



## Análise da Composição Química e Metodologia de Obtenção do Melaço da Manipueira

### Analysis of Chemical Composition and Methodology for Obtaining Manipueira Molasses

Janesmar Camilo de Mendonça Cavalcanti<sup>(1)</sup>; Esmeralda Aparecida Porto Lopes<sup>(2)</sup>; José Crisólogo de Sales Silva<sup>(3)</sup>; Giliard José Lopes<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup>ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0809-9327>, Universidade Estadual de Alagoas-Uneal, Professora Titular, Química, BRAZIL, E-mail: [janesmar.cavalcanti@gmail.com](mailto:janesmar.cavalcanti@gmail.com)

<sup>(2)</sup>ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3765-0712>, Universidade Estadual de Alagoas-Uneal, Professora Adjunta, Biologia, BRAZIL, E-mail: [eportolopes@yahoo.com.br](mailto:eportolopes@yahoo.com.br);

<sup>(3)</sup>ORCID <http://orcid.org/0000-0001-8687-0952>, Universidade Estadual de Alagoas-Uneal, Professor Titular, Zootecnia, BRAZIL, E-mail: [jose.crisologo@uneal.edu.br](mailto:jose.crisologo@uneal.edu.br)

<sup>(4)</sup>ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4275-1342>, Universidade Estadual de Alagoas-Uneal, Graduando de Química, BRAZIL, E-mail: [giliard.loppes@gmail.com](mailto:giliard.loppes@gmail.com)

Recebido em: 07 de abril de 2020 de 2019; Aceito em: 21 de abril de 2020; publicado em 10 de 07 de 2020. Copyright© Autor, 2020.

**RESUMO:** A manipueira, líquido residual da mandioca com alta carga orgânica e compostos tóxicos, pode causar impactos ambientais negativos. Ainda pouco reutilizada, é armazenada em cisternas a céu aberto, onde passa a sofrer variados processos físico-químicos e biológicos, adquirindo um aspecto de melaço. O estudo da constituição química do melaço torna-se relevante podendo apresentar aspectos distintos da manipueira. O objetivo foi obter melaço da manipueira através de técnicas de aquecimento e agitação além da realização de análises físico-químicas. Foram aplicadas três metodologias de aquecimento e agitação para a obtenção do melaço: teste de aquecimento indireto, teste de aquecimento direto e teste de aquecimento direto pós evaporação natural. Análises químicas quantitativas e qualitativas de íons  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , Fe II e Fe III,  $Mn^{2+}$  e  $Zn^{2+}$ , nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cianetos livres/totais, proteínas e carboidratos foram realizadas. Resultados mostraram que dos três métodos aplicados, o método de aquecimento direto mostrou-se o mais viável por ser adquirido em menor intervalo de tempo e não cria grânulos no produto final. No tocante às análises químicas qualitativas e quantitativas, o melaço conservou todos os nutrientes que a manipueira *in natura possui*; os nutrientes, porém, sofreram alteração quanto às suas concentrações iniciais. O melaço não apresentou cianetos livres/totais, mas uma carga considerável de Enxofre. Concluiu-se que formação do melaço ocorre com mínimo de tecnologia e vantagens sobre manipueira *in natura*, pois conserva seus nutrientes, mas não apresenta cianetos tóxicos, podendo ser utilizada com maior segurança enquanto fertilizantes, alimentação humana/animal e geração de bioprodutos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mandioca, *Manihot esculenta* Crantz, Efluentes.

**ABSTRACT:** Manipueira, a residual liquid from cassava with a high organic load and toxic compounds, can cause negative environmental impacts. Still little reused, it is stored in cisterns in the open, where it undergoes various physical-chemical and biological processes, acquiring an aspect of molasses. The study of the chemical constitution of molasses becomes relevant and may present different aspects of the manipueira. The objective was to obtain molasses from manipueira by means of heating and stirring techniques in addition to performing physical-chemical analyzes. Three heating and stirring methodologies were applied to obtain molasses: indirect heating test, direct heating test and direct heating test after natural evaporation. Quantitative and qualitative chemical analyzes of  $k^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , FeII and FeIII,  $Mn^{2+}$  and  $Zn^{2+}$ , nitrogen, phosphorus, calcium, magnesium, sulfur, boron, free/total cyanides, proteins and carbohydrates were performed. Results showed that of the three methods applied, the direct heating method was more viable with a shorter time interval and did not create granules in the final product. Regarding the qualitative and quantitative chemical analysis, the molasses preserved all the nutrients that the manipueira *in natura*; the nutrients changed in relation to their initial concentrations. The molasses did not present free/total cyanides, but Sulfur. It was concluded that the formation of molasses occurs with a minimum of technology and advantages over manipueira *in natura*, as it conserves its nutrients, but does not present toxic cyanides, and can be used with greater safety as fertilizers, human/animal feed and generation of bioproducts.

**KEYWORDS:** Cassava, *Manihot Esculenta* Crantz, Effluents

## INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot Esculenta* Crantz) é uma planta da família das *Euforbiáceas* e tem sua origem no continente Sul Americano. É uma cultura de fácil manejo e adaptação que por causa de tais atributos foi facilmente disseminada pelo mundo e é atualmente cultivada em mais de cem países (SANTOS FILHO, 2012; FAO, 2019).

Munida de grande importância econômica e cultural, a mandioca é considerada uma das principais fontes de aquisição de amido, sendo na maioria das vezes plantada por pequenos produtores que têm a mesma como fonte de renda e de subsistência familiar.

A parte de maior importância econômica da planta de mandioca é a raiz, lugar de onde se pode extrair o amido, que pode ser adquirido na forma de fécula ou transformado em farinha, por meio de processos mecânicos, nas agroindústrias de transformação. Esses processos, no entanto, geram resíduos que vêm causando sérios problemas ambientais pelo descarte inadequado dos mesmos, tendo a manipueira como o principal deles (VILHALVA et al., 2011; FIORDA et al., 2013).

A manipueira é um líquido de cor amarelo-claro e aparência leitosa gerado a partir do processamento da mandioca. A periculosidade atribuída a esse resíduo dá-se ao fato de o mesmo possuir em sua composição a presença das substâncias cianogênicas linamarina e lotrautalina que quando hidrolisadas por ação enzimática geram o Ácido Cianídrico (HCN), espécie química altamente tóxica (ARAÚJO et al., 2015).

Após ser descartada das casas de farinha ou fecularias, a manipueira é muitas vezes armazenada em cisternas a céu aberto. Depois de seu armazenamento, esse efluente, agora em repouso, começa a sofrer espontaneamente variados processos físico-químicos e biológicos.

Um dos processos sofridos pela manipueira depois de seu armazenamento é a evaporação de água e de outras espécies voláteis presentes em sua composição, como o HCN. Quando tais evaporações acontecem, esse resíduo passa a adquirir uma consistência gelatinosa de cor amarronzada com um aspecto de melaço.

Apesar da composição química da manipueira já ser conhecida há vários anos, como pode ser observado nos trabalhos de Leonel e Cereda (1995) e Ponte (2001), o melaço, subproduto gerado após processos físico-químicos e biológicos sofridos pela

mesma, passa a conter características distintas do líquido que o formou, necessitando, assim, de análises que caracterizem seus novos constituintes.

Pensando nisso e visando contribuir para o reaproveitamento deste subflúente, teve-se como objetivo a obtenção do melaço da manipueira a partir de técnicas de aquecimento e agitação com subsequente realização de suas análises químicas qualitativas e quantitativas, contribuindo assim com questões ambientais e da agricultura de uma maneira geral, agregando valor a mandiocultura.

## REFERENCIAL TEÓRICO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta da família *Euphorbiaceae* e apresenta sua origem no continente Sul Americano (SANTOS FILHO, 2012).

Domesticada pelos nativos americanos há mais de 8.000 anos antes da chegada dos europeus (SILVA; MURRIETA, 2014), a mandioca teve sua disseminação mundial no século XVI, quando, antes de 1600, comerciantes portugueses a apresentaram aos continentes africano e, posteriormente, asiático (SANTOS, 2012).

A propagação dessa cultura em ambos os continentes foi muito bem sucedida; tal sucesso deu-se pelo fato de a mandioca ser uma planta de fácil manejo, ter rápida adaptação em diferentes ecossistemas e adequar-se tanto a solos de baixa fertilidade quanto a terrenos extremamente deficientes de recursos hídricos (VALLE; LORENZI, 2014).

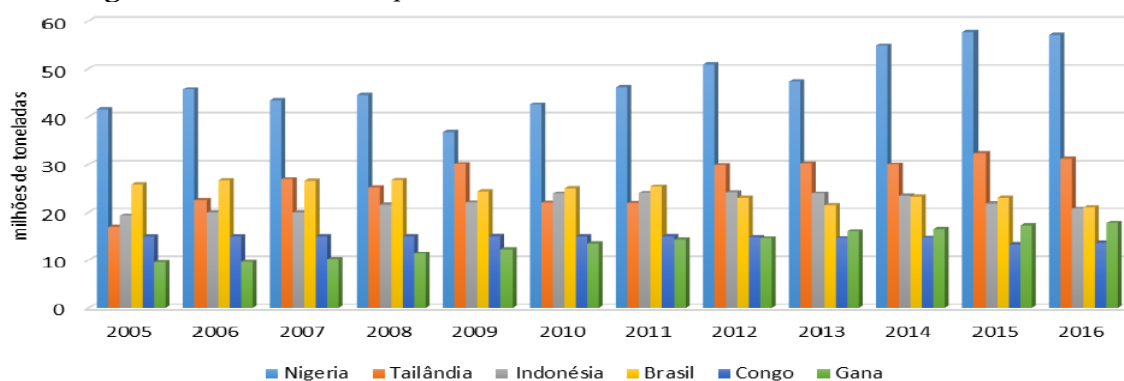
Por características tão peculiares e vantajosas, a mandioca tornou-se um dos cultivares mais populares do mundo (SANTOS FILHO, 2012); sendo produzida em mais cem países (FAO, 2019), principalmente nos que encontram-se na faixa tropical do planeta, especificamente entre 30° N e 30° S de latitude (COIMBRA, 2013).

Dentre os países onde a mandioca é produzida, destacam-se como principais produtores: Nigéria, Tailândia, Indonésia, Brasil, Congo e Gana (CONAB, 2019).

O último levantamento feito pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) estimou que em 2016 foram produzidas no mundo 277,1 milhões de toneladas de mandioca, tendo a Nigéria como líder (57,13 milhões) e o Brasil na quarta colocação, com 21,08 milhões de toneladas (CONAB, 2019).

O gráfico contido na **Figura 1** mostra a evolução da produção da mandioca nos países líderes entre os anos 2005 e 2016.

**Figura 1** – Evolução da produção da mandioca entre os anos de 2005 e 2016.



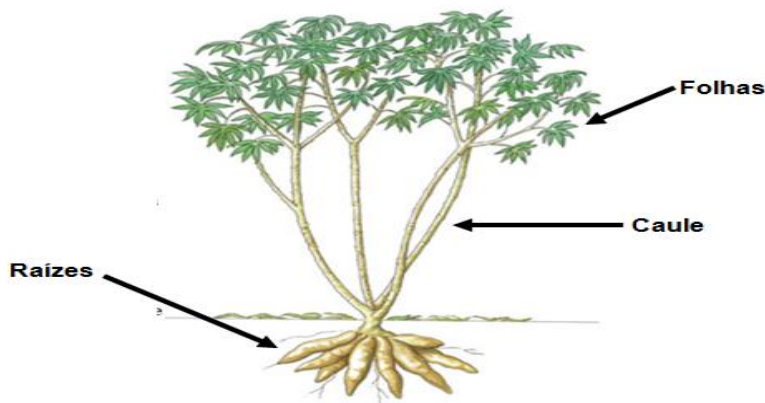
Fonte: CONAB, 2019.

No Brasil, a produção da mandioca se dá em todo o país (FIORDA et al. 2013) e tem as regiões Norte e Nordeste como principais produtoras; sendo a Região Norte líder com 36,1%, e a Região Nordeste em segundo lugar, com 25,1% dessa produção. (EMBRAPA, 2019).

Apesar da sua grande produção, a mandioca é para o Brasil uma cultura de subsistência para pequenos produtores, sendo na maioria das vezes cultivada para consumo próprio (VALLE; FELTRAN; CARVALHO, 2009), principalmente nas regiões semiáridas do país, que passam por longos períodos com a ausência da chuva, impossibilitando o plantio de culturas menos resistentes, fazendo da mandioca uma grande aliada na obtenção de renda para sobrevivência de moradores dessas regiões (COÊLHO, 2018). A planta de mandioca tem suas partes divididas em (MAIEVES, 2010; COIMBRA; 2013): folhas, como o local de ocorrência da fotossíntese e transformação de energia luminosa em energia química; são simples, incompletas e possuem cores e tamanhos variáveis, Caule como a parte utilizada para propagação assexuada da espécie, chega a medir de 1,0 a 2,0 metros de altura, tem cor esverdeada quando a planta está em fase de crescimento e apresenta-se em cor acinzentada quando a planta encontra-se na fase adulta. Tem-se também as Raízes como o local de armazenamento de energia. É a parte da planta utilizada para fins alimentícios e de extração de amido. Os Frutos são as cápsulas que contêm três sementes e se abrem em seis válvulas quando amadurecem ou encontram-se secas. Por último, as Sementes que

são o meio de reprodução sexuada da planta. Na **Figura 2**, tem-se a representação do pé de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).

**Figura 2** – Disposição morfológica da planta mandioca tendo suas partes principais evidenciadas.



Fonte: FAO, 2016. (Adaptada)

O período de desenvolvimento da mandioca divide-se em cinco fases fisiológicas, sendo quatro ativas e uma de repouso vegetativo (MAIEVES, 2010).

Na primeira fase, inicia-se a brotação da maniva (caule), esse processo ocorre sete dias após o plantio; após 10 ou 12 dias do plantio das manivas, há o aparecimento das primeiras folhas e início do enraizamento, cerca de 8 cm (NETO, 2013).

Após um mês da plantação, inicia-se a fase dois, que tem duração média de 70 a 80 dias; fase no qual as folhas se desenvolvem e passam a trabalhar no processo fotossintético; antes disso, a planta desenvolvia-se usando a reserva energética presente no caule que fora plantado. É na fase dois que ocorre também um enraizamento mais profundo, cerca de 50 cm (COIMBRA, 2013).

A fase três é o momento no qual desenvolve-se principalmente a parte aérea da planta, essa fase dura cerca de 90 dias e é a partir desse momento que há a diferenciação dos cultivares (NETO, 2013).

Na fase quatro, inicia-se o processo de engrossamento das raízes pela migração de substâncias (açúcar comum e sacarose) para armazenamento nas mesmas; tal processo passa a ocorrer a partir do 5º mês após o plantio da maniva; a partir daí não há mais crescimento das raízes em comprimento, mas em diâmetro por causa da alta concentração de amido sintetizado e reservado (MAIEVES, 2010; NETO, 2013).

A quinta e última fase é o momento do repouso da planta, momento no qual ocorre fim do ciclo vegetativo, ou seja, a planta deixa de sofrer transformações, reduz sua área foliar e passa a consumir o amido outrora armazenado (MAIEVES, 2010; COIMBRA, 2013).

Por ser natural de regiões tropicais, a mandioca é intolerante a alagamento ou congelamento do solo onde encontra-se inserida e se desenvolve de maneira mais eficiente estando exposta diretamente à luz do sol. Essa cultura tem como temperatura ideal de cultivo uma média de 24° a 25° C e pode suportar temperatura mínima de 20° C e máxima de 27° C sem que seu desempenho seja comprometido (SEBRAE, 2019).

Com relação ao solo, a mandioca adapta-se a terrenos de baixa fertilidade e com pouca disponibilidade hídrica. O déficit de recursos hídricos, porém, acaba afetando diretamente o crescimento e o rendimento da planta (ALVES, 2019).

Para protegerem-se de potenciais predadores e perpetuarem suas espécies, as plantas desenvolveram, ao longo do tempo, mecanismos químicos de defesa chamados de metabólitos secundários (VIZZOTTO; KROLOW; WEBER, 2010).

Entre os metabólitos secundários produzidos pelas plantas estão os glicosídeos cianogênicos (GCs), que são substâncias antibióticas ( $\beta$ -glicosídeos e  $\alpha$ -hydroxynitrila) derivadas de aminoácidos de cadeias hidrofóbicas, alifáticas ou aromáticas (valina, leucina, isoleucina, fenilalanina e tirosina) concentradas nos vacúolos de mais de 2500 espécies vegetais, tais como: samambaias, gimnospermas e angiospermas (SILVA, 2019).

A mandioca é um exemplo de planta cianogênica, isto é, apresenta GCs em sua composição, tendo como os principais a Linamarina (93%) e a Lotraustalina (7%), que, com exceção das sementes, estão presentes em todas as partes da planta (SOUZA, 2013).

Essas moléculas podem sofrer por meio de ações enzimáticas reações químicas que as hidrolisam para a liberação do ácido cianídrico (HCN), substância química altamente tóxica quando ingerida em grandes quantidades (MAIEVES, 2010). Por causa disso, alguns cultivares da mandioca são impróprios para consumo humano ou animal.

A mandioca é altamente energética. Isso se dá pelo fato de ela ser em grande parte constituída por carboidratos, cerca de 92,5%, que se encontram principalmente na forma de amido, gerando cerca de 1500 kcal/Kg (MAIEVES, 2010). Além dos carboidratos, a mandioca é uma ótima fonte de betacaroteno (precursor da vitamina A) nas raízes de coloração amarela e de Licopeno nas raízes de coloração rosada (SEBRAE, 2019).

A vitamina C também está presente nas raízes, e além de valor nutricional na dieta humana, atua como espécie redutora, protegendo os frutos e raízes do escurecimento (MAIEVES, 2010).

A mandioca é uma planta com total aproveitamento, isto é, pode ser aproveitada das raízes às folhas, sendo as raízes a parte de maior importância econômica (CHRISTÉ; COHEN, 2010). Seu processamento pode ser realizado tanto de forma artesanal em pequenas unidades produtoras quanto de forma mais elaborada nas agroindústrias de transformação (CENI et. al, 2009).

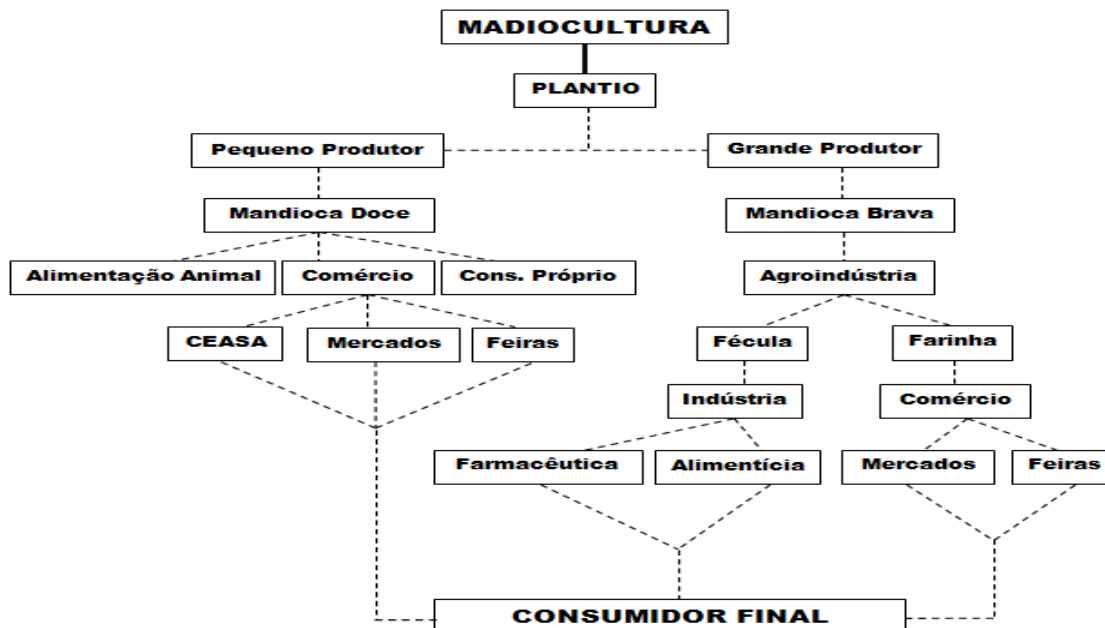
Nas pequenas unidades produtoras, a mandioca é, geralmente, vendida *in natura* ou com mínima modificação para o consumo direto, tendo seu comércio em CEASAS, feiras, mercados e até beira de rodovias, podendo ser vendida descascada, com casca ou mesmo congelada (SEBRAE, 2019). Já nas indústrias, a mandioca é usada para a produção de farinhas, que desempenham um papel de grande importância na alimentação das pessoas por todo o país; e de fécula (amido), que pode ser empregada não apenas na alimentação, mas também como insumo na geração de produtos como colas e embalagens; além de ser usada nas indústrias têxteis, farmacêuticas, entre outras (FIALHO; VIEIRA, 2013).

Torna-se necessário ressaltar que a mandioca vendida para consumo direto em feiras e demais estabelecimentos comerciais (denominada doce ou de mesa) tem características genéticas diferentes da mandioca destinada à indústria (denominada brava), imprópria para consumo *in natura* (SOUZA; FIALHO, 2003).

O fluxograma a seguir (**Figura 3**) mostra as rotas que essas diferentes espécies (doce e brava) percorrem desde o plantio até o consumidor final.

Estima-se que no Brasil 83% da produção de raízes de mandioca seja destinada à geração de farinha e fécula (VILHALVA et al., 2011). Este é um mercado altamente lucrativo que gerou no ano de 2018 a receita de 10,1 bilhões de reais (BRASIL, 2019). Mas apesar de ter um papel fundamental para a economia do país, o processamento da mandioca nas agroindústrias, seja para obtenção de farinha ou fécula, gera resíduos que vêm causando sérios problemas à natureza pelo seu descarte inadequado (VILHALVA et al., 2011). Tais resíduos podem ser divididos em duas classes: sólidos e líquidos; tendo como exemplos para os sólidos: cascas e bagaços, e para os líquidos: a água vegetal e a manipueira (FIORDA et al., 2013).

Figura 3 – Fluxograma do processamento das variedades de mandioca doce e brava.



Fonte: Autor, 2019.

Matsui et al. (2003) afirmam que o descarte dessa biomassa na natureza não só proporciona impacto ambiental, mas também a perda de matéria prima, pois esses resíduos podem gerar variados subprodutos.

Pensando nisso, vários cientistas vêm intensificando pesquisas com o intuito de proporcionar o reaproveitamento de tais resíduos; como mostra o trabalho de Fiorda et al. (2013), que produziram farinha das cascas de mandioca e o de Oliveira Neto et al. (2013), que utilizaram as cascas como adsorvente de corantes orgânicos.

A manipueira é um resíduo líquido de cor amarelo-claro e aspecto leitoso que surge a partir da prensagem das raízes da mandioca nas agroindústrias (NASU et al., 2010). Estima-se que para cada tonelada de mandioca processada para a produção de farinha obtenha-se, em média, 300 litros desse resíduo; já para a produção de fécula o volume é ainda maior, passando a ser o dobro (SILVA JÚNIOR et al., 2012).

Dos resíduos gerados a partir do processamento das raízes, a manipueira é um dos mais problemáticos à natureza por causa de sua alta concentração de matéria orgânica (BARRETO et al., 2014), além da presença de cianetos livres (CN<sup>-</sup>), cianetos totais (HCN) e metais, que são espécies químicas tóxicas quando encontram-se em alta concentração.

A **Tabela 1** mostra os principais componentes químicos da Manipueira citado por Ponte et al., 1998. adaptada.



**Tabela 1** – Componentes químicos da manipueira.

Espécie Química	Concentração em ppm
Boro	5,0
Cálcio	227,5
Cianetos livres	42,5
Cianetos totais	604,0*
Cobre	11,5
Enxofre	195,0
Ferro	15,3
Fósforo	259,5
Magnésio	405,0
Manganês	3,7
Nitrogênio	425,5
Potássio	1853,5
Zinco	4,2

Fonte: Ponte et al., 1998. adaptada.

Ao escorrer das prensas, a manipueira é armazenada a céu aberto ou muitas vezes conduzida aos leitos dos rios próximos às casas de processamento, o que causa um grande desequilíbrio ambiental, pois diminui o oxigênio dissolvido nas águas e proporciona sérios danos a seres de respiração aeróbia nativos desse ecossistema (WOSIACKI; CEREDA, 2002). Mas não só isso, a manipueira quando descartada sem tratamento prévio no solo aumenta significativamente sua acidez, podendo torná-lo infértil e impróprio para cultivo de qualquer espécie vegetal (SOUZA, 2013).

A **Figura 4** mostra a manipueira sendo depositada em cisterna a céu aberto registrada por DOM TOTAL, 2019.

Apesar da sua alta toxicidade e periculosidade, a manipueira pode ser reaproveitada ou reintegrada nos processos industriais para produção de variados produtos (BEZERRA et al., 2012). Muitas são as formas de reaproveitamento desse efluente e abaixo serão listadas algumas delas.

Biossurfactantes são moléculas anfóteras que podem ser sintetizadas por micro-organismos e trabalham na interface de fluídos de diferentes polaridades. A síntese dessas moléculas é importante para a natureza, pois, ao sintetizá-las, os micro-organismos aumentam a disponibilidade de substratos hidrofóbicos, aumentam a atividade antimicrobiana e complexam metais pesados, reduzindo a toxicidade do meio onde estão inseridos. Por causa disso, essas biomoléculas são de grande usabilidade nas indústrias farmacêuticas, alimentícias, petrolíferas, entre outras (BEZERRA et al., 2012).

**Figura 4** – Manipueira depositada em cisterna a céu aberto.



Fonte: DOM TOTAL, 2019.

Sabendo disso, Bezerra et al. (2012) estudaram a produção de biossurfactante através da manipueira e concluíram, ao final dos estudos, que a manipueira tem grande potencial para tal finalidade.

Como já descrito em outro momento neste trabalho, a manipueira possui em sua composição alta carga orgânica e variados nutrientes. Observando esse fato, Santos et al. (2010) estudaram o uso da manipueira como biofertilizante para a cultura da alface (*Lactuca sativa L.*). A intenção da pesquisa foi saber a dosagem segura de manipueira para a nutrição da planta sem que causasse a morte da mesma. Os autores concluíram ser possível o uso do efluente desde que aplicado em doses adequadas.

Os autores Barreto et al. (2014) e Araújo et al. (2015) também utilizaram a manipueira como biofertilizante, porém utilizaram para a pesquisa a cultura do milho (*Zea mays L.*), e ambos relataram resultados satisfatórios do uso do resíduo.

A bibliográfica apresenta vários autores que utilizaram a manipueira como inseticida natural para o controle de diferentes tipos de insetos. Ponte (1998) afirma que o uso desse efluente para tal finalidade torna-se possível graças aos cianetos presentes no líquido, que conferem ao mesmo essa potencialidade.

Gonzaga et al. (2007) aplicaram a manipueira, em diferentes concentrações, na contenção do pulgão preto (*Toxoptera Citricida*), inseto responsável pela baixa produção de citros no estado do Amazonas. Os autores constataram a morte de 100% dos insetos, dependendo da concentração de manipueira com que as plantas de citros eram pulverizadas.

A **Tabela 2** apresenta um apanhado de estudos feitos com a aplicação da manipueira, em diferentes culturas, para a eliminação de variados tipos de insetos.

**Tabela 2** – Estudos da eficiência da manipueira na eliminação de pragas de variadas culturas.

Insetos	Culturas	Eliminação	Autor (es)
Pragas chaves	Abacaxi	Comprovada	(GONZAGA et al. 2009)
Lagarta do cartucho	Milho	Comprovada	(SILVA; SOUZA; OLIVEIRA, 2017)
Saúvas	Culturas variadas	Comprovada	(SANTOS et al., 2017)
Conchonilha da raiz	Raiz da mandioca	Comprovada	(PRATIS, et al, 2013)
Pulgão da couve	Couve	Comprovada	(JESUS; MENDONÇA, 2012)

Fonte: Autor, 2019.

A manipueira pode ser inserida na alimentação humana, na forma de tucupi. O tucupi é um molho parcialmente fermentado da manipueira que é deixado de um a dois dias em descanso para a decantação do amido remanescente no mesmo. Após essa decantação, o molho é fervido, tem vários condimentos (temperos) adicionados a ele, é armazenado em garrafas PETS ou similares e, por fim, comercializado em feiras livres ou supermercados da região Norte do Brasil na **Figura 5**, fonte: CAMPOS et al., 2016; MENDONÇA, 2019.

**Figura 5** – Tucupi comercializado em garrafas PET.



Fonte: A PROVINCIA DO PARÁ, 2019.

A manipueira pode ser também integrada como insumo agropecuário na alimentação animal (**Figura 6**), desde que tratada previamente e de forma adequada (ALMEIDA et al., 2009; LEITE, 2013).

**Figura 6** – Manipueira sendo integrada na deita animal.



Fonte: CAPRIL VIRTUAL, 2019.

Segundo Almeida et al. (2009), o uso desse efluente na alimentação animal contribui para a geração de emprego e renda que, além disso, ganha uma destinação nobre, podendo solucionar o grave problema que seu descarte inadequado proporciona ao meio ambiente.

Além das muitas formas de aproveitamento da manipueira já apresentadas neste trabalho, pode-se também ver a reutilização desse efluente integrando uma vertente mais tecnológica, como mostram os trabalhos de Venturin (2017), que estudou o uso da manipueira para a produção de biogás através de biodigestão anaeróbia, e o de Amorim, Martins e Amorim (2014), que estudaram o potencial da mesma na produção de hidrogênio e do bioetanol.

A manipueira pode, ainda, ser reaproveitada para a produção de bioplástico. Isso se torna possível, pois, segundo Schllemer (2013), esse efluente possui em sua composição um considerável teor de amido advindo do baixo rendimento no processo de extração do mesmo.

Contudo, estudos sobre a geração de bioplástico através da manipueira são ainda escassos. Foram encontrados na bibliografia sobre o tema apenas os trabalhos de Iurckeviz & ludwichk (2011) e Schllemer (2013); o que torna viável maiores estudos do uso da manipueira para tal finalidade.

## PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Os estudos aqui apresentados ocorreram no Polo Agroalimentar de Arapiraca - AL, no laboratório de Físico-Química do mesmo. A manipueira utilizada para os estudos foi cedida por uma casa de farinha localizada no Sítio Gongo, na zona rural da cidade de São Sebastião-Alagoas, e foi extraída a partir do processamento da mandioca de variedade Sergipana.

O efluente foi coletado diretamente dos tanques de armazenamento presentes na casa de farinha. Após isso, foi depositado em garrafas previamente higienizadas e ficou sob refrigeração até o momento de sua utilização para as análises.

Os estudos iniciaram-se com a obtenção do melaço da manipueira e, em seguida, desdobraram-se em análises químicas qualitativas e quantitativas do melaço adquirido.

Os experimentos para a obtenção do melaço da manipueira foram realizados em triplicatas onde utilizou-se as seguintes técnicas: Teste de aquecimento indireto, Teste de aquecimento direto e Teste de aquecimento direto pós evaporação natural.

As técnicas empregadas foram escolhidas a partir da execução de alguns testes iniciais que visaram estabelecer parâmetros ideais de tempo, agitação e temperatura para a formação bem sucedida do melaço. Através desses experimentos, constatou-se ser necessário o período mínimo de 24 horas e a temperatura de 90° C como parâmetros exequíveis para tal formação.

No teste de aquecimento indireto colocou-se em um béquer de vidro a quantidade de 1,25 L de manipueira. Após isso, a amostra presente no béquer teve seu pH medido em phmetro digital. Medido o pH, o béquer contendo a manipueira foi, então, submetido a aquecimento em banho Maria com óleo de silicone e agitação em agitador magnético por 24 horas, sob temperatura fixada de 90° C. Escolheu-se óleo de silicone para esse procedimento, pois o mesmo possui uma temperatura de ebulição acima de 150° C, o que lhe dá vantagem sobre a água em tal aplicação.

Findadas as 24 horas de aquecimento e agitação, a amostra foi colocada em lugar arejado para resfriamento natural e, depois de resfriada, teve seu volume final mensurado.

Para o aquecimento direto, colocou-se 1,25 L da manipueira, após ter seu pH medido, em um recipiente de alumínio. O recipiente foi então deixado em contato direto

com a superfície do agitador (aquecedor) magnético pelo período de 24 horas, sob temperatura constante de 90° C.

Após o período de aquecimento e agitação, a amostra foi colocada em lugar arejado para resfriamento natural e teve, após seu resfriamento, o volume final mensurado.

Para o teste de aquecimento direto pós evaporação natural inseriu-se 1,25 L de manipueira em um recipiente aberto e o deixou de repouso para evaporação natural à temperatura ambiente pelo período de 24 horas. O pH da amostra foi medido, ao final das 24 horas, em Phmetro digital.

Concluída a aferição do pH, colocou-se a amostra em um recipiente de alumínio. O recipiente foi, então, aquecido até a temperatura de 90° C e agitado em agitador magnético pelo período de mais 24 horas.

Terminado o período de aquecimento e agitação, a amostra foi colocada em descanso para resfriamento natural. Ao final do período de resfriamento, a amostra teve seu volume final mensurado.

Após a obtenção do melaço, realizou-se análises químicas qualitativas visando identificar as espécies químicas presentes no mesmo.

Para as análises, dissolveu-se o melaço a 25% m/m com água destilada, para, em seguida, realizar os testes de precipitação que seguiram a metodologia proposta por SMEWW (*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*).

Finalizados os testes qualitativos, uma parte da amostra do melaço foi enviada para o laboratório de análises químicas - Qualitex, onde foram realizadas análises de quantificação das seguintes espécies químicas: nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio, enxofre, ferro, zinco, manganês, boro, cianeto total, cianeto livre, proteínas e carboidratos, seguindo a metodologia de SMEWW (*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*).

A caracterização quantitativa da espécie iônica Sódio foi realizada no Polo Agroalimentar, utilizando-se para isso o fotômetro de chama de modelo 910 MS, da marca *Analyser*.

Para a análise, filtrou-se o melaço em kitassato à vácuo (**Figura 7a**), com o intuito de retirar a parte sobrenadante que se encontrava no mesmo, para que não ocorresse a obstrução do capilar do fotômetro e, conseqüentemente, a quebra do aparelho.

**Figura 7a**– Preparação do sistema de filtração do melaço. **Figura 7b** – Medição de íons  $\text{Na}^+$  em fotômetro de chamas.



Fonte: Autores, 2019.

O filtrado foi, então, diluído com água destilada 25% m/m e acondicionado em tubo de ensaio para, por fim, ter a quantificação de íons sódio mensurada (**Figura 7b**).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os três diferentes métodos de agitação e aquecimento aplicados para a obtenção do melaço apresentaram resultados similares, como pode ser analisado na **Tabela 3**.

**Tabela 3** – Resultados dos três métodos de obtenção do melaço da manipueira.

Método aplicado	pH	Tempo de aquecimento em agitação	Temperatura aplicada	Volume final obtido
Teste de aquecimento indireto	Entre 4,0 e 4,9	24 horas	90° C	5% do inicial ~ 70 mL
Teste de aquecimento direto	Entre 4,0 e 4,9	24 horas	90° C	5% do inicial ~ 70 mL
Teste de aquecimento direto pós evaporação natural	Entre 4,0 e 4,9	24 horas em repouso e 24 horas sob agitação e aquecimento	90° C	5% do inicial ~ 70 mL

Fonte: Dados da pesquisa.

Observou-se a perda de 95% do volume inicial da manipueira em todos os métodos aplicados. No método 3 (Teste de aquecimento direto pós evaporação natural), no entanto, a amostra só apresentou perda de volume e adquiriu a consistência de melaço após as 24 horas em que a mesma foi submetida a aquecimento e agitação. O fato observado leva a concluir que o tempo e a agitação são instrumentos de grande relevância para a obtenção do melaço, mas que o aquecimento é o fator preponderante para a formação do mesmo, sugerindo que os tanques de armazenamento das casas de farinha que normalmente não usam agitação mecânica não possuem condições de formar o melaço com eficiência.

Outro fato observado foi que no método de aquecimento indireto, a amostra apresentou a formação de grânulos no melaço, algo que não se observou nos demais métodos aplicados. Visto isso, conclui-se que o melhor método a ser aplicado para a obtenção do melaço é o de aquecimento direto, pois ele, em relação aos demais métodos, previne o aparecimento de grânulos no melaço e acelera seu tempo de formação.

O melaço também pode ser obtido de forma natural. Tal consecução se torna possível, pois expondo a manipueira à secagem direta ao sol, os raios solares atuarão como a fonte de aquecimento necessária para a evaporação do volume líquido presente no meio e, mediante a isso, ocorrerá a formação do produto final desejado, mas vale ressaltar, porém, que para se obter êxito nesse método, o resíduo exposto ao sol deve estar em pequenas quantidades e em recipientes largos para que se facilite a evaporação, além, é claro, da permanência do resíduo por muitos dias sob exposição aos raios solares, o que traz para o mesmo risco de proliferação descontrolada de bactérias.

No tocante ao pH, todas as amostras apresentaram medidas aproximadas a 4,0. Os valores de potencial hidrogeniônico determinados no estudo condizem com o resultado obtido por Neves et al. (2014), que estudando a manipueira encontraram um valor de pH de 4,14. O trabalho publicado por Leonel e Cereda (1995) mostra que no instante em que sai das prensas, a manipueira tem seu pH girando em torno de 6,0; entretanto, com o passar do tempo, esse pH passa a decair até obter sua estabilização, que ocorre por volta de 3,6.

O caráter ácido observado na manipueira vem reafirmar o que já é alertado há muito tempo por variados autores: a periculosidade do descarte inadequado desse efluente na natureza, já que tal acidez está relacionada, segundo Leonel, Hamada e



Cereda (1991), à presença dos glicosídeos cianogênicos, de onde são gerados os cianetos livres e totais, espécies químicas altamente tóxicas.

A resolução 357/05 do Conselho nacional do Meio Ambiente - CONAMA estabelece que a faixa tolerável de pH de efluentes lançados na natureza deve estar entre 5 e 9. Sendo assim, a manipueira analisada neste trabalho encontrou-se fora dessa faixa de tolerância, o que remete à mesma risco de contaminação ambiental.

Após realizadas as análises qualitativas, foram observados os fenômenos apresentados na **Tabela 4** a seguir:

**Tabela 4** – Fenômenos observados e resultados obtidos da análise qualitativa.

Teste	Fenômeno Observado	Resultado
Teste de Potássio	Aparecimento de precipitado indicando presença de Perclorato de Potássio	Positivo
Íons Cálcio	Formação de precipitado de Carbonato de cálcio	Positivo
Íons Magnésio	Formação de precipitado de Hidróxido de magnésio	Positivo
Íons Fe II e Fe III com NH <sub>4</sub> OH	Formação de precipitado branco e marrom avermelhado indicando presença das duas espécies	Positivo
Íons Fe II e Fe III com NaOH	Formação de precipitado apenas branco	Positivo
Íons Manganês com NH <sub>4</sub> OH	Formação de precipitado azul de Hidróxido de magnésio	Positivo
Íons Manganês com NaOH	Formação de precipitado branco	Positivo
Íons Zinco com NH <sub>4</sub> OH	Formação de precipitado branco de Hidróxido de zinco	Positivo
Íons Zinco com NaOH	Formação de precipitado branco de Hidróxido de zinco	Positivo

Fonte: Dados da Pesquisa, 2019

As análises qualitativas do melaço mostraram resultados positivos para todos os ensaios executados, o que evidenciou a presença das espécies químicas: Potássio, Cálcio, Magnésio, Ferro II e III, Manganês e Zinco.

Observando a composição química da manipueira estudada por Ponte (1998), e a comparando qualitativamente com a do melaço estudado nesse trabalho, percebe-se que mesmo após passar pelo processo de aquecimento, a manipueira (agora na forma de melaço) conservou todos os seus nutrientes.

A conservação de tais nutrientes permite ao melaço usabilidade como insumo na alimentação animal e também como biofertilizante para solos. Apesar da manipueira já ser utilizada para estas finalidades, Ribas, Cereda e Villas-Boas (2010) afirmam que tal uso torna-se reduzido em virtude das elevadas concentrações de compostos orgânicos tóxicos que ela possui. Sendo assim, o uso do melaço passa a ser mais vantajoso pelo fato de o mesmo não ter apresentado em sua composição final qualquer concentração de Cianetos Livres e Totais, como pode se observar na **Tabela 5**.

**Tabela 5** – Concentração dos componentes químicos do melaço, expressos em ppm.

Espécies químicas	Concentração	Unidade
Nitrogênio Total	0,55	%
Fósforo	5,1	ppm
Potássio	208,57	ppm
Cálcio	19,83	ppm
Magnésio	167,0	ppm
Enxofre	178,42	ppm
Ferros totais	108,14	ppm
Zinco	31,67	ppm
Manganês	62,13	ppm
Cobre	0,08	ppm
Boro	Ausente	---
Cianetos Livres	Ausente	---
Cianetos Totais	Ausente	---
Proteínas	3,44	%
Carboidratos	Ausente	---

Fonte: Dados da pesquisa.

Apesar de Barbosa (2012) alegar que a volatilização total do ácido cianídrico encontrado na manipueira ocorre de forma natural, em até cinco dias após a mesma ser posta em repouso sob exposição ao sol, estudos recentes feitos por Camara, Alves e Morais (2019) mostraram que mesmo após 240 horas, a manipueira colocada em repouso

à temperatura ambiente (25° C) expressou diminuição na sua composição de íons CN<sup>-</sup>, mas não a anulação total dessa espécie química.

Então, baseado nos resultados observados pelos autores, pode-se afirmar que a elevação da temperatura bem como agitação cedidas à manipueira para a formação do melaço estão estreitamente relacionadas à total evaporação dos Cianetos Livres e Totais presentes no resíduo, pois as técnicas aplicadas não só aceleram tal evaporação, mas também a potencializam.

Em aspectos quantitativos, os nutrientes que compõem o melaço apresentaram valores de concentração bem diferentes de dados observados na literatura. A **Tabela 6** mostra a comparação entre os resultados obtidos neste trabalho e os resultados observados nos estudos de Leonel e Cereda (1995) e Ponte (1998), que são autores referência nas pesquisas voltadas à manipueira.

**Tabela 6** – Comparação quantitativa entre os nutrientes do melaço e dados da literatura.

Espécies químicas	Autores		
	Melaço (AUTOR, 2019)	Manipueira (LEONEL; CEREDA, 1995)	Manipueira (PONTE, 1998)
Nutrientes	Concent/unid Ppm	Concent/unid Ppm	Concent/unid ppm
Potássio	208,57	2600,00	1853,50
Cálcio	19,83	210,00	277,50
Magnésio	167,00	340,00	405,00
Ferros totais	108,14	6,00	15,30
Manganês	62,13	3,60	3,70
Zinco	31,67	2,90	4,20

Fonte: Dados da pesquisa.

Como se pode ver na **tabela 6**, o melaço apresentou as concentrações de potássio, cálcio e magnésio abaixo das que foram caracterizadas pelos autores em comparação; porém, se tratando das espécies ferros totais, manganês e zinco, tais concentrações mostram-se bem acima.

Apesar das diferenças observadas, Nasu (2008) e Pastore (2010) afirmam que a concentração de nutrientes pode variar de manipueira para manipueira e que tal concentração depende de diversos fatores como, por exemplo, o solo em que a mandioca foi plantada, a espécie de mandioca processada, e até mesmo o procedimento de extração que foi adotado.

Outra espécie química que se apresentou em alta concentração no melaço foi o enxofre, com 178,42 ppm. Comparando o resultado observado neste trabalho com o obtido por Leonel e Cereda (1995), que encontraram o valor de 74,0 ppm, observa-se que a concentração foi cerca de 242% maior.

O dado observado mostrou-se preocupante, pois altas concentrações de enxofre conferem toxicidade ao meio ao qual essa substância está inserida e, segundo Cabrera (2005), quando na forma de Sulfeto de Hidrogênio ( $H_2S$ ), tal substância pode ser até 10 vezes mais tóxica que os íons  $CN^-$ . Vale ressaltar que a afirmação proposta pelo autor foi mediante estudos realizados *in vitro*.

No tocante à caracterização quantitativa de íons sódio ( $Na^+$ ) por fotometria de chamas, foi obtido o valor de 178,0 ppm. A concentração observada difere-se dos resultados obtidos por Silva et al. (2005) e Magalhães (2013), que encontram para essa espécie química os valores de 51,0 ppm e 742,0 ppm, respectivamente. A diferença observada vem mais uma vez ratificar a afirmação dos autores Nasu (2008) e Pastore (2010) de que as manipueiras diferem entre si quanto às concentrações de seus componentes químicos.

Os resultados obtidos neste estudo mostraram que a formação do melaço dá-se de forma simples (aquecimento brando e agitação) e requer uso mínimo de tecnologia. A produção desse subproduto é altamente relevante, pois traz para os produtores de farinha e fécula uma nova perspectiva de reutilização da manipueira, perspectiva essa que além de agregar valor a esse resíduo potencialmente perigoso, pode gerar emprego e renda.

## CONCLUSÃO

A produção de melaço mostrou-se vantajosa, pois além da eliminação total dos cianetos presentes na manipueira, esse subfluido conserva todos nutrientes presentes inicialmente na mesma, o que lhe deixa apto para diversificadas aplicações, como, por exemplo, fertilização de solos, alimentação humana e animal e desenvolvimento de variados bioprodutos.

Como ponto negativo, o melaço produzido neste trabalho apresentou uma presença relativamente alta de enxofre (S), o que pode conferir ao mesmo certo grau de toxicidade. O fato observado, no entanto, não se torna um fator limitante para a

produção de melaço, pois, como mostrado no estudo, a concentração dos constituintes químicos da manipueira não é fixa, ela pode ser alterada por variados fatores que vão desde genéticos (tipo de mandioca processada) a ambientais.

Testes de palatabilidade em caprinos estão em andamento com melaços produzidos a partir de diferentes cultivares de mandioca. Tais testes já mostraram resultados parciais positivos, resultados esses que renderão publicação de trabalhos futuros.

Para finalizar, faz-se necessário ressaltar que as comparações qualitativas e quantitativas feitas entre o melaço produzido nesse estudo e as manipueiras encontradas na literatura deram-se pelo fato de não se ter encontrado trabalhos científicos que tivessem o melaço da manipueira como objeto de pesquisa. Sendo assim, o trabalho apresentado mostra-se de cunho inovador.

## AGRADECIMENTOS

Fapeal – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas pela Bolsa PIBIC

## REFERÊNCIAS

1. ALMEIDA, S. R. M. et al. Avaliação do Potencial nutritivo da manipueira na dieta de ovinos deslanados. *Rev. Bras. De Agroecologia*, v. 4, n. 2, nov. 2009.
2. ALVES, A. A. C. Fisiologia da mandioca. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/362729472/Cap-7-Fisiologia-da-mandioca-pdf>> Acesso em: Jan. 2020.
3. AMORIM, N. C. S.; MARTINS, J. S.; AMORIM, E. L. C. Produção de hidrogênio e etanol a partir da fermentação da manipueira. In: XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. 2014, Florianópolis. Anais. Florianópolis. 2014.
4. ARAÚJO, N. C. et al. Crescimento e produtividade de milho fertilizado com manipueira como fonte alternativa de nutrientes. *Tecnol. & Ciênc. Agropec.*, João Pessoa, v. 9, n. 2, p. 31-35, abr. 2015.

5. BAIRD, R. B. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20a ed., Washington: American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation. 1998.
6. BARBOSA, R. J. Resíduo líquido do processamento da mandioca (manipueira) na alimentação de suínos. 2012. 38 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2012.
7. BARRETO, M. T. L. et al. Desenvolvimento e acúmulo de macronutrientes em plantas de milho biofertilizadas com manipueira. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.18, n.5, p. 487–494, 2014.
8. BEZERRA, M. S. et al. Produção de biotensioativo utilizando pseudomonas aeruginosa (p.a.) e resíduo agroindustrial (manipueira) como substrato, Holos, v. 1, p. 14–27, 2012.
9. BRASIL. Agricultura, agropecuária e Abastecimento. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/valor-bruto-da-producao-agropecuaria-vbp> > Acesso em: 8 nov. 2019.
10. CABRERA, L. C. Formas de enxofre na coluna d'água e sedimentar numa enseada rasa do estuário da lagoa dos Patos. 2005. 115 f. Dissertação (Mestrado em oceanografia física, química e geológica) – Fundação Universidade do Rio Grande, Rio Grande, 2005.
11. CAMARA, G. R.; ALVES, F. R.; MORAES, W. B. Análise da estabilidade de cianeto livre em manipueira para utilização em manejos fitossanitários de pragas e doenças. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, Maringá, v.12, n.4, p.1529-1539. 2019.
12. CAMPOS, A. P. R. et al. Avaliação da qualidade do tucupi comercializado na cidade de Belém – PA. In: XXV Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2016, Gramado. Anais. Gramado: AURSGS. 2016.
13. CENI, G. C. et al. Avaliação de componentes nutricionais de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Revista Alimentação e Nutrição, Araraquara, v.20, n.1, p. 107-111, jan.-mar. 2009.
14. CEREDA, M. P.; BRITO, V. H. S. Bebidas Alcoólicas. Disponível em < <https://www.researchgate.net/figure/Figura-243-Estrutura-quimica-dos->

cianoglicosídeos-linamarina-a-e-lotaustralina-b\_fig3\_314827263 > Acesso em: 7 dez. 2019.

15. CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O. Caracterização físico-química da farinha de mandioca do grupo d'água comercializada na cidade de Belém, Pará. Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, Paraná, v. 04, n. 01, p. 91-99, 2010.

16. COELHO, J. D. Produção de mandioca – raiz, farinha e fécula. Caderno setorial etene, n. 44, set. 2018.

17. COIMBRA, T. S. MANDIOCA: A cultura, a sua análise econômica e a respectiva cadeia produtiva no Brasil. 2013. 110 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2013.

18. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Análise Mensal da mandioca. Disponível em: < <https://www.conab.gov.br/> > Acesso em: 8 nov. 2019.

19. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. < <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459> > Acesso em: 23 dez. 2019

20. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Análises gráficas dos principais produtos agropecuários do Estado do Pará. Disponível em:  
<<https://www.embrapa.br/documents/1354300/32272142/An%C3%A1lise+de+Cen%C3%A1rios+-+Mandioca/a23876b7-97ba-aff7-8c95-5dd1578cbe12>>  
Acesso em: 10 nov. 2019.

21. FIALHO, J. F.; VIEIRA, E. A. Mandioca no Cerrado. Embrapa, Brasília, 2013.

22. FIORDA, F. A. et al. Farinha de bagaço de mandioca: aproveitamento de subproduto e comparação com fécula de mandioca. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 43, n. 4, p. 408-416, out-dez. 2013.

23. GONZAGA, A. D. Potencial de manipueira de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no controle CE pulgão preto de citros (*Toxoptera citricida* Kirkaldy, 1907). Rev. Bras. de Agroecologia, v. 2, n. 2, p. 646-650, out. 2007.

24. GONZAGA, A. D et al. Toxicidade de Urina de Vaca e da Manipueira de Mandioca Sobre Pragas Chaves do Abacaxi. Rev. Bras. de Agroecologia, v. 4, n. 2, p. 1565-1567, nov. 2009.

25. IURCKEVICZ, G.; LUDWICHK, R. Preparação e caracterização de blendas poliméricas a base de manipueira. 2011. 44 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2011.
26. JESUS, S. C. P.; MENDONÇA, F. A. C. Atividade do extrato aquoso da mandioca sobre a mortalidade e reprodução do pulgão da couve. Rev. Bras. Ciênc. Agrár. Recife, v.7, p.826-830, 2012.
27. LEITE, P. M. B. A. Diferentes concentrações volumoso: Concentrado associadas a manipueira na alimentação de ovinos. 2013. 39 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.
28. LEONEL, M.; CEREDA, M. P. Manipueira como substrato na biossíntese de ácido cítrico por *Aspergillus Níger*. Sci. Agric., Piracicaba, p. 299-204, mai-ago. 1995.
29. LEONEL, M.; HAMADA, C; CEREDA, M. P. Cultivo de *Aspergillus niger* em água residual de processamento de mandioca (manipueira). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 16. Santos-SP, 1991. Anais, p.215, 1991.
30. MAGALHÃES, A. G. Desenvolvimento e produção do milho e alterações químicas em diferentes solos com aplicação de manipueira. 2013. 102 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2013.
31. MAIEVES, H. A. Caracterização física, físico química e potencial tecnológico de novos cultivares de mandioca. 2010. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
32. MATSUI, K. N. et al. Utilização do resíduo de mandioca na produção de bandejas descartáveis. Revista Ceres, 727-736, 2003.
33. MENDOÇA, A. S. A. Avaliação da produção de resíduos da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no município de garrafão do norte-pa. 2019. 56 f. Monografia (Graduação – Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Capitão Poço, 2019.



34. NASU, É. G. C. Composição química da manipueira e sua potencialidade no controle de *Meloidogyne incognita* em tomateiro no Oeste do Paraná. 2008. 74f. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Oeste do Paraná, Pós-graduação em Agronomia, Marechal Cândido Rondon, 2008.
35. NASU, É. G. C. et al. Efeito de manipueira sobre *Meloidogyne incognita* em ensaios in vitro e em tomateiros em casa de vegetação. *Tropical Plant Pathology*, vol. 35, 32-36, 2010.
36. NETO, J. A. S. Uso da manipueira como suplemento na dieta para cordeiros Santa Inês. 2013. 64 f. Dissertação (Mestrado em zootecnia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2013.
37. NEVES, O. S. C. et al. Persistência do cianeto e estabilização do ph em manipueira. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, v. 08, n. 01, p. 1274-1284. 2014.
38. OLIVEIRA NETO, J. C et al. Adsorção do corante turquesa remazol por casca de mandioca. *Cad. Pesq.*, São Luís, v. 20, n. especial, jul. 2013.
39. PASTORE, N. S. Avaliação de diferentes fontes de nitrogênio e concentração de sacarose na produção de ácido cítrico por *Aspergillus Niger* usando manipueira como substrato. 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2010.
40. PONTE, J.J. et al. Fertilização foliar de sorgo com manipueira (Extrato líquido das raízes de mandioca). *Revista de agricultura*, Piracicaba, v. 73, p. 103-109, 1998.
41. PRATIS, S. B. Q.; WENGRAT, A. P. G. S.; CASSIANO, A. D.; FREDRICH, J. E.; PIETROWSKI, V.; LEDO, C. A. D. Aplicação de manipueira no controle da cochonilha da raiz (*Dysmicoccus* sp.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 15., 2013, Salvador. Anais. Salvador: Sociedade Brasileira de Mandioca, 2013.
42. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA - FAO. Produzir mais com menos: Um guia para a intensificação sustentável da produção. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i2929o.pdf>> Acesso em: 11 nov. 2019.

43. SANTOS FILHO, H.B. Avaliação da manipueira em substituição ao milho na dieta de ovinos. 2012. 44 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de zootecnia, Recife, 2012.
44. SANTOS, M. A. P. et al. Uso de manipueira no controle de formiga cortadeira. In: X CONGRESSO BRASILEIROS DE AGRO ECOLOGIA, 13, 2017, Distrito Federal. Anais. Brasília: Cadernos de Agroecologia, 2018.
45. SANTOS, M. H. V. et al. Uso da manipueira como fonte de potássio na cultura da alface (*Lactuca sativa L.*) cultivada em casa-de-vegetação. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá, v. 32, n. 4, p. 729-733, 2010.
46. SANTOS, T.P.R. Produção de amido modificado de mandioca com propriedade de expansão. 2012. 96 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2012.
48. SCHLLEMER, M. A. Preparação e caracterização de biofilmes à base de manipueira para imobilização de caulinita intercalada com ureia. 2013. 102 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia em Processos Químicos e Bioquímicos. Área de conhecimento: Química de Materiais) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.
49. SILVA, C.; SOUZA, T.; OLIVEIRA, E. Potencial de uso da manipueira como alternativa de controle de *Spodoptera frugiperda* em milho. In: X CONGRESSO BRASILEIROS DE AGRO ECOLOGIA, 13., 2017, Distrito Federal. Anais. Brasília: Cadernos de Agroecologia, 2018.
50. SILVA, D. B. Tratamento de água residuária do processamento de mandioca com obtenção de butanol. 2019. 160 f. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, 2019.
51. SILVA, F. F. et al. Desdobramento do amido em glicose para identificar água residuária da indústria de mandioca no perfil do solo. *Act. Sci. Agron.* Maringá, v. 27, n. 3, p. 507-511, jul-set. 2005.
52. SILVA, H. A.; MURRIETA, R. S. S. Mandioca, a rainha do Brasil?
53. Ascensão e queda da *Manihot esculenta* no estado de São Paulo. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Hum.*, Belém, v. 29, p. 37-60, jan-abr. 2014.

54. SILVA JÚNIOR, J.J. et al. Uso da manipueira na bananeira 'terra maranhão' e seus efeitos no solo e na produtividade. *Revista Irriga*, Botucatu, v. 17, n. 3, p. 353 - 363, jul-set, 2012.
55. SITE A PROVINCIA DO PARÁ. Pato ao tucupi, uma especialidade da culinária paraense. Disponível em: <<https://aprovinciadopara.com.br/pato-ao-tucupi-uma-especialidade-da-culinaria-paraense/>> Acesso em: 23 nov. 2019.
56. SITE CAPRIL VIRTUAL. Embrapa apresenta sistema de produção da mandioca para Roraima. Disponível em: <<https://www.caprilvirtual.com.br/noticias3p.php?recordID=6124>> Acesso em: 25 nov. 2019.
57. SITE DOM TOTAL. Resíduo da mandioca pode gerar bioenergia. Disponível em: <<https://domtotal.com/noticia/875787/2015/03/residuo-da-mandioca-pode-gerar-bioenergia/>> Acesso em: 19 out. 2019.
58. SOUZA, L. S; FIALHO, J. F. Cultivo da mandioca para a região do Cerrado. Embrapa Mandioca e Fruticultura, jan. 2003.
59. SOUZA, S. O. Avaliação do impacto ambiental em mananciais causado pelo descarte indiscriminado de manipueira visando a preservação do meio ambiente aquático no semiárido alagoano. 2013. 63 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Química e Biotecnologia, Maceió, 2013
60. VALLE, T. L; FELTRAN, J. C; CARVALHO, R. L. C. Mandioca para a produção de etanol. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/artigos/2009\\_4/mandioca/index.htm](http://www.infobibos.com/artigos/2009_4/mandioca/index.htm)> Acesso em: 05 out. 2019.
61. VALLE, T. L.; LORENZI, J. O. Variedades melhoradas de mandioca como instrumento de inovação, segurança alimentar, competitividade e sustentabilidade contribuições do instituto agrônomo de campinas (iac). *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v. 31, n. 1, p. 15-34, jan-abr. 2014.
62. VENTURIN, P. R. F. Análise do aproveitamento energético do biogás obtido na biodigestão anaeróbia de manipueira em uma farinha de mandioca. 2017. 46 f. Monografia (Graduação em Engenharia ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2017.

63. VILHALVA, D. A. A. et al. Aproveitamento da farinha de casca de mandioca na elaboração de pão de forma. Rev. Inst. Adolfo Lutz, São Paulo, p. 514-521, 2011.
64. VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C.; WEBER, G. E. B. Metabólitos secundários encontrados nas plantas e sua importância. Embrapa Clima temperado, Pelotas, p. 16, 2010.
65. WOSIACKI, G.; CEREDA, M. P. Valorização de resíduos do processamento de mandioca. PUBLICATIO UEPG - Ciências Exatas e da Terra, C. Agrárias e Engenharias, p. 27-43, 2002.