



**Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"**

SABRINA INGRID GOMES DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DO PODER CALORÍFICO DO RESÍDUO SÓLIDO
PROVENIENTE DA MANDIOCA**

**Assis/SP
2016**



**Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"**

AVALIAÇÃO DO PODER CALORÍFICO DO RESÍDUO SÓLIDO PROVENIENTE DA MANDIOCA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, avaliado pela seguinte comissão examinadora:

**Orientanda: Sabrina Ingrid Gomes de Oliveira
Orientadora: Gilcelene Bruzon**

**Assis/SP
2016**

FICHA CATALOGRÁFICA

OLIVEIRA, Sabrina Ingrid Gomes.

Avaliação do poder calorífico do resíduo sólido proveniente da mandioca /
Sabrina Ingrid Gomes de Oliveira. Fundação Educacional do Município de Assis –FEMA
– Assis, 2016.

60p.

1. Casca de Mandioca. 2. Briquete. 3. Poder Calorífico.

CDD: 660
Biblioteca da FEMA

AVALIAÇÃO DO PODER CALORÍFICO DO RESÍDUO SÓLIDO PROVENIENTE DA
MANDIOCA

SABRINA INGRID GOMES DE OLIVEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação, avaliado pela seguinte comissão examinadora:

Orientador:

Ms^a Gilcelene Bruzon

Examinador:

Dr^a Patrícia Cavani Martins de Mello

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pois sem ele eu nada seria. A meus pais pelo apoio, incentivo, e por me ajudar em tudo que precisei, a minha família por sempre acreditar no meu potencial. E aos meus amigos que sempre estiveram ao meu lado.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente à Deus por me dar a vida e proporcionar tudo até onde cheguei.

Em especial aos meus pais Silvana Gomes Lemes e Mauro Lemes, pois sem eles eu não teria chegado até aqui e meus irmão Luis Gustavo Gomes e Matheus Lemes por acreditar no meu potencial, e ter orgulho da irmã mais velha.

A toda minha família, meus tios Alexandre e Angélica por sempre estar disposto a me ajudar quando precisar, e ao carinho dos meus primos Giovanna e Pedro Henrique.

Minha segunda família da qual tenho muito carinho, meus sogros Haroldo e Débora e cunhada Juliane.

Particularmente, meu noivo e futuro esposo Mateus Silvestre, por toda paciência, companheirismo, apoio, conselho, carinho e amor.

A minhas amigas da faculdade que me “aguentaram” durante os 4 anos dessa jornada Jéssica Munhoz, Jéssica Oliveira, Thaís dos Santos e Anna Beatriz. E também a todos amigos da sala.

Aos meus amigos do trabalho do qual me espelho, Marcelo Caetano, Natália Manfio, Nátalia Epiphanio, Ana Carla.

Aos meus professores que foram a base de tudo, aos grandes profissionais que vou ter para sempre em meu coração.

Em especial, a professora Patrícia por ajuda na análise deste trabalho.

A minha querida professora orientadora Gilcelene Bruzon pela paciência e apoio na execução deste trabalho.

A todos sem exceção, o meu muito obrigada!

A persistência é o caminho do êxito.

“Lembre-se que as pessoas podem tirar tudo de você, menos o seu conhecimento. ”

Albert Einstein

RESUMO

O uso de fontes de energia alternativa aos combustíveis fósseis vem recebendo destaque no Brasil e no mundo principalmente após os grandes impactos no custo do petróleo na década de 1970. A biomassa vem ganhando destaque dentre estas energias, pois a sua decomposição libera CO_2 na atmosfera, que no decorrer no seu ciclo é transformado em hidratos de carbono, através da fotossíntese realizada pelas plantas, processo este que não agride o meio ambiente.

No Brasil existe a biomassa agrícola que é proveniente de variadas culturas, tais como: mandioca, algodão, milho, arroz, cana-de-açúcar, amendoim, etc. Estes resíduos tem um alto poder calorífico, sendo capazes de liberar energia na queima direta nas caldeiras, e também após compactação para formação de briquetes, substituto da lenha no Brasil. O briquete é um biocombustível sólido, originário de um processo de fabricação feito a partir da compactação de resíduos lignocelulósicos que são ótimos devido ao mínimo volume, e ideal para uso em caldeiras industriais, fornos de padarias, pizzarias, cerâmicas, lareiras e outros, facilitando o manuseio e limitando o custo com o transporte.

Primeiramente foram realizados o cálculo de geração de resíduo da casca de mandioca, na qual 10% é de resíduo gerado. Os resíduos foram doados pela fábrica Ingrid Alimentos (nome fictício), as amostras foram secas ao sol, e trituradas para a realização das análises físico-químicas de densidade, umidade, teor de cinzas e poder calorífico. Na qual obteve um resultado de 12,37% de umidade, indica que está favorável para conservação deste resíduo, pois um alto teor de umidade faz com que o processo de combustão seja mais baixo. O poder calorífico apresentou um grande potencial na queima, 14,6 MJ/Kg, valor aproximado da lenha e de bagaço de cana de açúcar.

Comprovou-se que a utilização de biomassas de resíduos da casca de mandioca na forma de briquete pode ser uma alternativa de fonte renovável, além de seu uso ser ecologicamente correto, diminui o desmatamento e a acumulação de resíduo, bem como ser rentável, aumentando assim o custo benefício da indústria/casa de farinha, onde apresentam uma grande economia aos proprietários, onde reverteriam no preço final do produto obtido.

Palavras-chave: Casca de mandioca, briquete, poder calorífico.

ABSTRACT

The use of alternative energy sources to fossil fuels has been gaining prominence in Brazil and in the world mainly after the great impacts on the cost of petroleum in the 1970s. Biomass has been gaining prominence among these energies, since its decomposition releases CO₂ into the atmosphere, which in the course of its cycle is transformed into carbohydrates, through the photosynthesis performed by the plants, which process does not affect the environment.

In Brazil there is the agricultural biomass that comes from varied crops, such as: cassava, cotton, corn, rice, sugar cane, peanuts, etc. These residues have a high calorific value, being able to release energy in the direct firing in the boilers, and also after compacting for the formation of briquettes, substitute of the wood in Brazil. The briquette is a solid biofuel, originating from a manufacturing process made from compaction of lignocellulosic residues that are optimal due to the minimum volume, and ideal for use in industrial boilers, bakery ovens, pizzerias, ceramics, fireplaces and others, making it easier to The handling and limiting the cost with the transport.

First, the calculation of the generation of cassava peel residue was carried out, in which 10% of residue was generated. The residues were donated by Ingrid Alimentos (fictitious name), the samples were dried in the sun and crushed to perform the physical-chemical analysis of density, moisture, ash content and calorific value. In which it obtained a result of 12.37% of humidity, indicates that it is favorable for the conservation of this residue, because a high moisture content causes that the combustion process is lower. The calorific value presented a great burning potential, 14.6 MJ / kg, approximate value of the firewood and sugar cane bagasse.

It has been proven that the use of biomass residues of manioc bark in the form of briquette can be a renewable source alternative, as well as being ecologically correct, reducing deforestation and accumulation of waste, as well as being profitable, thus increasing The cost benefit of the industry / flour house, where they present a great savings to the owners, where they would revert in the final price of the product obtained.

Keywords: Cassava peel, briquette, calorific value.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | | |
|-------------|--|----|
| Figura 1 - | Lagartas do mandarová..... | 7 |
| Figura 2 - | Parte de uma raiz e corte transversal..... | 9 |
| Figura 3 - | Mandioca de mesa para consumo humano..... | 13 |
| Figura 4 - | Mandioca brava para uso industrial..... | 13 |
| Figura 5 - | Fluxograma processamento da mandioca doméstica e industrial..... | 15 |
| Figura 6 - | Representação de estrutura Amilose..... | 17 |
| Figura 7 - | Representação de estrutura Amilopectina..... | 18 |
| Figura 8 - | Fluxograma do processo de obtenção do amido ou farinha..... | 20 |
| Figura 9 - | Fórmula estrutural da Linamarina..... | 22 |
| Figura 10 - | Casca de mandioca..... | 23 |
| Figura 11 - | Estruturas químicas da D-glicose e D-frutose..... | 27 |
| Figura 12 - | Representação da molécula Lactose (1) e Sacorose (2)..... | 28 |
| Figura 13 - | Fluxograma de obtenção do briquete..... | 34 |
| Figura 14 - | Tratamento da casca de mandioca para formação de briquete..... | 35 |
| Figura 15 - | Evolução da produção brasileira de fécula de mandioca entre os anos 1990 a 2015. | 37 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Condições ideais para cultivo da mandioca..... | 6 |
| Tabela 2 - Composição da casca e parte centrada da mandioca..... | 10 |
| Tabela 3 - Vitaminas e minerais existentes nas raízes de mandioca (mg/100g)..... | 10 |
| Tabela 4 - Composição das raízes da mandioca % de matéria seca..... | 11 |
| Tabela 5 - Composição comestível da mandioca..... | 12 |
| Tabela 6 - Resultados obtidos da casca e parte centrada da mandioca..... | 36 |
| Tabela 7 - Resultado caracterização físico química..... | 38 |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO..... | 1 |
| 2 | MANDIOCA..... | 3 |
| 2.1 | HISTÓRICO..... | 3 |
| 2.2 | CULTIVO..... | 4 |
| 2.2.1 | Solo..... | 5 |
| 2.2.1.1 | Escolha da área e preparo do solo..... | 5 |
| 2.2.1.2 | Doenças e pragas..... | 7 |
| 2.3 | COMPOSIÇÃO..... | 8 |
| 2.3.1 | Folhas e Ramas..... | 8 |
| 2.3.2 | Composição Química..... | 10 |
| 2.3.3 | Variedades..... | 12 |
| 3 | CONSUMO..... | 14 |
| 4 | PROCESSO INDUSTRIAL DE OBTENÇÃO DOS | 16 |
| | PRODUTOS..... | |
| 4.1 | PRODUTOS OBTIDOS..... | 16 |
| 4.1.1 | Amido..... | 16 |
| 4.1.2 | Fécula..... | 18 |
| 4.1.3 | Farinha..... | 18 |
| 4.2 | DESCRIÇÃO DO PROCESSO..... | 19 |
| 4.3 | RESÍDUOS GERADOS NO PROCESSO..... | 21 |
| 4.3.1 | Manipueira..... | 21 |
| 4.3.2 | Casca de mandioca..... | 22 |
| 5 | BRIQUETE..... | 24 |
| 6 | CARBOIDRATOS NO ENSINO DA QUÍMICA..... | 25 |
| 6.1 | QUÍMICA PARA ENSINO MÉDIO..... | 25 |
| 6.2 | CARBOIDRATOS..... | 26 |
| 6.3 | MATERIAIS E MÉTODOS..... | 28 |
| 6.3.1 | Materiais e Reagentes..... | 29 |
| 6.3.2 | Testando a Solubilidade..... | 29 |

| | | |
|----------|-------------------------------------|-----------|
| 7 | MATERIAIS E MÉTODOS..... | 31 |
| 7.1 | CÁLCULO DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS..... | 31 |
| 7.2 | COLETA E TRATAMENTO DA AMOSTRA..... | 31 |
| 7.3 | ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA..... | 32 |
| 7.3.1 | Densidade..... | 32 |
| 7.3.2 | Teor de Umidade..... | 32 |
| 7.3.3 | Teor de Cinzas..... | 33 |
| 7.3.4 | Poder Calorífico..... | 33 |
| 7.4 | BRIQUETAGEM..... | 34 |
| 8 | RESULTADO E DISCUSSÕES..... | 35 |
| 8.1 | GERAÇÃO DE RESÍDUOS..... | 35 |
| 8.2 | ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA..... | 37 |
| 9 | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 41 |
| | REFERÊNCIAS..... | 42 |

1. INTRODUÇÃO

O uso de fontes de energia alternativa aos combustíveis fósseis vem recebendo destaque no Brasil e no Mundo, após os grandes impactos no custo do petróleo na década de 1970, e atualmente, em virtude do receio com as mudanças climáticas. Tendo como exemplo a energia eólica, solar, e especialmente, da biomassa, a sua decomposição libera CO₂ na atmosfera, e no decorrer no seu ciclo, é alterado em hidratos de carbono, através da fotossíntese feitas pelas plantas, que não agride o meio ambiente (ALVES, 2014).

O uso da lenha no Brasil é antigo, ela foi responsável aproximadamente até o século 20, por mais de 50% da energia do país, sendo utilizada como combustível para usos domésticos e industriais e ainda na produção de carvão vegetal.

Ainda há no Brasil muitas casas de farinha, fábrica de amidos que são abastecidas com lenha resultante de desmatamento impróprios. Para finalizar com o consumo dos recursos naturais, temos como alternativa a substituição da lenha, pela queima direta do uso de resíduos agrícolas como casca de mandioca, na forma de briquetes.

No Brasil existe a biomassa agrícola que é proveniente de variadas culturas, tais como: algodão, milho, mandioca, arroz, cana-de-açúcar, amendoim, etc. Estes resíduos tem um alto poder calorífico, que é capaz de obter energia da queima direta nas caldeiras, e também da compactação (briquetes) (ALVES, 2014).

O briquete é um biocombustível sólido, originário de um processo de fabricação feito a partir da compactação de resíduos lignocelulósicos, sob elevada pressão e temperatura. Para um bom resultado na fabricação do briquete, o resíduo precisa estar dentro dos padrões tolerados de percentual de umidade e tamanho das partículas (ALVES, 2014).

Sua principal característica é o mínimo volume se comparado ao resíduo original, com o mesmo poder calorífico, que o torna ideal para uso em caldeiras industriais, fornos de padarias, pizzarias, cerâmicas, lareiras e outros, facilitando o manuseio e limitando o custo com o transporte, possibilitando economia, comodidade rentabilidade e garantia de fornecimento.

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*), originária da América do Sul, foi a principal fonte de alimentação dos índios no Brasil, e passou a integrar na culinária brasileira no período

Colonial. Hoje, o Brasil possui aproximadamente dois milhões de hectares de mandioca é um dos maiores produtores mundiais.

Matéria prima de uma variedade de produtos alimentícios como: a farinha, tapioca, amido e fécula e a maniçoba, e a sustentação da nossa agricultura familiar (ALMEIDA, 2008).

O principal produto da mandioca é a fécula ou amido, que tem vasta utilização nas indústrias alimentícia, papelarias, têxtil, de mineração e química, entre outras. Pode ainda ser comercializada como ingrediente ou aditivo na fabricação de embutidos, chocolates, balas, bolachas, pães até mesmo sopas (SILVA 2009).

Para toda essa produção de produtos de mandioca que encontramos na nossa mesa, obtém-se um sub-produto, (um resíduo sólido gerado em média de 20% do total de matéria prima procedida, e o destino básico deste resíduo é como ração animal) (ALVES, 2014).

Visto que essa região há uma grande produção deste resíduo, é importante o estudo da disposição do mesmo. O principal objetivo é quantificar o resíduo sólido obtido medir o poder calorífico do briquete feito a partir da casca de mandioca.

2. MANDIOCA

2.1 HISTÓRICO

A mandioca era o principal meio agrícola cultivado pelos índios brasileiros antes da chegada dos portugueses, tanto no preparo de alimentos e bebidas. Os índios utilizavam método da coivara ou queimada para seu plantio, porém este método permitia poucas colheitas. Este cultivo era deixado sob responsabilidade da mulher, porque possuíam uma crença que a mandioca ou outro alimento plantado, só daria boas colheitas por causa de sua propriedade fértil. Já os homens tinham a responsabilidade da queimada e limpeza do terreno, pois exigiam mais esforços físicos (FERREIRA, 2015).

Em geral a ideia é que se tratava de uma dádiva, pois a sua importância para a sobrevivência das tribos, durante três séculos e meio, a alimentação do brasileiro, essencialmente nas áreas em que mais se fez perceber a influência indígena, se constituía em um grande papel na cultura e no consumo da mandioca em suas diferentes maneiras de preparo (SILVA, 2009).

Na era colonial, quando as exportações rodeavam em torno do açúcar gerado nos engenhos do Nordeste, predominava ainda nos povoados um ambiente sereno. A produção de algodão, arroz e milho, era desnecessária. Dava apenas para atender a conveniência dos senhores e escravos, pois não tinham interesse na produção de grandeza que virasse exportação (ALVIM, 2014).

A mandioca era fundamental à alimentação dos escravos, índios e primeiros colonos. Era cultivada em lavouras misturadas com plantas de épocas mais curtas como amendoim, milho e feijão (ALVIM, 2014).

O Brasil é a terra natal da mandioca, do centro do país ela se espalhou por mais de 100 nações, desde a vinda dos portugueses. A farinha de mandioca tinha o nome de “farinha de pau”, passou a ser o alimento principal dos marinheiros europeus que viajavam pela costa americana. A agricultura da mandioca tem em média 10 mil anos (FERREIRA, 2015).

A primeira referência a mandioca foi: no Maranhão pelo capuchino Claude d' Abbeville que com alguns monges da Ordem integraram a expedição chefiada pelo francês Daniel de La

Touche, em 1612. Nesta mesma época a mandioca era cultivada pelos índios Tupinambá e Guarani, que o chamavam de “macachet” (ALVIM, 2014).

Outras possibilidades sobre a origem e a domesticação da mandioca revela que a espécie teria sido domesticada por populações do sudeste da Amazônia. Desta maneira, é possível interferir que a espécie apresenta como viável centro de origem e de diversidade, sendo, os indígenas os “autores” responsáveis por sua distribuição no continente Americano e os portugueses e espanhóis em outros continentes, especialmente África, e Ásia (ALVES, 2014).

Existem algumas lendas indígenas sobre a existência da mandioca, também conhecida como “pão da terra”.

Conta uma certa lenda velha tupi que uma índia engravidou sem ter tido relações sexuais. Ela deu à luz a uma linda menina muito branca, e essa menina morreu bem jovem, e a enterraram na sua própria casa, e ali nasceu, no lugar improvisado, um tubérculo que deram o nome de “Casa de Mani” (ALVIM, 2014).

De acordo com a lenda indígena pareci, uma menina magoada com sua família, resolveu ter utilidade de outra forma: pediu para ser enterrada com vida, e neste mesmo lugar nasceu uma planta de mandioca. Quando a escavaram perceberam que o formato da raiz era de uma menina que foi enterrada viva, e também era muito boa para se consumir (ALVES, 2014).

2.2 CULTIVO

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*), é uma planta cultivada no Brasil devido suas qualidades de raízes tuberosas e uma larga riqueza em amido. Sua origem vem no continente sul-americano. Em média são produzidos 170 milhões de toneladas de mandioca por ano, sendo 53%, 32% na África, 28,08% na Ásia, 18,49% nas Américas e 0,11% na Oceania. O Brasil tem um ressaltado como o segundo maior produtor do mundo, tendo uma porcentagem de 12,7% do total produção, perdendo apenas para Nigéria. E os principais estados onde é a maior produção são: Pará 17,9%, Bahia 16,7%, Paraná 14,5%, Rio Grande do Sul 5,6% e Amazonas 4,3%. (KOBBLITZ, 2014).

Podemos considerar que vários fatores influenciaram para difundir e procriar a cultura da mandioca, pois a facilidade de cultivo, por não haver muita prática sofisticadas e solos muito farto e rico, diferença genética, muita resistência a pragas, possibilidade regeneração, capacidade de reestruturação e de adequação ecológica, reprodução vegetativa, excelente tolerância a períodos de estiagem e facilidade de cultivo consorciado com outras culturas (ARAGÃO; PONTE 1995).

O cultivo da mandioca expandiu muito nos últimos dez anos, em consequência da procura da matéria-prima para obtenção do amido para produção industrial. A mesma desfruta de uma matéria-prima muito abundante em amido, possuindo outros menores teores de componentes como lipídeos e proteínas) (SILVA, 2009).

2.2.1 Solo

A mandioca é uma planta de origem sul-americana, cultivada desde a antiguidade pelos povos nativos desse continente, proveniente de região tropical, encontra condições favoráveis para seu desenvolvimento em todos os climas tropicais e subtropicais (EMBRAPA, 2006).

A escolha da área para plantio da mandioca é muito importante, não levando em conta as considerações de condições climáticas da região e os mercados de produtos finais, contudo, outros fatores de produção, tais como: as características topográficas, físicas, e químicas do solo. Relativamente às condições climáticas das regiões dos Cerrados Brasileiros não apresentam barreiras para o cultivo da mandioca, ela pode ser cultivada entre a latitude de 30° Norte a de 30° Sul. Desta maneira é sempre bom induzir que as condições de maior parte favorável à cultura que nem a altitude de (600 m a 800m, e temperatura média anual de (20°C e 27°C), precipitação (1000mm a 1500mm anual, bem classificado) e insolação de (12 horas diárias) (EMBRAPA, 2011).

2.2.1.1 Escolha da área e preparo do solo

O preparo do solo serve para melhorar as condições físicas para brotação das manivas, também para crescimento e engrossamento do sistema radicular e desenvolvimento das

partes vegetativas, visto que o aumento da aeração e da filtração de água e redução da resistência ao crescimento das raízes. O preparo do solo também é importante, pois ajuda no controle do mato e a incorporar e disponibilizar nutrientes necessários para as plantas. Tendo um preparo adequado do solo é a base do sucesso para cultivar mandiocas de excelente qualidade, tabela 1.

De acordo com a Emprapa (2011, p. 47):

As condições ideais para o cultivo da mandioca são:

| |
|--|
| Localização entre as latitudes 20°N e 20°S; |
| Altitude de até 80m; |
| Média anual de temperatura entre 20°C e 27°C |
| Precipitação pluvial média anual entre 1000mm e 1500mm, distribuídos entre 8 e 9 meses; |
| Período de luz solar próximo de 12 horas por dia; |
| Declividade máxima da topografia de 8% para cultivos mecanizados e de 15% para cultivos manuais; |
| Solo de textura média, ou seja, não pode ser excessivamente arenoso ou argiloso; |
| Ausência de impedimento ao desenvolvimento das raízes até profundidade de 2 m; |
| A área não pode estar sujeita a encharcamentos; |
| Os solos não podem ser salinos, sódicos ou salino-sódicos. |

Tabela 1: Resultados obtidos da casca e parte centrada da mandioca.

2.2.1.2 Doenças e Pragas

Entre cinco e sete dias depois da colheita, as raízes deterioradas, que sofreram mudanças fisiológicas, passam a sofrer por influência de agentes microbiológicos, especificamente fungos filamentosos oriundos do solo (KOBBLITZ, 2014).

O mandarová é considerado uma das principais pragas da cultura da mandioca por causa de sua alta competência de consumo foliar, especialmente nos últimos instares larvais. As lagartas podem desfolhar totalmente as plantas, afetando o rendimento das raízes e o teor de amido. Ocorre nos primeiros meses principalmente, os maiores problemas enfrentados pelo mandarová, pois ele prejudica o desenvolvimento da cultura entre 2 a 5 meses. O mesmo pode até causar a morte da planta, ele come as gemas e partes tenras das hastes em alguns casos causa a morte da planta ainda jovem. Por causa do tamanho da lagarta de 5 mm de comprimento, ela fica escondida nas folhas apicais, na sua face interior ela não pode ser vista com facilidade na planta. E pode chegar em um tamanho médio de 8 à 10 cm de comprimento quando desenvolvidas completamente. A lagarta do mandarová da mandioca, figura 1, dura em média 12 a 15 dias, e passa por 5 fases, sendo completamente desenvolvidas apresenta um colorido variando de cor verde, amarela, preta e marrom (EMBRAPA, 2006).



Figura 1: Lagartas do mandarová (In: EMBRAPA, 2007, p.12)

2.3 COMPOSIÇÃO

2.3.1 Folhas e Ramas

Alto teor de fibras, proteína e amido, as folhas e ramas tem utilidade na alimentação animal. Por exemplo uma rama de tamanho médio tem aproximadamente de 30% de amido que, somando com a folha corresponde uma ótima suplementação animal. Ainda, a rama pode ser consumida como combustível, por apresentar poder de combustão (MAFRA, 2008). As folhas verdes, palminérveas, fendidas; podem se formar por 3 ou 7 lobos, mais ou menos estreitos e longos ou ainda estrangulados na parte mediana. Já os brotos podem ser encontrados verdes, bronzeados ou arroxeados. As laudas são pubescentes no início da evolução; e quando adultas por pouco perdem essa característica (LIMA, 2010).

As plantas adultas possuem um caule ramificado com um a dois metros de altura; primeiramente verde e tenro (pode ser facilmente mastigado, dividido, cortado), a partir do envelhecimento, muda-se de cor cinza ou parda. Já na axila das folhas, a planta possui gemas dormentes, que são eficazes de germinar após o caule ser colocado no solo, ou até mesmo quando morre a gema apical, insensível (LIMA, 2010).

A planta dispõe de folhas masculinas e femininas tipo cimeira estabelecidos nas axilas dos ramos, visto que as flores masculinas estão em maior proporção do que as femininas. A polinização por causa do inseto, obtém à formação de frutos, cápsulas triloculares com sementes pequenas e prolíficas. Na propagação comercial é concebido por meio assexuado, mediante as estacas ou manivas. Na propagação agâmica as raízes são laterais ou basais, geradas ao longo da estaca nas pontas (extremidades), então essas raízes possuem domínio de acumular amido em vastas quantidades, tais como substância de retenção, tornando as conhecidas tuberosas, as mesmas apresentam estrutura diferente, normalmente cônica, fusiforme e quase cilíndrica (LIMA, 2010).

Na figura 2, parte da tuberosa que foi cortada transversalmente, a parte externa para interna, são caracterizados:

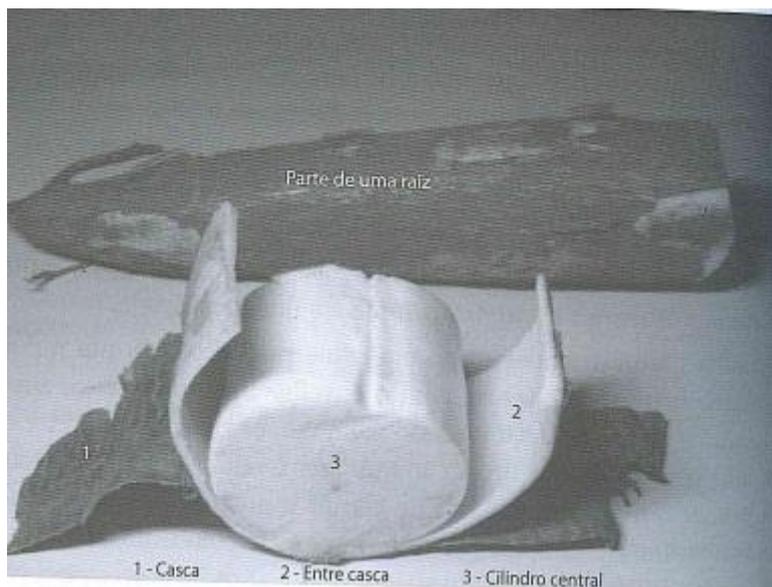


Figura 2: Parte de uma raiz e corte transversal (In: LIMA, 2010, p.36)

- 1- Tona suberificada cinzenta ou pardo-avermelhada;
- 2- Entrecasca amarelada (córtese) ou branca, de aparência fibrosa, na qual traz um líquido leitoso que finaliza um glicosídeo cianogênico (venenoso);
- 3- Cilindro central branco, com coloração rósea até algumas amareladas, onde se concentra o amido e que pode abranger a substância venenosa em baixa quantidade que na casca.

2.3.2 Composição química

Na mandioca, sua película externa é excluída nas operações industriais. Levando em consideração a casca, e sua parte centrada como um todo, se compõe de acordo com a tabela 2. Além de existir em suas raízes minerais e vitaminas com propriedades abundantes para saúde, tabela 3. A propriedade tecnológica de mandioca varia de acordo com a idade, período vegetativo e tempo da colheita, como por exemplo em São Paulo, a época de colheita se amplia de maio a agosto, na temporada de menos umidade e temperaturas mais reduzida. Sua riqueza em fécula é o padrão mais importante para a produtividade na indústria (LIMA, 2010).

| Composição da casca e parte centrada da mandioca (%) | |
|---|-----------|
| Umidade | 67 a 75 |
| Proteína bruta | 2 a 5 |
| Lipídeos | 0,1 a 0,5 |
| Fécula | 18 a 25 |
| Cinzas | 0,5 a 1,9 |

Tabela 2: Composição da casca e parte centrada da mandioca

| Vitaminas e minerais existente nas raízes de mandioca (mg/100g). | |
|---|-----------------|
| Componente | Conteúdo |
| Cálcio | 25 a 50 |
| Fósforo | 40 a 50 |
| Ferro | 0,5 a 0,9 |
| Tiamina | 0,02 a 0,06 |
| Riboflavina | 0,01 a 0,07 |
| Niacina | 0,03 a 0,06 |
| Ácido ascórbico | 30 a 60 |
| Ácido fítico | 950 a 1350 |

Tabela 3: Vitaminas e minerais existente nas raízes de mandioca.

Já nas raízes da mandioca sua composição química vai depender do cultivar, bem como a idade da planta na época da colheita, do estado geográfico, ambientais e de uso. Desta forma, a grande parte da matéria seca é composta de carboidratos de até 90%, sendo o amido o mais abundante, pois ele fornece fonte de energia (250 kcal/ha/dia), comparado com do arroz, trigo, milho, por exemplo. De um total de carboidratos presentes na mandioca 64% a 72% são compostos de amido, onde na tabela 1, podemos encontrar essas características (KOBBLITZ, 2014).

A parte comestível, a polpa ou parenquima, distingue significativamente da parte que é descartada parênquima cortical e periderme, ambas cascas, podemos comparar na tabela 4.

| Composição das raízes da mandioca % da matéria seca | | |
|--|--------------|--------------|
| Componente | Polpa | Casca |
| Amido | 70 a 91 | 45 a 59 |
| Açúcares solúveis | 1,5 a 5,8 | 5,2 a 7,1 |
| Fibra bruta | 3,0 | 5,0 a 15 |
| Cinza | 1,0 a 2,5 | 2,8 a 4,2 |
| Proteínas | 1,0 a 6,0 | 7,0 a 14 |
| Lipídeos | 0,3 a 1,5 | 1,5 a 2,8 |

Tabela 4: Composição das raízes da mandioca % da matéria seca

A composição da parte comestível é demonstrada na tabela 5 (KOBBLITZ, 2014).

| Composição comestível da mandioca | |
|--|-------------|
| Água | 59,4 a 62,5 |
| Carboidratos | 34,7 a 38,7 |
| Proteínas | 0,7 a 1,2 |
| Lipídios | 0,2 a 0,3 |
| Energia (kcal) | 144 a 146 |

Tabela 5: Composição comestível da mandioca

2.3.3 Variedades

O estudo da mandioca apresenta um possível crescimento e desenvolvimento no Brasil, mas na maior parte das regiões existe um risco com pouca produtividade e também qualidade inferior das raízes produzidas (MAFRA, 2008).

Relativamente à qualidade o baixo rendimento em farinha ou polvilho e o grande tempo de cozimento está interferido com a qualidade.

A mandioca está distribuída em:

Doces ou de “*mesa*”, sendo conhecidas como aipim, macaxeira, ou mandioca mansa e frequentemente utilizadas para consumo moderado humano e animal, com teor de toxinas para ingestão *in natura*, figura 3;



Figura 3: Mandioca de mesa para consumo humano. (In: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/6252350/embrapa-lanca-cultivare-de-mandioca-de-mesa>).

Amargas ou mandiocas bravas, normalmente usadas das indústrias, devido a concentração de cianogênicos, que a tornam extremamente tóxicas para consumo humano e animal, figura 4. Há centenas de variedades, na melhor opção devemos dar a preferência e finalidade a variedade mais resistente ao sombreamento (SILVA; MENDES; KAGEYAMA, 2012).



Figura 4: Mandioca brava para uso industrial, alta concentração HCN (In: <http://www.ateffaba.org.br/?p=4435>).

3. CONSUMO

No Brasil, as principais formas de consumo são *in natura* (hortaliça cozida, ou frita, e também como farinha. Tornando seu “carro chefe” para produção de fécula, com propósito de produtos alimentícios e não alimentício, ou seja, voltada para área industrial para produção de plásticos biodegradáveis, ou goma para roupas. O Brasil exporta fécula para variados países da América Latina, (Argentina, Venezuela e Colômbia), especificamente, e também farinha que vai para Portugal, EUA e Japão. A mandioca pode ser ainda picada e seca (produção de raspas), com umidade inferior a 15%, para consumo de ração animal (KOBBLITZ, 2014).

A importância na economia da cultura da mandioca procede do interesse em suas raízes, ricas em amido, desfrutadas na alimentação humana e animal, e de sua utilidade na fabricação de produtos alimentícios e industrial, figura 5. Temos como exemplos as farinhas de variados tipos, fécula ou polvilho doce, polvilho azedo, amidos modificados, mandioca fermentada (puba), tapioca, beiju, e mais adiante as raízes minimamente processadas, congeladas, desidratadas, pré-cozidas, fritas (chips) e dos croquetes (SILVA, 2009).

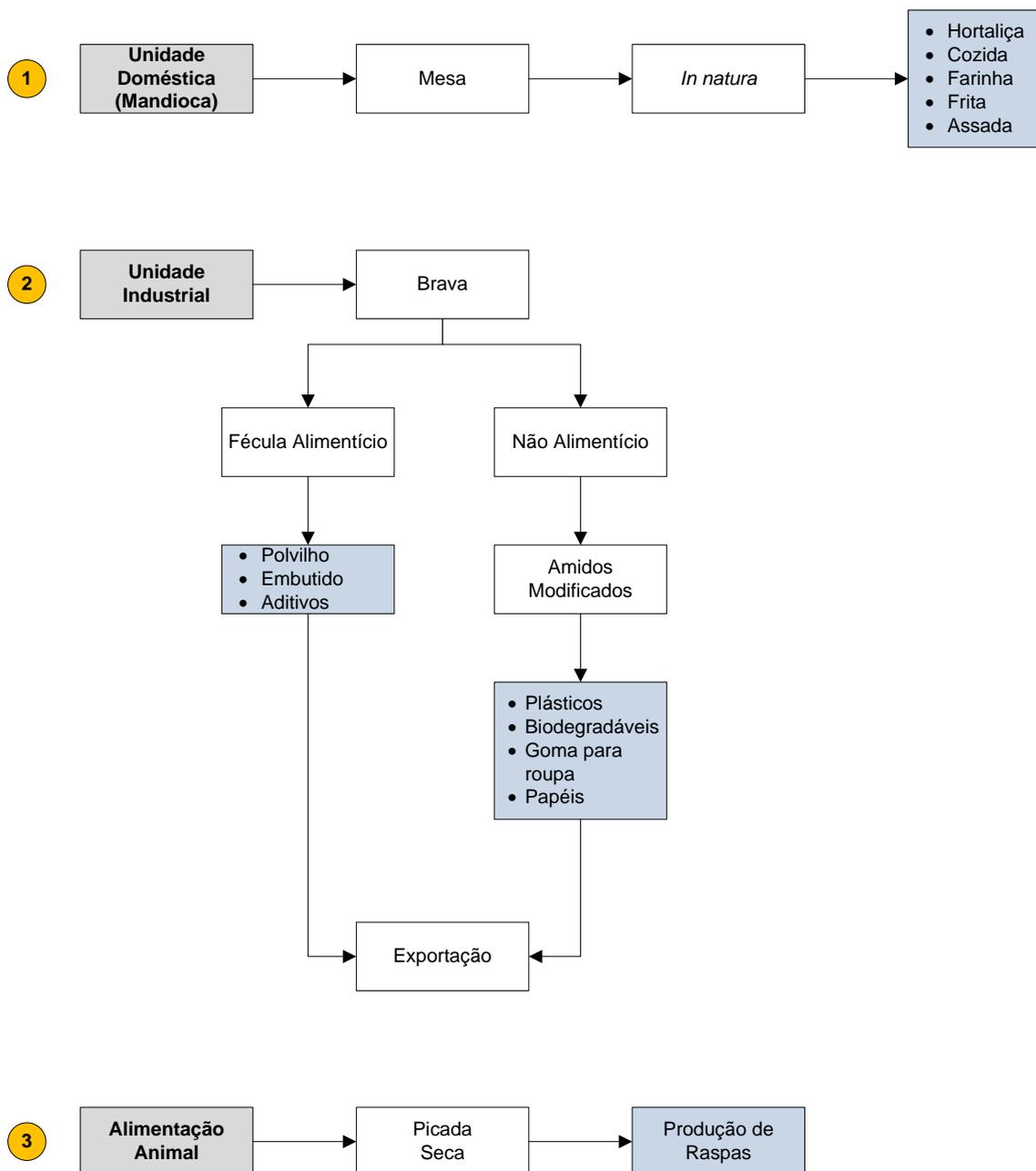


Figura 5: Processamento da mandioca doméstica e industrial.

4. PROCESSO INDUSTRIAL DE OBTENÇÃO DOS PRODUTOS

4.1 PRODUTO OBTIDO

4.1.1 Amido

Amidos são carboidratos de retenção de planta superiores que oferecem 70 a 80% das calorias absorvidas pelo homem e se deparam nas folhas verdes das plantas, raízes tubérculos, grãos de cereais, sementes, castanhas e frutas (CAVALLINI, 2009). O amido é visto como um polímero natural, já que ele é um polissacarídeo, quer dizer é um carboidrato produzido pela junção sucessiva de diversas moléculas de α -glicose.

Os amidos são essencialmente compostos por dois polímeros, amilose e amilopectina, altamente ramificada. E a maioria dos amidos são constituídos por 20 a 30% de amilose e 70 a 80% de amilopectina, esta porcentagem depende com a procedência botânica do amido (CAVALLINI, 2009).

A amilose (figura 6), sobretudo seja, uma cadeia linear de unidade de α -D-glicopiranosil unificadas por ligações (1,4), a maiorias das moléculas de amilose possuem um baixo número de ramos conectados por ligações α -D-(1,6), nas ramificações. É permissível que, uma em 180 a 320 unidades, ou 0,3-0,5% das ligações, sejam ramificadas. Entretanto os ramos nas moléculas de amilose ramificadas, são longos demais ou curtos demais, assim sendo que a grande parte dos pontos de ramificação é isolado por grandes distâncias, de forma que as propriedades da amilose sejam da molécula linear, e as moléculas de amilose possuem massa molecular de 10^6 , em média (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

Amilose: fórmula estrutural

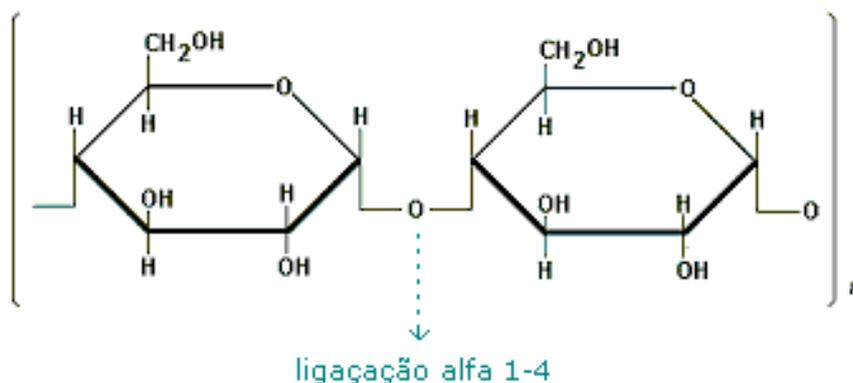


Figura 6: Representação de estrutura de Amilose. (In: http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas_ch/teste_amido.htm)

A amilose é um polímero linear, e esse polímero tem identidade com o iodo e com moléculas hidrofílicas, (solúveis em água) e hidrófobas (insolúveis em água), substâncias de cadeias extensas, exemplo: álcool e ácidos graxos, e forma um complexo helicoidal em volta de suas moléculas. Devido ao iodo forma complexo de cor azul que minucia os amidos que contem amilose (LIMA, 2010).

A amilopectina (figura 7), tendo um maior peso molecular do que o da amilose, é um polímero ramificado com ligação de monômeros glicosídicas α 1,4 e α 1,6. Cada ramo da cadeia de amilepectina se completa com anéis de alfavigose de 20 a 30 (LIMA, 2010).

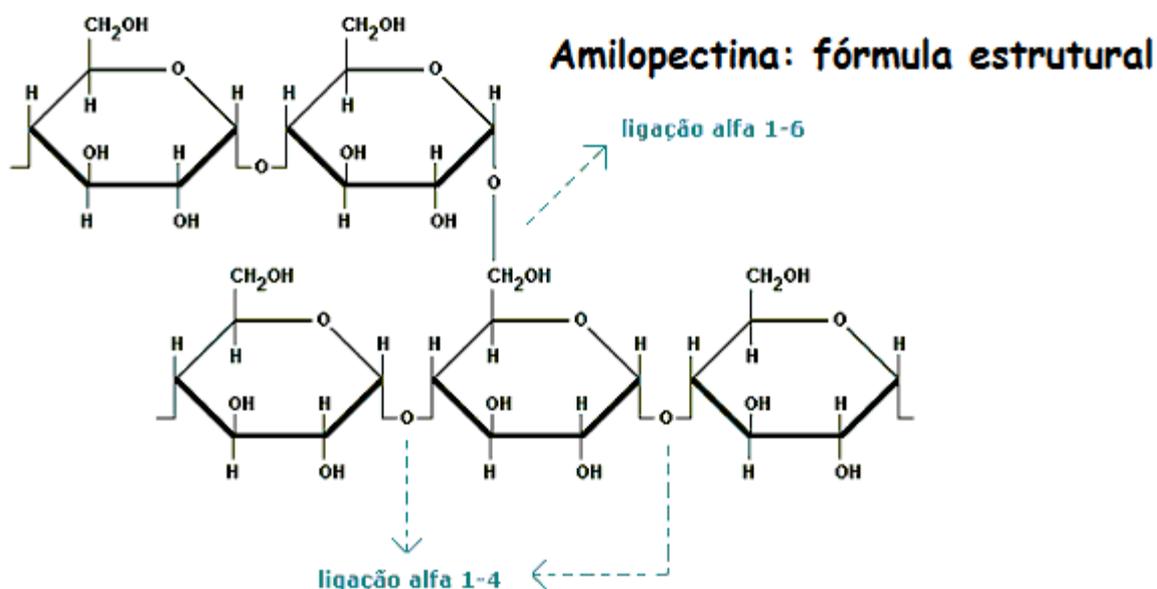


Figura 7: Representação de estrutura Amilopectina (In: http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas_ch/teste_amido.htm)

4.1.2 Fécula

É considerado o mais nobre produto dos derivados da mandioca, similarmente conhecida como polvilho ou amido, existem também outros tipos: a não transformada, que nada mais é que o amido nativo, ou a que passa por processamento químicos ações de enzimas, e físicas, calor para formar, tendo como exemplo, açúcar, glicose e maltose (CARVALHO, 2006).

4.1.3 Farinha

Um dos problemas da farinha de mandioca produzida atualmente é a falta de uniformidade e variação da sua composição, influenciada pelo plantio e idade da planta. Podemos encontrar três grupos básicos de farinha de mandioca: farinha seca, farinha d'água e farinha mista. É relevante que, a farinha seca, também chamada de farinha de mesa, é a mais consumida no Brasil (MAFRA, 2008).

A farinha d' água, popularmente chamada de farinha de puba, é o produto obtido de raízes de mandioca de variedades amarela, devidamente limpas, maceradas (fermentadas), descascadas, trituradas ou desestruturadas. A massa resultante é prensada, esfarelada e torrada em fornos em fogo brando. O produto torrado é peneirado ou não e, a seguir, embalado. A farinha mista ou farinha do Pará é o resultado da mistura, em diferentes proporções, da farinha seca e a farinha d'água. A farinha do Pará e a farinha d'água são mais consumidas na Região Norte (SILVA, 2009).

4.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

A mandioca pode ser colhida com 1 ou 2 ciclos de cultivo, sendo necessário a retirada dos pequenos caules remanecentes, pois sua presença atrapalha o descascamento e aumenta a quantidade de fibra no material. O processo começa com a recepção e pesagem dos carregamentos das raízes.

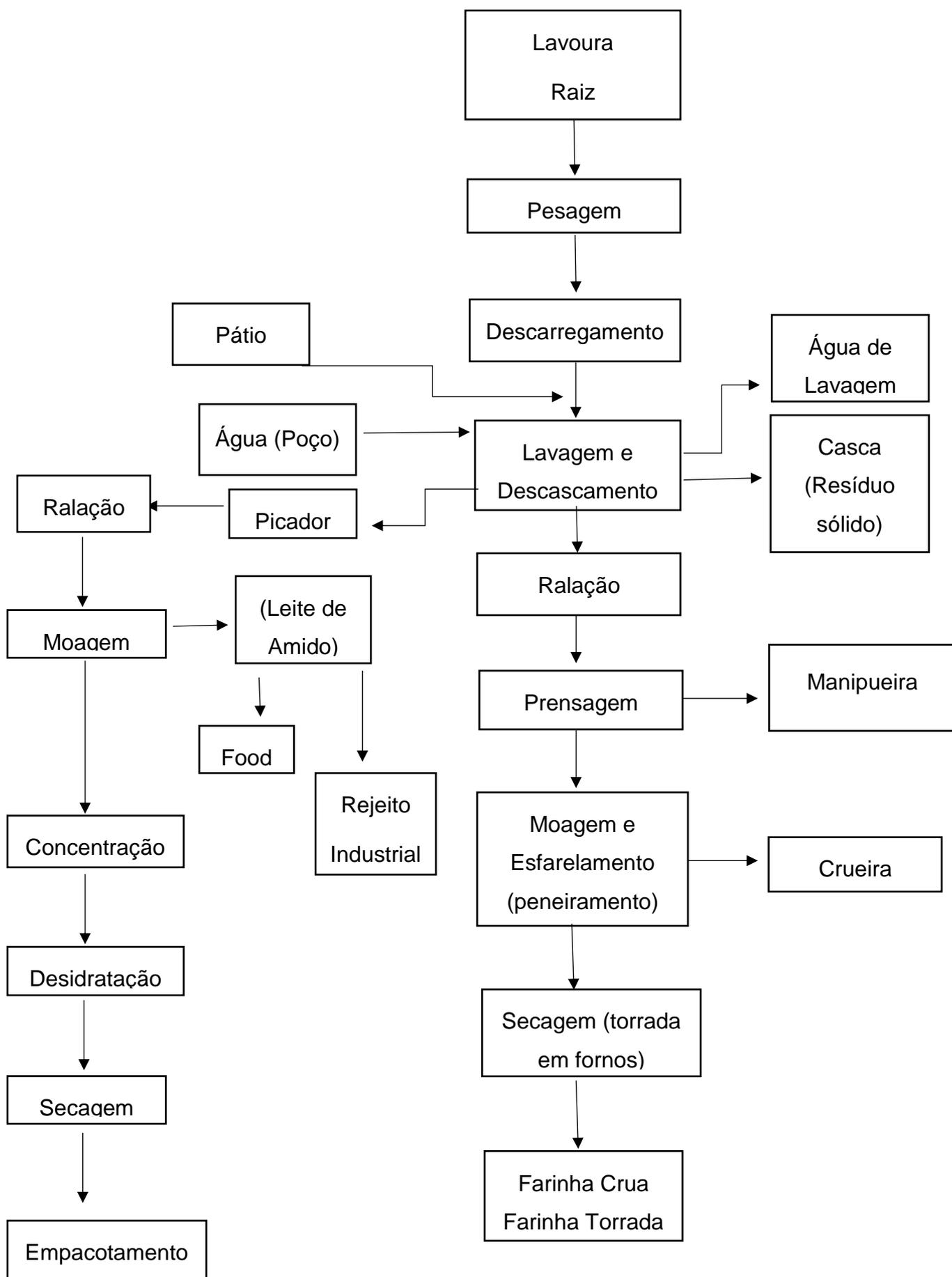


Figura 8: Fluxograma de processo de obtenção do amido ou farinha.

4.3 RESÍDUO GERADO NO PROCESSO

O processamento industrial causa grandes riscos e problemas ambientais, isto ocorre desde as pequenas casas de farinha, amido e polvilheira, até as grandes, pois há geração de quantidades consideráveis de resíduos sólidos (casca, entrecasca, bagaço) e líquidos (manipueira).

4.3.1 MANIPUEIRA

A manipueira é um líquido de cor amarelada que é extraída da mandioca após ser ralada e prensada, durante a fabricação da farinha ou fécula. Se a mesma for despejada na natureza provoca grave poluição do solo e das águas podendo causar prejuízo ao meio ambiente e ao homem. Este despejo pode ser evitado, apenas utilizando técnicas corretas e seguras de manejo a casca da farinha (SILVA, 2009).

A manipueira é a água de formação da raiz ou suco celular, mesclado às águas de lavagens das raízes, onde é constituído no instante que a prensagem da massa ralada para produção de farinha de mesa ou também obtenção da fécula (BOTELHO; POLTRONIERI; RODRIGUES, 2009).

A manipueira possui alto teor de toxicidade, por causa da presença do glicosídeo cianogênio, mais conhecido como linamarina (figura 9).

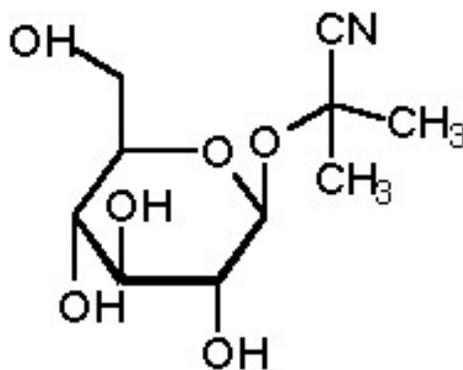


Figura 9: Fórmula estrutural da linamarina (<acesso 27 fev 2016 <http://www.iqb.es/cbasicas/farma/farma06/plantas/pl07sm.htm>>)

Certas empresas depositam a manipueira em valas por vários tempos. E há empresas que desenvolvem métodos para reaproveitamento da manipueira como: tratamento físico, biológico, aeróbico e anaeróbico (CARVALHO, 2006).

Há também outras áreas onde podemos reaproveitar a manipueira, uma vez que saberemos reaproveitar corretamente. Tendo como exemplo a manipueira para fertilizar o solo, reconsiderando mais rico em nutrientes como potássio, nitrogênio, magnésio, fósforo, cálcio, enxofre e micro-organismos, que auxiliam a controlar os vermes que danificam o desenvolvimento das plantas e fertilização do solo e folhas. Para prestar como adubo ela deve ser consumida depois de 24 horas de sua produção, pois na sua composição química contém micro nutrientes (SILVA, 2009).

Já como pesticida a manipueira pode controlar os insetos, porque ela apresenta substâncias similares dos agrotóxicos, igual o ácido cianídrico (HCN), e traz pouco problema ao meio ambiente e a saúde humana que a maioria dos venenos aplicados, desde de que seja aproveitada nas primeiras 24 horas após sua produção (VIEITES, 1998).

4.3.2 CASCA DE MANDIOCA

A casca de mandioca é um subproduto proveniente da pré-limpeza da mandioca resíduo no qual é obtido logo no início da fabricação da farinha, fécula, composta de casca,

entrecasca e pontas de mandioca, possuindo teor de umidade 85%, já a casca desidrata pode apresentar: 58,1% de amido, 3,4% de proteína bruta e 28,6% de fibra (ALVES, 2014).

Devido a casca de mandioca, (figura 10) possuir baixa quantidade de proteína e grande quantidade de fibra e energia, utilizada na alimentação de animais para engorda.



Figura 10: Casca de Mandioca (In: ALVES, 2014)

5. BRIQUETES

A produção de briquetes pode ser realizada utilizando-se somente um material ou a mistura entre eles. Entre vários materiais lignocelulósicos, podem ser aproveitados casca e galhos de árvore, aparas de madeira, serragem, casca de mandioca, bagaço de cana-de-açúcar, casca de arroz, caule e sabugo de milho etc. (ALVES, 2014).

Os briquetes podem dar uma aplicação acessível, econômica e ambiental aos resíduos. Além de dispor de formato regular e constituição homogênea, o que resulta em queima uniforme do material. São de simples manuseio e transporte, de baixa umidade e possuem maior densidade energética. A qualidade e viabilidade do briquete é classificada por meio de algumas características ou pelo seu comportamento durante o uso (ASSIS, et al., 2011).

Em tempos de mudanças climáticas o briquete também pode ser uma ótima fonte de geração de renda para muitos empreendedores. O uso de briquetes está agregado à preservação ambiental, uma vez que aproveita resíduo e substitui a lenha e o carvão vegetal sendo consumidos nas indústrias, comércio e residências. Destacando as indústrias que mais necessitam de calor em seus processos estão: alimentícia, siderúrgica, metalúrgica, metal-mecânica, química, petroquímica, cerâmica, porcelana, olarias, vidro, têxtil, entre outras. Nos grandes centros, capitais e grandes cidades, o briquete tem seu papel destacado (SOUSA, 2011).

Ainda está por surgir, briquetes para consumo em churrasqueiras e lareiras domésticas. Apesar disso, no mercado de varejo, a procura por briquetes para uso doméstico é sucessivo, e os consumidores relatam que os briquetes “duram” mais, são mais limpos do que o carvão e mais fáceis de manipular e guardar (SOUSA, 2011).

6. CARBOIDRATOS NO ENSINO DE QUÍMICA

6.1 QUÍMICA PARA ENSINO MÉDIO

A ciência da natureza está muito evidente na vida contemporânea, nas formas de cultura, na investigação dos materiais, das substâncias, da vida e do universo.

As grandes dificuldades no ensino de Química, nas escolas de nível fundamental e médio, é construir uma ponte entre o conhecimento escolar e o mundo cotidiano dos alunos (CAETANO, 2012). Ao se restringir o ensino a uma abordagem estritamente formal, acaba-se por não aproveitar as diversas possibilidades para tornar a química mais “palpável” e perde-se a oportunidade de associá-la com avanços tecnológicos que afetam diretamente a sociedade (BENITE; MACHADO, 2009).

A experimentação no ensino de ciências recebeu impulso nos anos 60 do século XX, onde a experimentação didática permanecia privilegiando concepções que caracterizam o empirismo e o indutivismo (BARATIERI et al., 2008). Deste modo a experimentação pode ser uma estratégia para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo para questionamentos do aluno. Segundo a Lei de Diretrizes E bases nº 9394/94 no Art.1º a educação intercede a processos formativos que se formulam na vida familiar, na convivência, no trabalho, nas instituições de ensino e pesquisa, nos movimentos sociais e organizações da sociedade civil e nas manifestações culturais, no agir e falar. A educação deve ter afinidade com a democracia e cidadania, para um grande conhecimento. Já que a escola não é neutra neste processo ela é a responsável por ações valores e princípios ela prepara instrumentaliza e proporciona condições para construção da cidadania para formação de um cidadão crítico e que seja submetido a sua própria história (LEI DE DIRETRIZES E BASES, 2005).

Segundo Brasil (PCN+ENSINO MÉDIO)

A Química pode ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade.

A ideia exposta para o ensino de Química nos PCNEM se opõe à obsoleta comparação na memorização de informações, nomes, fórmulas e conhecimentos como fragmentos abstraídos da realidade dos alunos. Ao invés de, proporcionar que o aluno discirna e compreenda, de forma participativa e significativa, as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em várias circunstâncias (MORAES, et al., 2011).

Na frente deste fato, conduzir esse tema para sala de aula permite trabalhar com concepções a determinar grande interação entre a química, e demais áreas, com razão e clareza para a realidade do aluno, fazendo com que a tão almejada interdisciplinaridade por meio da contextualização dos conteúdos e a cooperação ativa dos alunos e da comunidade referidos a escola, sugeridos nos PCN+ do ensino médio (MORAES, et al., 2011).

6.2 CARBOIDRATOS

Os carboidratos fazem parte das maiores classes de biomoléculas da face da terra, porque, sua oxidação é determinada o mais importante meio de abastecimento energético de quase todas as células não fotossintéticas (CAETANO, 2012). Os carboidratos agem como elementos das estruturas da parede celular e como revelador no organismo, eles são poliídrolaldeídos ou poliídrolxetonas e também substâncias que hidrolisam alguns compostos. O nome carboidrato caracteriza de hidratos de carbono, designado da fórmula geral $(\text{CH}_2\text{O})_n$, apontada por grande parte das moléculas, eles podem ser divididos em três classes primordiais acordando com o número de ligações glicosídicas: monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos (JUNIOR, 2008).

Os monossacarídeos, sendo eles a glicose e frutose, figura 11, esses dois são o mais copioso da natureza, são fundamentais, ou seja, os açúcares de várias frutas, maçã, uva, laranja, pêsego entre outras.

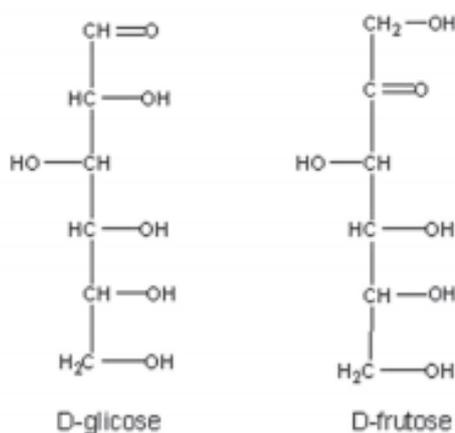


Figura 11 - Estruturas químicas da D-glicose e D-frutose, sendo respectivamente uma aldose (poliidroxialdeído) e uma cetose (poliidroxicetona) (In: JUNIOR, 2008).

Além disso a glicose e frutose oferecem à fermentação para fabricação de bebidas como vinho e sidra, por um processo anaeróbico que inclui na atuação de micro-organismos. Os monossacarídeos são transformados em etanol e dióxido de carbono liberando energia, sendo a glicose, a principal forma de abastecimento energético. E a partir dela surgem intermediários metabólicos, os esqueletos carbônicos, nucleotídeos e ácidos graxos. Tendo somente uma unidade de poliidroxialdeído ou cetonas, os monossacarídeos podem possuir de três a sete átomos de carbono. As altas polaridades, por este motivo, são sólidos cristalinos em temperatura ambiente e solúveis em água e em solvente polares são insolúveis. Já as suas estruturas são configuradas por uma cadeia carbônica não ramificada, pois um dos átomos de carbono são juntados por meio de uma dupla ligação a um átomo de oxigênio, tendo então um grupo carbonila, para os átomos de carbono restantes, eles possuem um grupo hidroxila, que são chamados de poliidroxi, e quando os monossacarídeos estiverem com o grupo carbonila na extremidade da cadeia, eles são chamados de aldose, e se estiver em outra posição tem nome de cetose (JUNIOR, 2008).

Os oligossacarídeos são estruturas por cadeias mais curtas de monossacarídeos, sendo os mais comuns, os dissacarídeos nos quais possui dois mais relevantes a sacarose e a

lactose, figura 12, a diferença que a sacarose é açúcar da cana e a lactose é açúcar do leite, conforme figura abaixo:

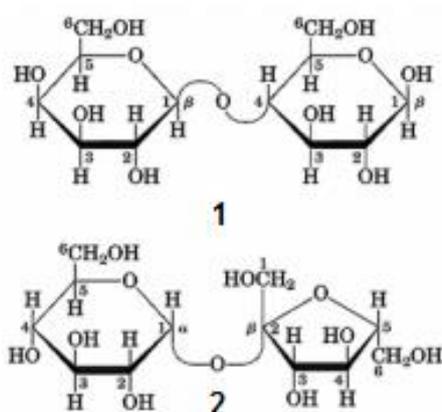


Figura 12 - Moléculas de lactose (1) e sacarose (2), dois mais importantes dissacarídeos encontrados respectivamente na cana e no leite (In: JUNIOR, 2008).

O nome sacarídeo é denominado do grego, *sakcharon* que significa açúcar, embora eles sejam denominados assim, mas nem todos tem o sabor adocicado.

No Brasil, a sacarose é hoje um dos mais respeitáveis produtos devido à produção do álcool combustível, cuja aquisição fornece por fermentação. A preliminar é a hidrólise da sacarose, da qual se adquire um complexo de glicose e frutose, também chamada de açúcar invertido, usualmente utilizado na fabricação de doces, para prevenir a cristalização da sacarose e atribuir maior maciez ao doce. Já o termo invertido é utilizado pois, depois da hidrólise, o corte da luz polarizada sofre transformação de sentido, à princípio para a direita e, para esquerda depois da hidrólise (JUNIOR, 2008).

6.3 MATERIAIS E MÉTODOS

Um experimento que poderá ser aplicado para demonstrar e concluir o conteúdo teórico sobre os carboidratos é o teste de solubilidade.

A solubilidade dos carboidratos vai depender do quanto disponível esta os grupos hidroxila para que forme as ligações de hidrogênio com a água. Já os polissacarídeos o amido, a

solubilidade é devidamente baixa, por causa da grande quantidade de ligações de hidrogênio intracadeias, que vão diminuir a interação com a água. No entanto, os monossacarídeos (açúcares menores glicose e frutose), e os dissacarídeos (sacarose), terminam maior a interação com a água, e assim que determina a solubilidade alta. O teste de solubilidade pode problematizar a regra “semelhante dissolve semelhante”, pois o amido mesmo que polar, é insolúvel em água, mesmo que seja polar, sendo é um polímero.

6.3.1 Materiais e Reagentes

- Sacarose
- Amido (Maisena)
- Glicose (vendida em farmácias)
- Frutose (vendida em farmácias)
- Mel de abelha
- Seringas de 1 mL e de 5 mL(para medir os volumes)
- Tubos de ensaio
- Colher de sopa

6.3.2 Testando a solubilidade

Método

Em diferentes tubos de ensaio, adicionar cerca de 0,5 g de cada amostra de açúcar (até que cubra todo côncavo do tubo de ensaio), e 1,0 ml de água. Agitar e observar o que acontece.

Após o teste de solubilidade em água em temperatura ambiente, o professor pode levantar e problematizar algumas questões como:

- a) Porque alguns carboidratos são solúveis em água e outros não?
- b) O que influencia a solubilidade desses compostos em água?

Tais questões podem estar presentes na própria ficha de observação entregue aos alunos. As respostas dessas questões, junto com as observações experimentais, constituem um conjunto de conhecimentos que o professor pode problematizar. A partir disso, podem ser discutidas questões como polaridade, misturas homogêneas e heterogêneas, além das interações intermoleculares.

7. MATERIAIS E MÉTODOS

7.1 COLETA E TRATAMENTO DE AMOSTRA

Os resíduos sólidos utilizados, foram doados pela fábrica de amido Ingrid Alimentos S.A (nome fictício). Os resíduos sólidos de mandioca foram coletados em sacos plásticos e devidamente etiquetados.

Primeiramente, fez-se a quantificação dos resíduos de mandioca para cumprir com tratamento dos dados. Dividiu-se o resíduo de mandioca apenas em casca.

Essas amostras logo de imediato foram secas ao sol e após a secagem foram trituradas.

As análises físico-químicas de densidade, umidade, teor de cinzas foram realizadas em triplicata, no laboratório de análises da Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA. O poder calorífico foi realizado em triplicata na Universidade Estadual Paulista – UNESP (Campus experimental Itapeva - SP).

7.2 CÁLCULO DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS

A quantificação de resíduos *in natura* gerados na Ingrid Alimentos S.A (nome fictício) foi determinada através da equação 1, onde R é a quantidade de resíduo gerado; P é a produção com resíduos e $R\%$ é a quantidade de resíduo de um fruto.

$$R=P.R\% \quad (1)$$

Para a mandioca o resíduo gerado é de 10% (ALVES, 2014). Assim, foram feitos a pesagem de 50 kg de mandioca antes do descascamento, com o objetivo de obter informações sobre a quantidade de resíduos gerados na fábrica de amidos.

7.3 ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA

7.3.1 Densidade

Para a densidade do resíduo seguiu-se com as normas ABNT NBR 6922/81, que consiste no uso de um balão volumétrico de massa e volume já conhecidos, onde uma amostra de massa conhecida do resíduo será adicionada com a água até completar o volume do balão volumétrico. Logo em seguida, pesará o balão com a amostra, obtendo-se a densidade do resíduo pela relação da massa total e do volume total multiplicado pelo valor de densidade da água.

A densidade do resíduo (g/mL) foram obtidas pela relação entre a massa da amostra (g) e o volume de amostra (mL). Utilizou-se nos ensaios cerca de 1g de cada amostra, em triplicata, e efetuou-se o cálculo da média e desvio padrão dos resultados obtidos.

7.3.2 Teor de umidade

O teor de umidade foi obtido utilizando-se a metodologia conforme a ABNT NBR 8112/86.

Para o cálculo utilizou-se a equação 2, sendo TU = Teor de umidade (%), m_0 = massa inicial da amostra (g) e m_1 = massa final da amostra (g).

$$TU = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \cdot 100 \quad (2)$$

As amostras não tiveram sua análise de umidade em base úmida, pois foi necessária uma secagem previa ao sol para trituração.

Em uma balança analítica pesou-se, o cadinho que foi utilizado e, em seguida, aproximadamente 1 g da amostra a qual foi levada a estufa de secagem, a uma temperatura de $105 (\pm) 2^{\circ}\text{C}$, onde permaneceu durante 120 minutos. Logo após este período o cadinho foi levado a um dessecador, por 15 minutos para que a amostra não absorvesse umidade do ambiente, e posteriormente foi pesado.

7.3.3 Teor de cinzas

As normas seguidas foram da NBR 8112/86, onde próximo de 1g da amostra, sem umidade, será pesado em cadinho previamente pesado e levado a mufla a 700°C mais ou menos 10°C até a queima total do material. Retirou-se a amostra da mufla, colocando em dessecador até atingir a temperatura ambiente. Quantificou-se a massa final, por meio da equação 3.

$$CZ = \frac{m_1 - m_0}{m} \cdot 100 \quad (3)$$

Onde: CZ = teor de cinzas (%); m_0 = massa do cadinho (g); m_1 = massa do cadinho + amostra do resíduo (g); m = massa da amostra (g).

7.3.4 Poder calorífico

É a quantidade de energia por unidade de massa libertada na oxidação de um determinado combustível (ALVES, 2014). Determinou-se o PCS em um calorímetro, por meio da metodologia estabelecida na norma ABNT NBR 8633/84, que prescreve o método de terminação do PCS do carvão vegetal a volume constante.

As amostras foram antecipadamente secas em estufa até atingir a massa constante, foi utilizada aproximadamente 1,0 g de resíduo pesados em uma balança analítica. O poder calorífico superior foi determinado pela média entre as medições obtidas pelo calorímetro.

7.4 BRIQUETAGEM

O processo de briquetagem consiste no agrupamento de partículas finas com ajuda de pressão ou aglutinação por elementos químicos. As fases para obtenção do produto final são basicamente, os processos de coleta e preparo da matéria prima, mistura dos aditivos aglutinantes, prensagem e preparo final.

A briquetagem é uma forma eficaz de armazenar a energia disponível na biomassa. De acordo com Quirino (2003).

Após retirada da biomassa, seleção do material, secagem, a matéria prima foi triturada, e prensada por meio de um compactador, conforme figura 13.

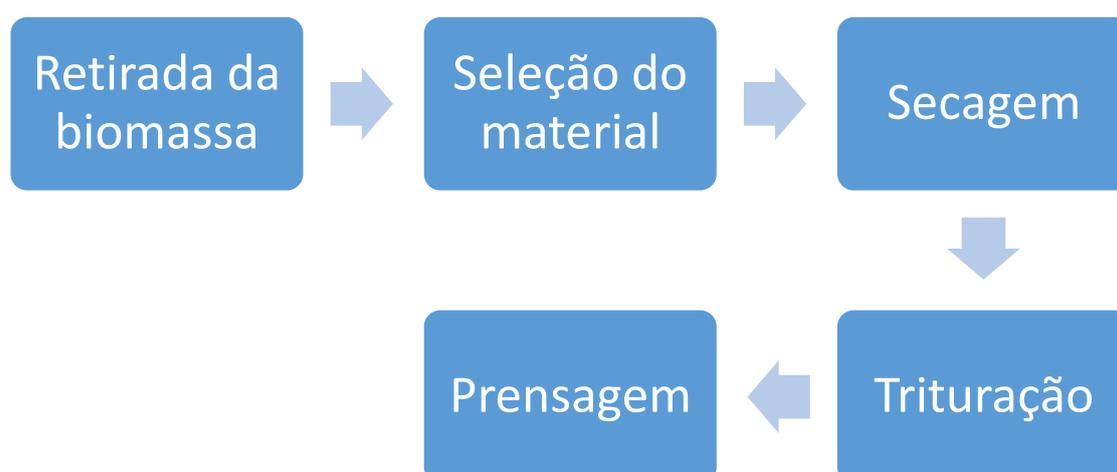


Figura 13- Fluxograma de obtenção do briquete.

8. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A casca obtida pelo descascamento possui elevada umidade e tamanhos variados. Para a produção de briquetes é importante que o resíduo seja composto por partículas pequenas, assim, o resíduo necessita ser triturado. Após secagem do resíduo e prensagem, obteve-se o briquete, figura 14.



Figura 14 – Tratamento da casca de mandioca para formação de briquetes.

8.1 GERAÇÃO DE RESÍDUOS

A caracterização da biomassa é de suma importância para o direcionamento da melhor tecnologia de conversão e utilização, evitando a exploração de uma biomassa cara e que tenha baixa eficiência energética (MOERS et al., 2011).

Foram realizados a pesagem de cerca de 50 Kg de raiz de mandioca antes e após o descascamento, a fim de obter a geração de resíduo durante este processo, apresentados na tabela 6.

| Quantificação dos resíduos gerados do processamento da mandioca | | | |
|---|---------------------|--------------|---------------|
| Raiz com casca (Kg) | Raiz sem casca (Kg) | Resíduo (Kg) | Resíduo (%) |
| 50,20 | 45,15 | 5,05 | 10,05 |
| 50,15 | 45,20 | 4,95 | 9,86 |
| 50,25 | 45,16 | 5,09 | 10,13 |
| Média | | | |
| 50,2 | 45,17 | 5,03 | 10,01% |

Tabela 6: Resultados obtidos da casca e parte centrada da mandioca

Segundo, Alves (2014), a quantidade de resíduo gerado em fábricas de amidos é de aproximadamente 10%. A partir do levantamento realizado, a fábrica de amidos que cedeu o resíduo gera em média 10,01%. Assim, em massa, a Ingrid Alimentos S.A (nome fictício) apresenta um processamento de segunda a sábado, ou seja, 6 vezes por semana, de 400 Ton de raízes, geram-se 40 Ton de resíduo/dia, ou seja 1040 Ton/mês.

Segundo o IBGE (2016), na safra de 2015, houve uma produção de 1.330.030 t de mandioca em São Paulo, representando 5,8 % da produção nacional. Considerando que todas as indústrias geram em média 10% de resíduo, o estado de São Paulo geraria em média 11 mil toneladas de resíduo de casca de mandioca por mês, é importante que seja dado a este um destino.

Este resíduo gerado com uma umidade de 85%, perante seu valor comercial é de R\$ 15 reais a tonelada. A maior parte é destinado à ração animal, porém o resíduo não transformado pode fermentar, devido a sua umidade elevada, causando problemas ambientais, atraindo insetos, roedores e cheiro desagradável, podendo causar doenças (SAITO; CABELLO, 2006).

A produção brasileira de fécula avançou, 17% em 2015 e ultrapassou 750 mil toneladas, a maior nos últimos 25 anos, figura 15. Em 2014 e 2015, a quantidade de mandioca

processada na indústria de fécula aumentou 9,6%, totalizando 2,55 milhões de toneladas, de acordo com levantamentos do Cepea (CEPEA, 2016).

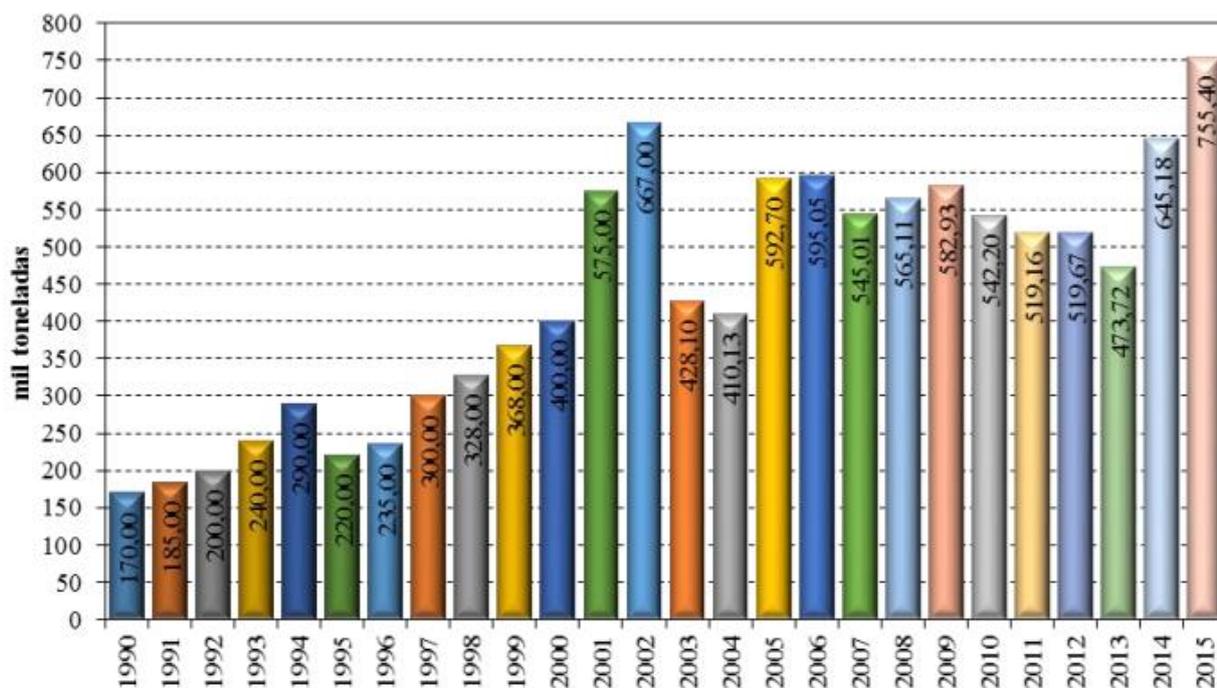


Figura 15 – Evolução da produção brasileira de fécula de mandioca entre os anos 1990 a 2015.

8.2 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

As análises de umidade, teor de cinzas, densidade e poder calorífico foram realizadas em triplicata, sendo os resultados mostrados na tabela 7.

| Resultados da caracterização físico química | |
|---|----------------------------|
| Parâmetro | Resultado |
| Densidade | 0,346 (g/cm ³) |
| Umidade | 12,37 % |
| Cinzas | 5,80 % |
| Poder calorífico | 14,6 MJ/Kg |

Tabela 7: Resultados da caracterização físico química.

Esses resultados apresentam valores ideais para a formação de briquetes. A umidade de 12,37% é considerada boa, já que o valor superior a 15%, faz com que o processo de combustão necessite de mais energia para vaporizar a água e, conseqüentemente forneça menos energia para a queima, levando a diminuição do poder calorífico e aumentando o consumo de combustível (VIEIRA, 2012).

As cinzas geradas na queima de combustível informam a quantidade de energia produzida pela biomassa, ou seja, quanto mais cinzas produzidas, menos eficiente é a queima deste resíduo em função de um maior teor de elementos minerais presentes, comprometendo a qualidade do produto fabricado devido à diminuição da eficiência de queima do resíduo (ALVES, 2014).

O teor de cinzas de 5,8%, obtido para o resíduo de mandioca, foi maior se comparado com resíduos de sabugo com 1,99% e palha com 1,79%, sugerindo que estes apresentam maior eficiência da biomassa. Porém, pode ser considerado mais eficiente em relação ao bagaço de cana de açúcar, cujo valor é 6,32% aproximadamente.

Para o aproveitamento racional e adequado dos resíduos florestais, faz-se relevante o estudo de suas propriedades energéticas. O poder calorífico é ótimo parâmetro de avaliação da potencialidade energética dos combustíveis de biomassa (MENEZES, 2013).

O poder calorífico de um material é expresso pelo conteúdo de energia que é liberada quando o material é queimado no ar. O Poder Calorífico Superior – PCS, refere-se à quantidade de calorias liberadas por um material em sua combustão completa, expresso em calorias por grama (cal/g) ou quilocaloria/quilograma (kcal/kg) e também em MJ/Kg (megajoule por Kg) (MENEZES, 2013).

Para confirmar estes resultados, foram analisados o poder calorífico, quantidade de energia por unidade de massa (ou volume, no caso dos gases) liberados na oxidação de um determinado combustível.

Para uma avaliação comparativa do poder calorífico da biomassa também se realizou-se pelo método prático desenvolvido do GEPEQ-USP (Grupo de Pesquisa em Educação Química) da Universidade de São Paulo, onde utilizamos: Um calorímetro feito com uma caixa de leite feito um furo embaixo, e outro em cima, água destilada, proveta de 10 mL, tubo de ensaio, pinça de madeira, lamparina com etanol, termômetro com escala de 0°C a 110 °C. Primeiramente, mediu-se 10 mL de água destilada, transferiu-se a água destilada para o tubo de ensaio e mediu-se a temperatura inicial da água obtendo valor de 26,5°C, transferiu o tubo para o calorímetro e iniciou-se a queima da casca de mandioca, onde colocou-se a chama abaixo do tubo de ensaio para que esquente a água, e o valor obtido foi de 42°C. Obtendo um resultado de 15,5 MJ/Kg, valor aproximado obtido pelo calorímetro.

O poder calorífico apresentado para casca de mandioca foi de 14,6 MJ/Kg, valor aproximado ao da lenha que de acordo com QUIRINO, et al., (2005), apresenta valores de 16,00 à 22,00 MJ/Kg. Porém foi maior que o valor encontrado para o bagaço de cana de açúcar que de acordo com PASQUINI (2012), o poder calorífico bagaço de cana de açúcar é em média 14,5 MJ/Kg. Assim a casca de mandioca se destaca pela grande quantidade utilizada na região e por consequência da geração de grande quantidade de resíduo.

De acordo com os princípios de desenvolvimento sustentável, a utilização da biomassa florestal para energia é reconhecida como uma medida de minimização do aquecimento global, pois substitui os combustíveis fósseis e diminui a emissão de gases de efeito estufa por conter menores teores de enxofre e de nitrogênio nos resíduos de biomassa, a sua utilização também gera menos poluição ambiental e risco à saúde do que a combustão dos recursos não renováveis (MENEZES, 2013).

A partir destes resultados, confirmamos que o resíduo proveniente da mandioca, a casca de mandioca apresenta grande potencial energético para queima na forma de briquetes no qual são bons substitutos da lenha.

Apesar do grande potencial de queima, para a viabilidade do uso do briquete a partir destes resíduos faz-se necessária uma análise de custo e benefícios por exemplo tratamento e transporte da matéria prima.

Deve se levar em consideração a utilização da lenha ilegal, a mesma possui um custo estimado de R\$ 30,00/m³, enquanto que na forma legalmente a lenha custa aproximadamente R\$ 80,00/m³, os proprietários consideram um grande prejuízo financeiro. Através do levantamento realizado a indústria Ingrid Alimentos S.A usariam em média 40 a 45 m³ de lenha por semana e que, quando comparada ao briquete, cerca de 5 m³, de lenha equivalem a 1 tonelada de briquete (SOUZA,2011), cujo custo é de R\$ 15,00 t. Assim ao invés de gastar R\$ 1200 (com madeira ilegal) ou R\$ 3200 (com madeira de reflorestamento), o gasto seria um pouco maior que R\$ 450,00 (com briquete). Desta forma, a viabilidade de substituir a lenha é muito grande comparada ao custo benefício da casca de mandioca. Também podemos levar em consideração a economia com o transporte, já que o resíduo se encontra no próprio estabelecimento.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tem-se observado nas últimas décadas que há necessidade crescente pelo uso de energia. Devido a essa grande demanda, surgem novas pesquisas em busca de fontes energéticas renováveis e mais limpas, que possam reduzir os impactos ambientais causados principalmente pelos combustíveis derivados do petróleo. Outro ponto a ser questionado nos dias atuais seria a utilização da lenha como fonte de energia, onde o maior problema é o uso indiscriminado dessa biomassa, desmatando áreas de preservação ambiental, prejudicando a fauna e a flora da região desmatada.

Este estudo mostrou que há uma grande quantidade de biomassa no estado de São Paulo que pode ser utilizada como fonte de energia, destacando-se o resíduo obtido a partir do processamento da mandioca. Na safra de 2015 a produção foi de 1.330.030 t toneladas de mandioca e sabendo que a geração de resíduo gira em torno 10% da produção agrícola. O estado gera uma média 11 mil toneladas.

O poder energético PCS encontrado foi de 14,6 MJ/Kg. Muito próximo ao das biomassas já utilizadas para produção de briquete.

Comprovou-se que a utilização de biomassas de resíduos agrícolas na forma de briquete pode ser uma alternativa de fonte renovável, além de seu uso ser ecologicamente correto, diminui o desmatamento e a acumulação de resíduo, bem como ser rentável, aumentando assim o custo benefício da indústria/casa de farinha, onde apresentam uma grande economia aos proprietários, onde reverteriam no preço final do produto obtido.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 8112/83, Carvão Vegetal – análise imediata.

ABNT NBR 8633/84, Determinação do poder calorífico superior.

ALVES, Darline Arbuquerque de Holanda. **Avaliação do potencial energético de resíduos de produção agrícola provenientes do beneficiamento da mandioca e do milho.** 2014. p. 80. Dissertação de (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, Maceió, 2014.

ALMEIDA, Sérgio Ricardo Matos. **Cartilha Rimada da Manipueira.** Empresa Baiana de Desenvolvimento Agrícola S.A. Disponível em <[http://www2.ufrb.edu.br/reagro/images/downloads/Cartilha Rimada da Manipueira - modo de Leitura.pdf](http://www2.ufrb.edu.br/reagro/images/downloads/Cartilha_Rimada_da_Manipueira_-_modo_de_Leitura.pdf)> Acesso em: 08 mar. 2016.

ALVIM, Moema de Castro. **A mandioca – O pão da terra.** Pinheiro em pauta. Disponível em <<http://pinheiroempauta.blogspot.com.br/2014/09/a-mandioca-o-pao-da-terra.html>> Acesso em: 08 mar. 2016

ARAGÃO, Maria do Livramento; PONTE, J. Júlio. O uso da manipueira – Extrato Líquido das raízes de mandioca – Como adubo foliar. **Revista Ciência Agrônoma**, nº 1/2, v.26, 1995, p.45-48.

ASSIS, Cláudia Olímpia; BALIZA, Ana Elisa Rodarte; PAULA, Luana Elis de Ramos; TRUGILHO, Paulo Fernando; REZENDE Raphael Nogueira. Produção e avaliação de briquetes de resíduos lignocelulósicos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Minas Gerais, Abr/Jun. 2011. v31. n66. P.103-112.

BASTOS, Fabiano. **Embrapa lança cultivares de mandioca de mesa**. Embrapa Cerrados. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/6252350/embrapa-lanca-cultivares-de-mandioca-de-mesa> > Acesso em: 07 fev. 2016.

BARATIERI, Stela Mari; BASSO, Nara Regina de Souza; BORGES, Regina Maria Rabello; FILHO, João Bernardes da Rocha. Opinião dos estudantes sobre a experimentação em química no ensino médio, v.3, 2008, p.19-31.

BENITE, Anna Maria Canavarro; MACHADO, Cláudio Roberto Benite. O laboratório didático no ensino de química: uma experiência no ensino público brasileiro. **Revista Iberoamericana de Education**, nº 48, janeiro, 2009, p.1-10.

BOTELHO, Sonia Maria; POLTRONIERI, Marli Costa; RODRIGUES, João Elias Lopes Fernandes. Manipueira: um adubo orgânico para a agricultura familiar. In: Congresso Brasileiro de Mandioca, 13

CAETANO, Marcelo Leonel. **Atividades de Complexos de Vanádio como hipoglicemias para tratamento de diabetes mellitus tipo 2**. 2012. 86p. Trabalho de Conclusão de Curso – Química Industrial – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, São Paulo, Assis, 2012.

CARDOSO, Fernando Henrique; PATRÍCIO, Luciano Oliva. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília. Disponível em < <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/70320/65.pdf?sequence=3> >. Acesso em: 26 mai. 2016.

CARVALHO, Marcos Antônio. **Processo de amido de mandioca e suas principais utilizações**. 2006. 32p. Trabalho de Conclusão de Curso – Química Industrial – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, São Paulo, Assis, 2006.

CAVALLINI, Carolina Melki. **Estudo da Modificação Ácido-Etanólica do Amido de Mandioca Seguida de Moagem**. 2009. 89p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo, São José do Rio Preto, 2009.

CEPEA – USP **Expansão industrial e maior oferta de raiz sustentam produção recorde de fécula em 2015**. São Paulo, Piracicaba, 2016.

DAMODARAN, Srinivasan; PARKIN, Kirk L; FENNEMA, Owen R. **Química de Alimentos de Fennema**, 5. ed. Tradução de Adriano Brandelli, Alessandro de Oliveira Rios, Ana Lyl Oliveira de Carvalho, Florência Cladera-Oliveira, Itaciara Nunes e Plinho Francisco Hertz. Editora Artmed, 2010.

EMBRAPA, **Mandioca no Cerrado**. Planaltina, Gráfica Athalaia, 2011.

EMBRAPA, **Mandioca 500 perguntas, 500 respostas**. 1. Ed. Brasília, 2006.

FERREIRA, J.N Borges; **Aipim, Macaxeira é Mandioca**. Rio de Janeiro: Grupo Editorial Record LTDA, 2015.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2016. **Estatística da Produção Agrícola 2016**. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Fasciculo_Indicadores_IBGE/estProdAgr_201601.pdf Acesso em: 02 out. 2016

JUNIOR, Wilmo E. Francisco. Carboidratos: Estrutura, Propriedades e Funções. **Revista Química Nova na Escola**, nº 29, Agosto, 2008, p.1-6.

KOBLITZ, Maria Gabriela Bello; **Matérias-primas Alimentícia – Composição e Controle de Qualidade**. Aparecida: Editora Santuário, 2014.

LIMA, Urgel de Almeida; **Matérias-primas dos alimentos**, 1. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 2010.

MAFRA, Camila Viccioli. **Determinação de ferro na folha de mandioca desidratada.** 2008. 26p. Trabalho de Conclusão de Curso – Química Industrial – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, São Paulo, Assis, 2008.

MENEZES, João Batista de Campos. **Caracterização, Avaliação e Processamento Mínimo de Seis Variedades de Mandioca Cultivadas do Norte de Minas Gerais.** 2012. 78p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, Montes Claros, 2012.

MENEZES, Marta Juliana Schmatz. Poder calorífico e análise imediata da maravalha de pinus (*Pinus sp*) E Araucária (*Araucaria angustifolia*) De Reflorestamento como resíduo de madeira. 2013. 65p. Dissertação (Pós-graduação) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Paraná, Cascavel, 2013.

MOERS E.M.; VIEIRA A. C.; FERNANDES D.M.; SOUZA S. N. M.; BARICATTI R. A. Caracterização da biomassa residual proveniente de resíduos agrícolas para geração de energia. **I COLASSA** – Congresso Latino Americano de Suinocultura e Sustentabilidade Ambiental. Foz do Iguaçu, PR. 2011.

MORAES, Priscila Cardoso; TRAJANO, Silvia Cristina de Souza; MAFFRA, Stella Maria; MESSEDER, Jorge Cardoso. Abordando Agrotóxico no Ensino da Química: Uma Revisão. **Revista Ciências&Ideias**, v.3, n.1, setembro, 2010. p.1-15.

NASCIMENTO, Maria de Lourdes. **Mandioca é cultura de grande importância no contexto social e econômico do Estado.** Ateffa. Disponível em: < <http://www.ateffaba.org.br/?p=4435#prettyPhoto> > Acesso em: 07 fev. 2016.

PASQUINI, Cesar Nilton. Uso Potencial como Fonte de Energia de Lodo Proveniente de Esgoto Doméstico e Industrial. **Revista Ciência Exatas e Naturais**, v.16, nº 1, Jan/Jun, 2014. p. 35-57.

PCN + Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciência da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.

Brasília: MEC/Semtec. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>> Acesso em: 22 mai. 2016.

PINTO, Paulo Henrique Mendonça. **Tratamento de Manipueira de Fecularia Utilizando Processos Oxidativos com Peróxido de Hidrogênio, Ozônio e Radiação Ultravioleta.** 2013. 160p. Dissertação (Doutorado) – Ciências Agrônômicas – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, Botucatu, 2013.

QUIRINO, W, F. Utilização energética de resíduos vegetais. Laboratório de produtos Florestais – LPF/IBAMA. Brasília, DF, 2003. 14p.

QUIINO, Waldir F.; VALE, Airton Teixeira; ANDRADE, Ana Paula Abreu; ABREU, Vera Lúcia Silva; AZEVEDO, Ana Cristina dos Santos. Poder Calorífico e de materiais lignocelulósicos. **Revista da Madeira.** nº 89, p-100-106, 2005.

SAITO, I. M.; CABELLO, C. Produção de etanol a partir de hidrolisado obtido por tratamento hidrotérmico de farelo de mandioca. **Revista Energia na Agricultura** , v. 21, p.34-44, 2006.

SILVA, Belquior Benoni da; MENDES, Flávio Bertin Gandara; KAGEYAMA, Paulo Yoshio. **Mandioca.** Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Disponível em: <<http://www.lcb.esalq.usp.br/extension/DESAAFCA/mandioca.pdf> > Acesso em: 07 fev. 2016.

SILVA, Antônio Paixão. **Aproveitamento Sustentável da Manipueira.** I Seminário Nacional sobre Manipueira, 2009. Disponível em <http://www.emater.pi.gov.br/download/200812/EMATER01_718d0905eb.docx>. Acesso em: 30 nov. 2015.

SOUSA, Paulo César Borges; **Ideia de Negócio – Como montar uma fábrica de briquetes.** Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/Como-montar-uma-f%C3%A1brica-de-briquetes>> Acesso em 21 jul. 2016.

SOUZA, J. E. A. **Avaliação das diversas fontes e tipos de biomassa do Estado de Alagoas: estudo de suas características físico-químicas e de seu potencial energético.** 2011. Tese (Doutorado em Química e Biotecnologia) – Universidade Federal de Alagoas, Alagoas, Maceió, 2011.

SOUZA, Karina Ap. de Freitas Dias; NEVES, Valdir Augusto. **Experimentos de Bioquímica.** Disponível em: <
http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas_ch/teste_amido.htm> Acesso em 21 jul. 2016.

VIEIRA, A. C. **Caracterização da biomassa proveniente de resíduos agrícola para geração de energia.** Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Paraná, Cascavel, 2012.

VIEITES, Rogério Lopes. Efeitos da Adubação com Manipueira Sobre o Rendimento e Qualidade dos Frutos de Tomate. In: *Pesq. Agropec. bras*, 8, 1998. Brasília, Brasil. **Resumos.** Botucatu: UNESP, 1998.