúveis na rapadura expressos em porcentagem.

|                                       | <b>R1</b>     | <b>R2</b>     | <b>R3</b>     | <b>R4</b>     |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Teor de sólidos insolúveis (%)</b> | 0,6666±0,0014 | 1,0577±0,0033 | 0,8411±0,0021 | 1,4776±0,0023 |

Fonte:Própria, 2020.

Considerando que a sacarose é um açúcar com uma solubilidade muito alta, a avaliação de sólidos insolúveis é importante, pois representa um importante parâmetro de qualidade representando a higiene do processo. (GUERRA, 2010)

De acordo com a RDC nº14 de 2014, a que dispõe sobre matérias estranhas macroscópicas e microscópicas em alimentos e bebidas, matéria estranhas são qualquer material não constituinte do produto associado a condições ou práticas inadequadas na produção, manipulação, armazenamento ou distribuição, por não seguir as boas práticas de fabricação.

De acordo com os resultados expostos, a mostra R4 possui o maior índice de contaminação no processo, mas trata-se de uma rapadura produzida de forma artesanal, logo é compreensível que haja teor de materiais que não são constituintes do produto pois na fabricação do mesmo, pode não dispor de equipamentos tão industrializados como em outras produções.

As demais amostras apresentam teores relativamente baixos, se comparado a normas internacionais. Em países como a Índia, não tolerados até 2% de matérias estranhas solúveis em água, enquanto que na Colômbia até 0,5% de matérias estranhas de origem vegetal (BRAUN, 2015).

#### 5.4 Análise do teor de açúcares redutores e não redutores

**Tabela 5** – Teor de açúcares redutores em porcentagem.

|  | <b>R1</b>      | <b>R2</b>      | <b>R3</b>      | <b>R4</b>       |
|--|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| <b>Média do teor de açúcares redutores</b>         | 14,6776±2,9446 | 17,8843±6,7494 | 11,1268±5,1511 | 7,5785±2,1633   |
| <b>Média do teor de açúcares não redutores (%)</b> | 86,3496±5,6788 | 77,7459±6,4938 | 86,7018±4,7461 | 76,2334±13,5478 |

Fonte: Própria, 2020.

Em análise de açúcares redutores, alguns estudos indicam que os valores para esses açúcares devem ser inferiores a 2,4%, já que a umidade gerada pelos açúcares redutores, diminui a vida de prateleira por causa da contaminação por microorganismos (ANDRADE, 2018). A análise de açúcares redutores nos traz informações sobre possíveis adulterações e

também sobre o tempo de maturação da cana quando ela foi cortada, já que em seu pico de maturação, apresenta teor máximo de sacarose, e teor mínimo de açúcares redutores. (CHAVES; FERNANDE; SILVA, 2003).

Nessa análise, a amostra R2 recebe destaque pelo maior teor de açúcares redutores encontrado, o que justifica ter sido a amostra com o maior teor de umidade, além de que, apresenta um teor baixo de açúcares não redutores indicando que provavelmente essa amostra foi fabricada por meio de matéria prima colhida fora do pico de maturação. Outra hipótese, é que a matéria prima utilizada foi armazenada, ocasionando fermentação. Isso implica no consumo da sacarose, por meio dos microorganismos que participam do processo, e a provável correção do pH por meio de Cal, justificando ser a amostra com a cor menos intensa, e mais amarelada.

Em relação ao teor de açúcares não redutores, nenhuma amostra apresentou teor abaixo do que é recomendado pela legislação, embora a amostra R4 tenha apresentado o menor teor, provavelmente está relacionado com a colheita da cana e o período de maturação.

A análise obteve altos valores de desvio padrão, que estão associados a análise ter sido feita por mais de um operador, e também pela difícil visualização do ponto final da titulação, sendo necessário o uso de iluminação direta sobre o Erlenmeyer para confirmar a presença do precipitado.

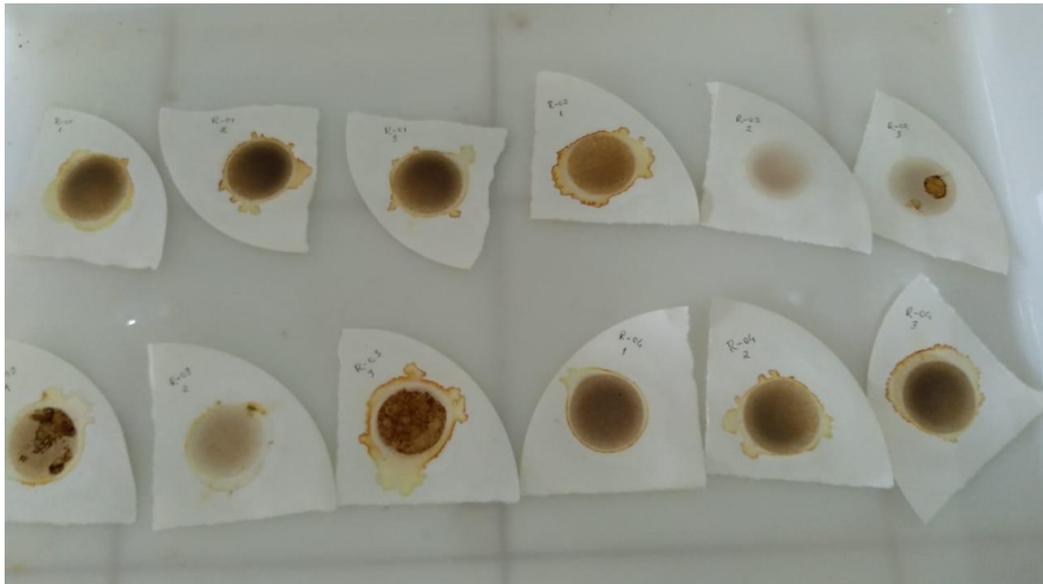
Paixão (2019) analisou o teor de açúcar redutor em 3 amostras de rapaduras artesanais e 3 rapaduras industriais, e obteve uma média de 10,41% e 7,93%, respectivamente. Comparados aos valores desse trabalho, foram resultados contrastantes.

Silva (2019) encontrou teores de 9,0% de açúcares redutores, e 92% de açúcar não redutores para rapaduras puras, enquanto obteve 11,0% e 90% para os mesmos parâmetros (respectivamente), em rapaduras produzidas com adição de açúcar.

## **5.5 Análise de dióxido de enxofre**

Os resultados da análise de dióxido de enxofre são expostos por meio da imagem a seguir

**Figura 7 – Análise de dióxido de enxofre.**



Fonte: Própria, 2019.

De acordo com a intensidade da coloração do papel de filtro, os resultados indicam que todas as amostras demonstraram presença de enxofre.

De acordo com Guerra (2010), em alguns países é permitido a adição de hidrosulfito de sódio para a diminuição da intensidade de cor da rapadura, mas no Brasil, os padrões técnicos não permitem a adição de compostos de enxofre, ou de substâncias branqueadoras. Mota (2011) ainda comenta que embora a prática da adição intencional de hidrosulfito de sódio seja ilegal, ela é muito comum entre os fabricantes.

Essa adição de branqueadores faz surgir uma suspeita em relação a qualidade da rapadura, já que em nenhuma parte do processo, por mais que não exista uma norma vigente de padronização de produção de rapadura, nenhum dos processos pesquisados apontam a adição de sulfitos como sendo uma etapa de processamento.

A adição desses compostos faz parte do processo de produção do açúcar refinado. Embora a rapadura e o açúcar comercial possuam sabor parecido, o açúcar passa por uma etapa de lavagem química e branqueamento que elimina componentes nutritivos, como os minerais e vitaminas. A superioridade nutritiva da rapadura, é justamente o que atrai o consumidor que busca por uma alimentação mais saudável, mas no comércio, diante um produto falsificado dificilmente irá poder distinguir de um produto devidamente fabricado, já que tanto a rapadura quanto o açúcar comercial são edulcorantes. A falsificação ou adulteração por adição de açúcar

é vantajosa pois aumenta o rendimento da rapadura e diminui a espera pela safra de cana de açúcar madura (COLTINHO, 2003).

## 5.6 Análise do teor de cinzas

**Tabela 6** – Média do teor de cinzas em porcentagem.

|                           | <b>R1</b>     | <b>R2</b>     | <b>R3</b>     | <b>R4</b>     |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Teor de cinzas (%)</b> | 0,9591±0,5203 | 0,6987±0,0370 | 1,1214±0,0091 | 0,9243±0,1351 |

Fonte: Própria, 2020.

A análise de cinzas revela a porcentagem de minerais presentes no alimento. Sua determinação se dá por meio da combustão completa de toda matéria orgânica, restando então apenas a fração de minerais, dos quais são presentes em formas de óxidos metálicos, sulfatos, fosfatos, nitratos, cloretos e outros (BETTANI, 2014; DAMODARAN, 2018).

Embora a rapadura seja apresentada como um alimento muito energético e conhecido por ser uma fonte de minerais como o ferro, a composição mineral da rapadura será variada pois o teor de nutrientes do alimento depende diretamente da disponibilidade desses nutrientes no solo. Quando se estuda o manejo e adubamento em uma produção, percebemos que cada elemento possui uma limitação, ou seja, para cada elemento existe uma condição necessária para que ele esteja disponível no solo, e assim, seja absorvido pelo vegetal. Enquanto que para elementos como Cobre, Manganês e Zinco, a faixa de pH ideal para a disponibilidade seja entre 5,0 a 6,5, para o Ferro, a faixa ideal é entre 4,0 a 6,0. Além disso, o ferro pode se apresentar deficiente no solo quando existe um desequilíbrio em relação a outros metais como Cobre, Molibdênio, Manganês e Fósforo. Considerando que na melhor das hipóteses, o solo tenha sido manejado com todo o planejamento para obtenção de um alimento rico em minerais, o resultado das análises variou entre um teor de cinzas de 1,1% a 0,6% para 100 gramas, demonstrando que se pode classificar a rapadura como uma fonte de minerais segundo a legislação pois de acordo com as informações fornecidas pelo RDC n° 27 de 13 de janeiro de 1998 (BRASIL, 1998), um alimento pode receber a denominação de fontes de vitaminas e minerais quando contiver no mínimo 15% da ingestão diária recomendada do respectivo nutriente, em 100 gramas quando o alimento for sólido. Supondo que o cultivo da cana-de-açúcar tenha sido o melhor possível, mesmo assim ainda não podemos afirmar quais são os nutrientes que compõe a rapadura, pois para isso é necessário uma investigação quantitativa para cada elemento que se deseja averiguar

(NOGUEIRA, 2009). Na legislação não existem parâmetros para o teor de minerais presentes na rapadura, mas a determinação desses constituintes devem estar presentes nos rótulos.

**Figura 8** – Amostras antes e depois da combustão.



Fonte: Própria, 2019.

## 6 CONCLUSÕES

Para todas as amostras foi detectada a presença de dióxido de enxofre, um agente branqueador utilizado no processo de fabricação de açúcares, o que pode sugerir adulteração da rapadura por adição de açúcar, o que não é permitido pela legislação brasileira.

A presença de sólidos insolúveis também aponta para existência de problemas de higiene, ou filtração inadequada durante a produção da rapadura. A implementação de projetos que visassem o treinamento de pequenos produtores iria contribuir para a diminuição na contaminação dos produtos e melhorar a qualidade do produto para o consumidor.

Os parâmetros presentes na regulamentação brasileira se diferem muito da regulamentação internacional, tanto em relação ao valor limite sendo mínimo ou máximo, quanto em comparação a quantidade de parâmetros exigidos. Não estipular valores de pH ou não estabelecer limites para a presença de compostos de enxofre na rapadura, facilita muito a fabricação de um produto fraudulento. O limite para o teor de umidade, é mais do que o dobro do que é exigido em normas internacionais, para países que são grandes consumidores de rapadura,

Ao final do trabalho é interessante perceber que mesmo para rapaduras produzidas em uma mesma região, obtemos diferentes características para cada uma delas, evidenciando que a fabricação não é padronizada. Fica evidente, portanto, a necessidade de uma maior

fiscalização e também uma regulamentação mais atualizada, clara e detalhada sobre os parâmetros relevantes para serem controlados durante a produção da rapadura.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L. A.; MEDEIROS, S. D. S.; BORGES M. T. M. R. - **Avaliação das características físico-químicas do açúcar mascavo adicionado de açúcar bruto de alta polarização** - Braz. J. Food Technol., Campinas, v. 21, e2017199, 2018.
- BARRETO, P. P. A. F. A. P., BETTANI, S. R.; BORGES, M. T. M. R., BERNARDI, M. R. V. - **AVALIAÇÃO FÍSICO- QUÍMICA E SENSORIAL DE DIFERENTES MELADOS** - Revista de Agricultura, v.90, n.3, p. 217 - 228, 2015.
- BETTANI, S.R; LAGO, C.E; FARIA, D.A.M; BORGES, T.M.R; BERNARDI, M.R.V – **Avaliação físico-química e sensorial de açúcares orgânicos e convencionais** - Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.16, n.2, p.155-162, 2014.
- BRAUN, CARLA LUCIANE KREUTZ. **AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, MICROBIOLÓGICA E DE SUJIDADES DE RAPADURAS ARTESANAIS PRODUZIDAS NA BAIXADA CUIABANA, MATO GROSSO, BRASIL**. Orientador: Profa. Dra. Adriana Paiva de Oliveira. 2015. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cuiabá - MT, 2015.
- BRASIL. Resolução RDC nº 12, de 30 de março de 1978. Aprova o “Normas Técnicas Especiais”. ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. São Paulo, 1978.
- CAMPBEEL, Mary k. **Bioquímica**. 3. ed. Porto Alegre: Artes Médicas do Sul LTDA, 2000. v. 1. ISBN 85-7307-676-3
- CAVALCANTE, C. D. M. **OS ENGENHOS DE AÇÚCAR COMO ESPAÇOS DE EDUCAÇÃO NÃO FORMAL NO ENSINO DE QUÍMICA**. Orientador: Profa. Dra. Maria Betania Hermenegildo dos Santos. 2019. 59 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, Areia, 2019.
- CHAVES, J.B.P.; FERNANDES, A.R.; SILVA, C.A.; **Produção de açúcar mascavo, melado e rapadura. Projetos de Empreendimentos Agroindustriais** – Produtos de Origem Vegetal. Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- COLTINHO, E.P - **Perspectivas mercadológicas da rapadura frente à modernização de seu sistema produtivo**. XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, 2003.
- CREMA , L. C. - **CLARIFICAÇÃO POR FLOTAÇÃO COM AR DISSOLVIDO (FAD) DA CALDA DE AÇÚCAR CRISTAL PARA PRODUÇÃO DE AÇÚCAR REFINADO**. Orientador: Prof. Dr. Roger Darros-Barbosa. 2012. 128 f. Dissertação (Pós-graduação em

Engenharia e Ciência de Alimentos do Instituto de Biociências) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto – SP, 2012.

DAMODARAN, Srinivasan. **A química de alimentos de Fennema**. 5. ed. [S. l.]: Artmed, 2018. 1120 p.

FERREIRA, A.C.A; **A CONTRIBUIÇÃO DOS ENGENHOS DE CACHAÇA E RAPADURA NA FORMAÇÃO CULTURAL DO MUNICÍPIO DE AREIA**. I Seminário Nacional Fontes Documentais e Pesquisa Histórica, 2010.

GARCIA, D.M; **ANÁLISE DE ATIVIDADE DE ÁGUA EM ALIMENTOS ARMAZENADOS NO INTERIOR DE GRANJAS DE INTEGRAÇÃO AVÍCOLA**. Porto Alegre, 50p. Dissertação (Mestrado Ciências Veterinárias) – UFRGS, 2004.

GAVA, A.J **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações-São Paulo**: Nobel, 2008.

GOMES, R.A; *Uso de conservador na estabilidade da rapadura com coco*. 2013. 62f. – Monografia – Universidade Federal do Maranhão, Imperatriz, 2013.

GUERRA, M. J.; MUJICA, M. V. - **Physical and chemical properties of granulated cane sugar "panelas"** - Ciênc. Tecnol. Aliment. vol.30 no.1 Campinas Mar 05, 2010.

LIMA, J.R.P; CAVALCANTI, C.M.L. **Do Engenho Para o Mundo? A Produção de Rapadura no Nordeste: Características, Perspectivas e Indicação de Políticas** - Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 32, n. 4 p. 950-974, out-dez. 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para a análise de alimentos**. São Paulo, 2008.

JERONIMO, E. M.. **Produção de açúcar mascavo, rapadura e melado no âmbito da agricultura familiar e sua importância na alimentação humana**. In: Lourenço Magnoni Júnior, David Stevens, Sérgio Roberto de Moura Purini, Maria da Graça Mello Magnoni, José Misael Ferreira do Vale, Guido Aparecido Branco Junior, Ecidir Ferreira Adorno Filho, Wilson Tadeu Lopes da Silva e Wellington dos Santos Figueiredo. (Org.). Programa educativo e social JC na escola: ciência alimentando o Brasil. 2ed.São Paulo: Centro Paula Souza, 2018, v. 1, p. 111-120.

JOSEPH, D. **AGREGAÇÃO DE VALOR NUTRICIONAL E SENSORIAL EM RAPADURAS ARTESANAIS**. Orientador: Profa. Dra. MARIA TERESA MENDES RIBEIRO BORGES. 2017. 77 f. Dissertação (Agroecologia e Desenvolvimento Rural) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, Araras, 2017.

LEHNINGER, Nelson, David. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 6. ed. Porto Alegre: ARTMED EDITORA LTDA, 2014. ISBN 978-85-8271-073-9.

- MACEDO, J. D. B. **Rapadura: uma arte que atravessa os tempos. Fonte de renda para a agricultura familiar de Senhor do Bonfim, Bahia** - Bahia Agríc., v.8, n. 2, nov. 2008.
- MORILLA, C. H. G. **Viabilidade econômico-financeira da substituição do dióxido de enxofre pelo peróxido de hidrogênio na cadeia produtiva do açúcar**. Orientador: Prof. Dr. Claudio Lima de Aguiar. 2015. 105 f. Dissertação (Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2015.
- MOTA, D.M; PORTO,E.A.S.; COSTA,J.A; FRANÇA,R.F.S; CERRONI, M.P; NÓBREGA, A.A; SOBEL, J. – **Intoxicação por exposição à Rapadura em três municípios do Rio Grande do Norte, Brasil: uma investigação epidemiologia de campo**. - Saúde Soc. São Paulo, v.20, n.3, p.797-810, 2011.
- MOTA, M.P; NETO; F.R.G.X.; SILVA, R.L.B.; PRADO, J.A.; VIANA, T.B., BORGES, G.D. - **Riscos à saúde do trabalhador rural na produção de rapadura** - Research, Society and Development, v. 9, n. 5, e167953259, 2020
- OLIVEIRA, J. C; NASCIMENTO, R. de J; BRITTO, W. S. F. **Demonstração dos custos da cadeia produtiva da rapadura**: Estudo realizado no Vale do São Francisco, 2007.
- OLIVEIRA, THAYSE KAROLLYNE ARAUJO. **AGRICULTURA FAMILIAR: PRODUÇÃO DE RAPADURA E DESTINO FINAL DO BAGAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR**. Orientador: MSc. Janaina Adna Barbosa Sena. 2016. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Agropecuária) - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS, POSSE - GO, 2016.
- OLIVEIRA, A.J - **ENGENHOS DE RAPADURA DO CARIRI: TRABALHO E COTIDIANO – 1790-1850** - IX Encontro Estadual de História.Engenhos de Rapadura do Cariri: trabalho e cotidiano 1970-1850. 2004.
- PAIXÃO, Leonardo Lima et al.. **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE RAPADURAS OBTIDAS POR DIFERENTES PROCESSOS TECNOLÓGICOS..** In: Anais do VII Seminário de Iniciação Científica do IFNMG. Anais...Araçuaí(MG) IFNMG - Campus Araçuaí, 2019
- SILVA, F. S. **Otimização e validação de método para a análise de HPAs em rapadura**. Araraquara, 2006. 82 p. Dissertação (Mestrado em Química) – Instituto de Química de Araraquara – UNESP.
- Silva, J. T.; Souza, J. C.; Silva, D. G. B.; de Brito, R. N.; Sousa, K. M. O.; Nascimento, E. C. L.; Brito, A. M. S. S. - **Rapadura de Caldo de Cana Pura e com Adição de Açúcar Refinado: Análise Físico-Química e Classificação por Espectroscopia NIRR e Quimiometria** - Rev. Virtual Quim., 2019, 11 (4), 1318-1329. Data de publicação na Web: 22 de julho de 2019

SILVA, R.N; MONTEIRO, V.N; ALCANFOR, D.J.X; ASSIS, E, M; ASQUIERI, E. R; **Comparação de métodos para a determinação de açúcares redutores e totais em mel;** Ciênc. Tecnol. Aliment. vol.23 no.3 Campinas Sept./Dec. 2003.

TOMAZ, P.R.U; **Desenvolvimento e validação de método de análise por cromatografia gasosa para metabólitos polares de folhas de cana-de-açúcar e aplicação na avaliação da influência do teor de CO<sub>2</sub> atmosférico na composição de metabólitos polares de cana-de-açúcar** - Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química, Araraquara, 2011.