PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS
MESTRADO PROFISSIONAL

CONTRIBUIÇÃO DO RESÍDUO DA PRODUÇÃO DE FARINHA DE MANDIOCA (MANIPUEIRA) PARA O AUMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NO SOLO

Marijara Serique de Almeida Tavares

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos – Mestrado Profissional, PPGEP/ITEC, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos.

Orientadores: José Antônio Silva Souza

Belém

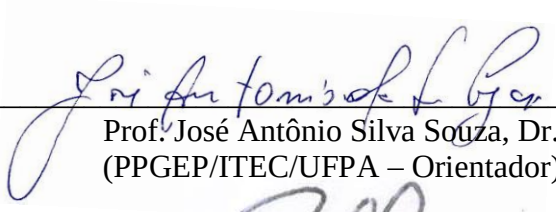
Abril de 2019

CONTRIBUIÇÃO DO RESÍDUO DA PRODUÇÃO DE FARINHA DE MANDIOCA (MANIPUEIRA) PARA O AUMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NO SOLO.

Marijara Serique de Almeida Tavares

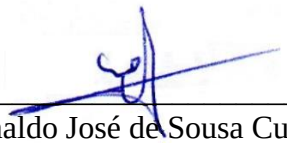
DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PROCESSOS – MESTRADO PROFISSIONAL (PPGEP/ITEC) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA DE PROCESSOS.

Examinada por:

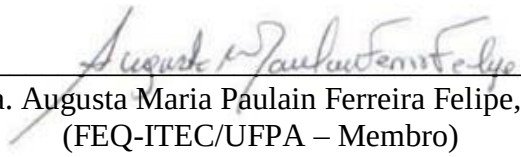


Prof. José Antônio Silva Souza, Dr.
(PPGEP/ITEC/UFPA – Orientador)

Profa. Raimunda Figueiredo da Silva Maia, Dra.
(PRODERNA-ITEC/UFPA – Membro)



Prof. Edinaldo José de Sousa Cunha, Dr.
(PPGEP-ITEC/UFPA – Membro)



Profa. Augusta Maria Paulain Ferreira Felipe, Dra.
(FEQ-ITEC/UFPA – Membro)

BELÉM, PA - BRASIL

ABRIL DE 2019

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFPA

Tavares, Marijara Serique de Almeida, 1978-
Contribuição do resíduo da produção de farinha de mandioca (manipueira) para o aumento da concentração de nutrientes no solo - Belém / Marijara Serique de Almeida Tavares - 2019.

Orientadores: José Antonio da Silva Souza
Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade Federal do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, Belém, 2019

1. Solo 2. Resíduos agrícolas 3. Reaproveitamento 4. Mandioca I. Título

CDD 23. ed. – 631.41

Dedico este trabalho ao meu esposo Marcel Nicolau e minha filha Narjara Serique que contribuíram para sua realização.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, em primeiro lugar, a Deus, que iluminou meus passos durante esta caminhada, dando-me saúde e força para superar as dificuldades.

Aos meus amados pais, Geraldo Walter de Almeida e Iêda Maria Serique de Almeida, que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até aqui. Obrigado por sempre me incentivarem a estudar e por me mostrarem que a humildade e a simplicidade devem ser sempre a base de todo conhecimento.

Ao meu esposo, companheiro e melhor amigo, Marcel Nicolau Vidal Tavares, por estar sempre ao meu lado, me apoiando e incentivando nessa caminhada. Saiba que seu amor, companheirismo, carinho e compreensão, principalmente nos momentos mais difíceis, foram essenciais para a realização deste trabalho. Muito obrigado por fazer parte da minha vida!

A minha filha amada Narjara Serique de Almeida Tavares, minha maior força para cada passo dado nessa trajetória, que da sua maneira esteve sempre ao meu lado me dando seu apoio.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Antônio Souza, por sua orientação, e minha eterna gratidão ao apoio humano e profissional da minha coorientadora Profa. Dra. Raimunda Maia que com sua paciência e carinho me acompanhou em todas as etapas deste trabalho e contribuiu com seus ricos ensinamentos para a conclusão desta dissertação.

Ao nosso coordenado do mestrado e grande parceiro, Prof. Dr. João Quaresma, por quem eu tenho admiração e gratidão. Agradeço não só pela orientação, mas também, pela confiança, pelos ensinamentos, amizade e apoio, me deixando tranquila sempre que o procurei.

Agradeço também a todos os professores do PPGEP do Mestrado de Engenharia de Processo turma Santarém 2016.

E aos colegas de turma, em especial a Márcia Queiroz que por mim será sempre lembrada com carinho pela sua amizade e parceria durante essa trajetória e claro suas deliciosas guloseimas.

Muito obrigado!

"*Tente uma, duas, três vezes e se possível tente a quarta, a quinta e quantas vezes for necessário. Só não desista nas primeiras tentativas, a persistência é amiga da conquista. Se você quer chegar aonde a maioria não chega, faça o que a maioria não faz...*"

(Bill Gates)

Resumo da Dissertação apresentada ao PPGEP/UFPA como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Processos (M. Eng.)

CONTRIBUIÇÃO DO RESÍDUO DA PRODUÇÃO DE FARINHA DE MANDIOCA (Manipueira) PARA O AUMENTO DA CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NO SOLO.

Marijara Serique de Almeida Tavares

Abril/2019

Orientadores: José Antônio Souza

Área de Concentração: Engenharia de Processos

Para a população amazônica a farinha de mandioca faz parte da alimentação, sendo produzida nas casas de farinha de forma artesanal e semi mecanizada. Nessa produção é gerado dois tipos de resíduos, os sólidos e os líquidos que são passivos ambientais. Diante dessa realidade este estudo foca o aproveitamento sustentável do líquido residual denominado manipueira, como fonte de nutrientes para a agricultura, aos moldes já recomendados pela EMBRAPA em várias regiões do Brasil. O loco do estudo é a comunidade do Cucurunã município de Santarém, estado do Pará. A metodologia utilizou o levantamento espacial das casas de farinha, o acompanhamento da produção de farinha, a coleta da manipueira e sua caracterização físico-química utilizando técnicas de análises de DBO, DQO, pH, temperatura, sólidos sedimentáveis, teores de cianeto e pesquisa de dados de trabalhos técnicos / científicos para posterior análise de comprovação do potencial da manipueira como nutriente. Foram visitadas treze casas de farinha na comunidade e foi observado que todas utilizam a mandioca branca e a amarela como matéria prima. Duas que utilizam o processo artesanal e o realizam em mutirão foram escolhidas para a pesquisa. A caracterização físico-química do efluente apresentou os seguintes resultados: DBO, 7.874,00 mg/L; DQO, 67.711,21 mg/L; pH, 4,3; temperatura de 25, 16^{o}C, sólidos sedimentais e teor de cianeto, 22,31 mg/L. O levantamento teórico mostrou que o resíduo da indústria de farinha, tem grande

potencial para uso como adubo na agroindústria, utilizando técnicas simples já consolidadas, possíveis de aplicação envolvendo a comunidade.

Abstract of Dissertation presented to PPGEP/UFPA as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Process Engineering (M. Eng.)

CONTRIBUTION OF RESIDUE OF MANDIOCA FLOUR PRODUCTION (Manipueira) FOR THE INCREASE OF NUTRIENT CONCENTRATION IN THE SOIL

Marijara Serique de Almeida Tavares

April/2019

Advisors: José Antônio da Silva Souza

Research Area: Process Engineering

For the Amazonian population, cassava flour is part of the diet, being produced in the flour houses in an artisanal and semi-mechanized way. In this production is generated two types of waste, the solids and liquids that are passive environmental. In view of this reality, this study focuses on the sustainable use of residual liquid called manipueira, as a source of nutrients for agriculture, to the molds already recommended by EMBRAPA in several regions of Brazil. The locus of the study is the community of Cucurunã municipality of Santarém, state of Pará. The methodology used the spatial survey of flour houses, the monitoring of flour production, the collection of the manipueira and its physicochemical characterization using analysis techniques of BOD, COD, pH, temperature, sedimentable solids, cyanide contents and research data of technical / scientific work for later analysis of the potential of manipueira as nutrient. Thirteen flour houses were visited in the community and it was observed that all of them use white and yellow cassava as raw material. Two that use the artisanal process and make it in a joint effort were chosen for the research. The physico-chemical characterization of the effluent presented the following results: BOD, 7,874.00 mg / L; COD, 67,711.21 mg / L; pH, 4.3; temperature of 25.16oC, sedimentation solids and cyanide content, 22.31 mg / L. The theoretical survey showed that the flour industry residue has great

potential for use as fertilizer in agroindustry, using simple already consolidated techniques of application involving the community.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO..... 1

1.1 - MOTIVAÇÃO..... 1

1.2 - OBJETIVOS..... 3

1.2.1 - Objetivo geral..... 3

1.2.2 - Objetivos específicos..... 3

1.3 - CONTRIBUIÇÃO DA DISSERTAÇÃO..... 4

1.4 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO..... 6

CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA..... 7

2.1 - MANDIOCA..... 7

2.2 - ETAPAS DO PROCESSO DA MANDIOCA..... 9

2.2.1 - Resíduos líquidos..... 10

2.2.1.1 - Manipueira..... 11

2.2.1.2 - Água de extração da fécula..... 13

2.2.1.3 - Água de lavagem e raspas das raízes..... 13

2.3 - RESÍDUOS E FORMAS DE POLUIÇÃO..... 14

2.4 - USO DE MANIPUEIRA COMO FONTE DE NUTRIENTE..... 16

2.4.1 - Como adubo..... 17

2.4.1.1 - Como utilizar..... 19

2.5 - USOS DA MANIPUEIRA COMO HERBICIDA..... 20

2.5.1 - Como utilizar..... 21

2.6 - ASPACTOS LEGAIS RESOLUÇÃO CONAMA 357/05..... 22

CAPITULO 3 - MATERIAL E METODOS..... 24

3.1 - IDENTIFICAÇÃO DAS CASAS DE FARINHA..... 24

3.1.1 - Localização do experimento..... 24

3.2 - MATÉRIAS..... 26

3.2.1 - Origem da matéria prima..... 26

3.2.2 - Processo de fabricação de farinha na comunidade de Cucurunã..... 26

3.2.3 - Retirada da casca e lavagem..... 27

3.2.4 - Ralação..... 28

3.2.5 - Prensagem da massa..... 29

3.3 - METODOS..... 31

3.3.1 - Demanda química de oxigênio (DQO)..... 32
3.3.2 - Determinação da DBO..... 33
3.3.3 - Determinação do pH..... 34
3.3.4 - Determinação de materiais sedimentáveis..... 34
3.3.5 - Determinação da temperatura..... 35
3.3.6 - Determinação de materiais flutuantes..... 35
3.3.7 - Determinação do teor de cianeto total e livre..... 35
3.3.7.1 - Extração da linamarina..... 35
3.3.7.2 - Determinação de cianeto total..... 36
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 38
4.1 - AS CASAS DE FARINHA..... 38
4.2 - PRODUÇÃO DA FARINHA COMUNIDADE CUCURUNA..... 38
4.2.1 - Retirada da casca e lavagem..... 38
4.2.2 - Prensagem da massa e obtenção da manipueira..... 39
4.2.3 - Ralação..... 39
4.3 - CARACTERIZAÇÃO FISICO-QUIMICA DA MANIPUEIRA..... 40
4.3.1 - Demanda Química de oxigênio DQO..... 41
4.3.2 - Demanda Química de oxigênio DBO..... 42
4.3.3 - Medicas de pH..... 43
4.3.4 - Temperatura..... 44
4.3.5 - Material flutuante..... 44
4.3.6 - Cianeto..... 44
4.4 - POTENCIALIDADES DA MANIPUEIRA COMO ADUBO ORGANICO. 45
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES..... 48
5.1 - CONCLUSÕES..... 48
5.2 - SUGESTÕES..... 50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 51

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Raiz de mandioca com coloração amarela e branca.....	08
Figura 2.2	Fluxograma adaptado de produção para farinha seca.....	10
Figura 3.1	Localização geográfica da comunidade de Cucuruná, Santarém – PA.....	25
Figura 3.2	Fluxograma do processo do beneficiamento de raízes de mandioca para a obtenção de farinha de mesa usando prensa tipiti na comunidade Cucurunã.....	26
Figura 3.3	Primeira etapa: Retirada da casca.....	27
Figura 3.4	Segunda etapa: lavagem, em bacias, da mandioca.....	28
Figura 3.5	Terceira etapa: Trituração de raízes de mandioca em moinho elétrico (catitu).....	29
Figura 3.6	Quarta etapa: Prensa manual (tipiti) preenchimento (a) e suspenso comprimindo a massa.....	29
Figura 3.7	Prensa manual (tipiti) suspensa comprimindo a massa.....	30
Figura 3.8	Manipueira extraída da mandioca.....	30
Figura 3.9	Massa seca para produção da farinha.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Composição química da manipueira.....	12
Tabela 2.2	Potencial poluidor da manipueira em comparação com o esgoto doméstico.....	16
Tabela 3.1	Metodologia de análise de cianeto total e livre, com leitura em espectrofotômetro a 605 nm.....	36
Tabela 4.1	Resultados das análises físico-química das amostras de manipueira.....	41
Tabela 4.2	Resultados comparativo das análises do conteúdo orgânico expressa em DQO.....	41
Tabela 4.3	Resultados comparativo das análises do efluente manipueira sem tratamento expressada em DBO_5.....	42

NOMENCLATURA

ABNT	ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
CN	CIANETO LIVRE
CONAMA	CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE
DBO	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGÊNIO
DQO	DEMANDA QUIMICA DE OXIGÊNIO
EMBRAPA	EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA
HCN	ÁCIDO CIANÍDRICO
PA	PARÁ
pH	POTENCIAL HIDROGENIONICO

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 - MOTIVAÇÃO

O beneficiamento de produtos agrícolas é uma das atividades de grande importância para a economia brasileira, gerando renda e emprego para várias regiões do Brasil.

A mandioca (Manihot esculenta), da família das Euforbiáceas, é uma espécie de origem latino-americana, segundo FIORDA *et al.* (2013), a mandioca é cultivada em todas as regiões do Brasil, sua produção está voltada principalmente para o consumo humano. No processo de fabricação da farinha um dos produtos gerados é a manipueira.

A manipueira é um resíduo gerado na prensagem da mandioca durante o processo de fabricação da farinha de mandioca. Ela é considerada pura quando obtida na prensa e usada sem mistura com água. Torna-se impura ou diluída quando misturada com água no processo de extração de fécula ou simplesmente adicionando-se a água. Ambas podem ser usadas na adubação, devendo antes ser guardada em vasilha aberta para exalar o ácido cianídrico (SILVA, 2016).

Segundo FIORETTO (2001), a manipueira caracteriza-se como um extrato líquido, com aspecto leitoso, contendo fécula, glicose, ácido cianídrico, bem como outras substâncias orgânicas (carboidratos, proteínas e lipídeos) e nutrientes minerais.

No Pará, já existem indústrias de fabricação de farinha de mandioca processando cerca de 20 t de raízes/dia, e gerando cerca de 6 m^3 /1 dia de manipueira concentrada ou 26 m^3 /1 dia de manipueira diluída. Considerando-se o equivalente populacional de 150 a 250 habitantes (SOBRINHO, 1975), pode-se sugerir que tal fábrica polua o equivalente aos esgotos urbanos de uma cidade, com população variando entre 15.000 a 25.000 habitantes. O descarte da manipueira no meio ambiente de forma errônea pelos produtores provoca danos ambientais, provocando alteração da capacidade de autodepuração e eutrofização.

O aproveitamento da manipueira pode ter várias funções como: fertilizante, defensivo de insetos nas culturas, controle de parasitos externos nos animais e fonte de nutrientes para animais. É também utilizado na culinária paraense especialmente como tucupi que é a manipueira que passa pelo processo de fermentação seguido de

cozimento eliminando o ácido cianídrico presente na manipueira, devido ser altamente volátil, e a inativação da enzima a altas temperaturas, o que afeta o processo de hidrólise da linamarina, responsável pela liberação do princípio tóxico da mandioca (COHEN *et al*., 2007).

Diversos são os usos que podem ser feitos da manipueira (DINIZ e LEDO, 2013), avaliando sistemas de adubação com manipueira, verificaram que o tratamento com manipueira diluída obteve 18,8 t/ha, enquanto o fertilizado com manipueira pura rende 15,3 t/ha de raízes, não havendo diferença significativa entre eles, mas, ambos superaram a testemunha, que produziu apenas 7,07 t/ha de raízes.

A manipueira pode ser utilizada como adubo e fertilizante foliar em diversas culturas tendo em sua composição, vários nutrientes como: Potássio (K), Nitrogênio (N), Magnésio (Mg), Fosforo (P), Cálcio (Ca) e Enxofre (S), além de ser eficiente no controle de pragas, de insetos, de carrapatos e de formigas (CHAVES, 2014, SEBRAE, 2014).

A manipueira também pode ser utilizada como adubo foliar. ARAGÃO e PONTE (1995) informaram que, no experimento realizado, em 1993/1994, no município de Ibiapina-CE, as médias de produção de quiabo, em número e peso de frutos, com os tratamentos nas proporções de 1:4 (25%), 1:6 (16,7%), 1:8 (12,5%) e 1:10 (10%) foram superiores ao tratamento com adubo foliar Ferligran 0,2% e à testemunha sem adubo.

A manipueira, de acordo com CEREDA (1994), contém, em média, 6% de sólidos dissolvidos, 30.000 mg/kg de DBO, 46.000 mg/kg de DQO (demanda química de oxigênio) e 250 mg/kg de ácido cianídrico.

Os solos da Amazônia, na sua grande maioria, têm como característica comum a baixa fertilidade natural, o que significa dizer que são distróficos e, portanto, deficientes em nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio, entre outros nutrientes (FALESI *et al*., 1967, VIEIRA, 1966, VIEIRA e SANTOS, 1987). Assim, produzir nos mesmos, obtendo elevada produtividade, torna-se possível apenas com a adição dos nutrientes essenciais às culturas, através da adubação, para elevar seus teores aos níveis exigidos pelas mesmas.

A composição química da manipueira, analisada por FIORETTO (1994), revelou teores de potássio superiores a 2.000 mg/L, maiores que os 1.200 mg/L encontrados na vinhaça de caldo (REZENDE, 1979) e que os 1.500 mg/L encontrados no efluente de usina de beneficiamento de dendê (FERREIRA *et al*., 1998), o que é um bom indicativo

de que ela pode ser utilizada como adubo orgânico, para fornecer os nutrientes necessários às culturas.

As casas de farinha são espaços onde ocorre o beneficiamento das raízes da mandioca que passaram anteriormente por um processo de plantio e colheita. Esse processo envolve a realização de várias etapas e atividades, como descascar, ralar, prensar, peneirar, torrar, entre outras, que permitem chegar ao produto final, que é a farinha (SILVA, 2011).

A grande quantidade de matéria orgânica em suspensão e a toxicidade decorrente da presença do ácido cianídrico resultam tóxicos para peixes e plantas (CEREDA, 2001). Sendo realizados tratamentos adequados os resíduos da produção de farinha podem ser aproveitados na agricultura como herbicidas e inseticidas, na produção de biogás e bioetanol, entre outras aplicações (BARANA, 2008).

1.2 - OBJETIVOS

1.2.1 - Objetivo geral

Avaliar o potencial do resíduo da indústria de farinha (manipueira) na região de produção de farinha na comunidade do Cucurunã município de Santarém estado do Pará, para utilização como fonte de nutrientes para agricultura como fertilizante ou adubo.

1.2.2 - Objetivos específicos

- Fazer levantamento das casas de farinha de farinha na comunidade do Cucurunã município de Santarém estado do Pará;
- Acompanhar e descrever os processos produtivos utilizados nas casas de farinha na comunidade;
- Fazer a caracterização físico química da manipueira utilizando os seguintes parâmetros demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), pH, materiais sedimentáveis totais, temperatura, materiais flutuantes, vazão de lançamento, cianeto total;

– Fazer levantamento teórico das potencialidades da manipueira como adubo orgânico para a comunidade, utilizando o comparativo com a literatura.

1.3 - CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO

O reaproveitamento da manipueira seja como biofertilizante ou pesticida natural (GONZAGA *et al.,* 2008), representa, além dos benefícios proporcionados pelo seu efeito nutricional ou fitossanitário, uma forma de se evitar problemas ligados ao meio ambiente.

A manipueira é rica em macro e micronutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, cobre, zinco e manganês e a sua utilização como fertilizante é perfeitamente viável (ARAGÃO e PONTE, 1995).

Quando se considera que o Estado do Pará produziu em 1999 cerca de 3.800.000 t de raízes (IBGE, 1999), dos quais, 3.420.000 t (90% da produção) foram destinadas à produção de farinha, estima-se uma produção de 1.026.000 m^3 de manipueira não diluída, lançada diretamente ao meio ambiente, o que faz com que esse despejo indevido ao solo, e nos pequenos cursos d'água, caracterize a manipueira como o resíduo que mais causa agressão ao meio ambiente.

A composição química da manipueira, analisada por FIORETTO (1994), revelou teores de potássio superiores a 2.000 mg/L, maiores que os 1.200 mg/L encontrados na vinhaça de caldo (REZENDE, 1979) e que os 1.500 mg/L encontrados no efluente de usina de beneficiamento de dendê (FERREIRA *et al*., 1998), o que é um bom indicativo de que ela pode ser utilizada como adubo orgânico, para fornecer os nutrientes necessários às culturas.

Segundo SILVA *et al*. (2003), a composição química da manipueira sustenta também a potencialidade do composto como adubo, haja vista sua riqueza em nitrogênio, fósforo e, principalmente, em potássio.

A manipueira é um dos resíduos mais impactantes para o meio Ambiente, não só por possuir uma elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO), como também pela alta concentração de ácido cianídrico, elevado teor de potássio, magnésio, cálcio e fósforo (BRANCO, 1967).

Sabendo os motivos que causam os impactos ambientas é possível identificar os principais resíduos gerados durante o processamento da farinha de mandioca e da extração da fécula de mandioca que pode ser transformado em polvilho azedo. Com a

produção destes produtos há a geração de alguns resíduos, sendo que estes podem ser sólidos ou líquidos (CARDOSO, 2005).

Do processamento da mandioca são gerados, além dos produtos de consumo direto para a população e para os animais, resíduos que acabam gerando problemas ambientais, destacando-se a manipueira e a casca da mandioca. Esses resíduos são descartados no ambiente ou destinados a complementação animal, entretanto são escassos dados referentes aos níveis de contaminantes, nutrientes e outras informações essenciais para a aplicação desses resíduos no ambiente, evitando assim a contaminação ambiental.

Na fabricação da farinha, devido à forma como as raízes são processadas, a concentração da manipueira em matéria orgânica e linamarina é muito elevada, correspondendo à fração aquosa da raiz. O potencial tóxico e poluente é agravado, principalmente, por ser a linamarina muito solúvel em água. Existem relatos de morte de animais que beberam da água aonde ocorreram descargas da manipueira, sendo a morte de peixes fato comum. A manipueira apresenta gosto adocicado pela glicose que contém, sendo muito procurada pelos animais (FIORETTO, 1987).

Os aspectos abordados justificam a necessidade de mais pesquisas sobre o uso e manejo da manipueira e seu despejo ao solo como fertilizante, para que as aplicações sejam feitas de acordo com as recomendações técnicas, levando-se em conta sua constituição, as características do solo e da cultura, com uma visão global das implicações no ecossistema.

Ao mesmo tempo em que a manipueira é um potente agente poluidor, dezenas de vezes superiores ao esgoto doméstico, ela é também uma oportunidade devido ao seu multiaproveitamento, seja para fazer tijolos, na alimentação animal, controle de pragas e doenças de plantas, assim como o seu uso para produção de biogás, dentre várias outras utilidades. O tratamento anaeróbio de manipueira, além da redução da carga orgânica, a produção do gás metano.

A manipueira possui ações herbicida, inseticida, por isso algum agricultor a utilizam como controle de ervas daninha, parasitas, bactérias e vírus e na produção de biosurfactantes (SANTOS, 2008).

Sendo assim, em decorrência desse poder poluidor do efluente líquido (manipueira) e da importância social e econômica da mandioca, o presente trabalho propõe a caracterização do efluente do processamento de mandioca de acordo com os

parâmetros químicos com os padrões para descarte de efluentes estabelecidos pelo CONAMA 430/2011.

1.4 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O capítulo 1 apresenta a motivação, os objetivos, as contribuições da dissertação e a forma de organização do trabalho.

O capítulo 2 apresenta uma revisão da literatura sobre a mandioca e seus resíduos líquidos gerado do processo de produção, águas da limpeza das raízes, manipueira, água da extração da fécula, o cianeto e o meio ambiente, resíduos e formas poluidoras geradas durante o processo e obtenção das amostras de água da mandioca, e as descrição das etapas detalhadas do processo de produção da farinha na comunidade em estudo.

O Capítulo 3 apresenta o material e métodos para coleta e análise da pesquisa, o estudo realizado, fluxograma do processo, e as formas de análise para determinar o resultado.

O Capítulo 4 apresenta os resultados e discussão. Seguindo para o capítulo seguinte.

O Capitulo 5 descreve de forma sucinta a conclusão da pesquisa desenvolvida e sugere alternativas para a comunidade.

CAPÍTULO 2

REVISÃO DA LITERATURA

2.1 - MANDIOCA

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*), originária da América do Sul, é cultivada em mais de 100 países tropicais e subtropicais (FAO, 2013), constituindo-se em um dos principais alimentos energéticos para milhões de pessoas, principalmente nos países em desenvolvimento.

A mandioca é originária do Brasil, região amazônica, fronteiriça com a Venezuela e se constitui em alimento energético para mais de 400 milhões de pessoas no mundo, sobretudo nos países em desenvolvimento, onde é cultivada por pequenos agricultores, em áreas reduzidas e com baixa produtividade (EMBRAPA, 2006).

Podemos perceber no Brasil, em razão de sua fácil adaptação e do uso eficiente de água e nutrientes, a mandioca é cultivada em todos os estados, com rendimentos razoáveis, usando poucos insumos (ou nenhum), em áreas com solos pobres e ácidos, situando-se entre os oito principais produtos agrícolas do País, em termos de área cultivada, e o sexto em valor de produção (SOUZA *et al*., 2000).

Dessa raiz, são comercializados mais de 100 itens que mostram o papel que esse produto exerce na economia do país, principalmente nas regiões Norte e Nordeste (CORDEIRO, 2006, LAMAISON, 2009).

A mandioca representa a base econômica e alimentar de boa parte da população da região Nordeste, principalmente a de menor poder aquisitivo. No processamento da mandioca são gerados resíduos sólidos e líquidos, com qualidade e quantidade dependente de diversos fatores (cultivar, idade da planta, tempo de armazenamento, tipo de processamento, etc.) (CEREDA, 1994).

A mandioca pode ser classificada em dois grupos: mansa que tem um leve sabor adocicado e as bravas que tem um sabor amargo. O sabor amargo está associado ao potencial cianogênico, ou seja, com o elevado teor HCN (ácido cianídrico), substância altamente tóxica. Estudos relatam que o sabor amargo é perceptível a partir de 100 mg HCN/kg de polpa de raiz (VALLE, 2004).

Conforme ALMEIDA e FILHO (2005, p.51) “Mandioca mansa, doce, de mesa, aipim ou macaxeira são aquelas cujo teor de ácido cianídrico por quilo de raiz não

ultrapasse a 50 mg e são consumidas após preparos mais simples como cozidas, fritas ou assadas". Enquanto a

> Mandioca brava, amarga ou venenosa, de uso industrial são aquelas cujo teor de ácido cianídrico por quilo de raiz fresca é superior a 100 mg e são destinadas para produzir farinha, extrair a fécula e outros produtos, mas somente são consumidas após algum tipo de processamento industrial, com efeito, destoxicante (ALMEIDA e FILHO, 2005, pp. 51).

Não é possível diferenciar a mandioca mansa da brava apenas observando a sua superfície externa, pois ela não apresenta características morfológicas que permita distingui-la, se faz necessário o corte para ser observada (VALLE, 2004). Na Figura 2.1 temos a fotografia da mandioca cortada onde é observada a coloração amarela e a branca.

Figura 2.1 - Raiz de mandioca com coloração amarela e branca.

Do ponto de vista toxicológico, a mandioca apresenta glicosídeos cianogênicos potencialmente tóxicos, a linamarina e a lotaustralina. A linamarina é um glicosídeo cianogênico tóxico do qual provém o ácido cianídrico (HCN), bastante volátil (GONZAGA *et al*., 2007). Esta característica da manipueira consiste em sério problema ambiental quando lançado diretamente em corpos hídricos, principalmente se considerados os pequenos cursos d'água, onde comumente acontecem os despejos dos resíduos líquidos de industrias que utilizam raízes de mandioca como matéria – prima (CEREDA, 2001). A quantidade de cianeto presente na raiz de mandioca pode causar problemas de toxicidade, e algumas variedades podem causar problemas de intoxicação e em casos mais graves levam a morte (IURCKEVICZ e LUDWICHK, 2011).

As variedades de mandioca podem ser classificadas em três categorias, com base no conteúdo cianogênico: a) inócuas: quando possuem menos que 50 mg HCN/kg de

polpa fresca; b) moderadamente tóxicas: quando possuem entre 50 mg e 100 mg HCN/kg de polpa fresca; c) perigosamente tóxicas, popularmente conhecida como mandioca brava: quando possuem acima de 100 mg HCN/kg de polpa fresca (BOURDOUX *et al*., 1982).

Popularmente a mandioca pode também ser classificada em duas categorias, com base no conteúdo cianogênico: mansa (menos de 100 mg HCN/kg de polpa fresca) e bravas ou venenosas (acima de 100 mg HCN/kg de polpa fresca) (BORGES *et al*., 2002).

No processamento da mandioca são gerados resíduos sólidos e líquidos, com qualidade e quantidade dependente de diversos fatores tais como: cultivar, idade da planta, tempo de armazenamento, tipo de processamento, entre outros (CEREDA, 1994).

No Brasil a indústria da mandioca tornou-se conhecida em função da obtenção de produtos amiláceos, tradicionalmente conhecidos como casas de farinha, fecularia e engenho de polvilho (LIMA, 2001). A mandiocultura representa a base econômica e alimentar de boa parte da população das regiões Norte e Nordeste, principalmente a de menor poder aquisitivo. A raiz da mandioca é composta de película parda, entrecasca e polpa, e apresenta, aproximadamente, 65 % de umidade e 26 % de amido (FENIMAN, 2004).

Segundo CEREDA (2001) a mandioca tem 60% de água e gera três tipos diferentes de resíduos: a manipueira, água da prensa da raiz; a água vegetal, que é a soma da manipueira com a água de lavação da massa, produzida em fecularias; e a água de lavagem e raspa das raízes.

A agroindústria da mandioca, tanto de fabricação de farinha de mesa como de fécula (amido), gera subprodutos sólidos (casca marrom, entrecasca, descarte, crueira) e líquido (manipueira) que, quando dispostos indevidamente, tornam-se um transtorno para o produtor, pelo risco de contaminação do ambiente (FERREIRA, 2001).

2.2 - ETAPAS DO PROCESSO DA MANDIOCA

Segundo a Instrução Normativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) 25/2011 (BRASIL, 2011), define a farinha de mandioca como: o produto obtido de raízes de mandioca, do gênero Manihot, submetidas a processo tecnológico adequado de fabricação e beneficiamento. O processo de fabricação pode

ser resumido nas seguintes etapas: recepção das raízes, descascamento, lavagem, trituração, prensagem, peneiramento, torração (secagem), peneiramento, torração final, resfriamento e ensacamento (BRASIL, 2011). A Figura 2.2 é o fluxograma do processo de produção de farinha adaptado.

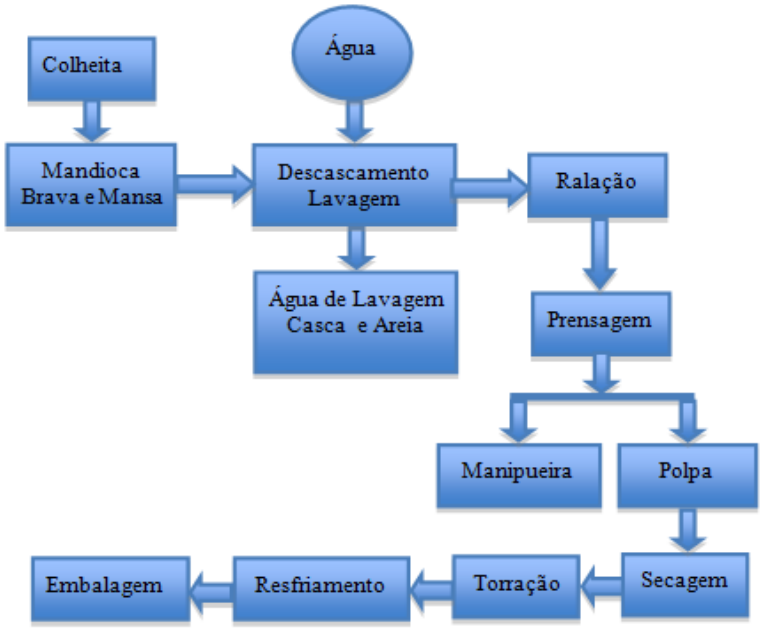


Figura 2.2 - Fluxograma adaptado da produção para farinhas seca.
Fonte: (BRASIL, 2011, CHISTÉ e COHEN, 2006, MATSUURA *et al*., 2003).

Nas etapas do processo há produção de resíduos sólidos e efluentes proporcional à quantidade de raízes, gerando cerca de 18% de cascas; 30% de manipueira e 24% de crueira (aglomerados) e perdas com a evaporação (TSCHOEKE *et al*., 2017).

Visualizando o aspecto de proteção ao meio ambiente se faz necessário minimizar o despejo indiscriminado desse resíduo. Há necessidade de valorizar os resíduos para o despejo, aplicando-se tecnologias de manejo, de tratamento e sobretudo, do estabelecimento de múltiplos e novos usos.

2.2.1 - Resíduos líquidos

Segundo CEREDA (2001) a mandioca tem 60% de água e gera três tipos diferentes de resíduos: a manipueira, água da prensa da raiz; a água vegetal, que é a soma da manipueira com a água de lavação da massa, produzida em fecularias; e a água de lavagem e raspa das raízes.

2.2.1.1 Manipueira

A manipueira é um líquido de cor amarelo-claro, em tupi-guarani quer dizer "o que brota da mandioca" (CARDOSO JUNIOR *et al*., 2005), é um dos resíduos gerados no processamento da mandioca, através de uma operação de compressão da massa ralada para a produção da farinha (MÉLO *et al*., 2005), gerada de maneira abundante nas diversas regiões de cultivo. É um resíduo ou subproduto que de acordo com MAGALHÃES (1993) se apresenta fisicamente na forma de suspensão aquosa e quimicamente como uma mistura de compostos como goma, glicose e outros açúcares, proteínas, linamarina e derivados cianogênicos.

OLIVEIRA (2007) cita que para a produção de farinha de mandioca a manipueira representa em média 30 % da matéria prima processada, já no processamento da fécula é em média 60 % ou mais da matéria prima. O volume de manipueira para a produção de fécula é considerada o dobro, pois neste processamento há a incorporação de água durante o processo. Para a extração da fécula se utiliza equipamentos modernos, centrífugas contínuas, no processo de limpeza e de separação de fibras, com recirculação de 20% água.

A concentração das substâncias presentes na manipueira é variável, dependendo de fatores como variedade de mandioca processada e das condições climáticas do local onde foi cultivado, época do ano, tipo de solo e umidade (FIORETTO, 2001, GIONGO 2011).

A manipueira é composta por teores variados de macro e micronutrientes e glicosídeos cianogênicos (FIORETTO, 1994). Os glicosídeos cianogênicos têm efeito sobre diferentes tipos de microorganismo (PONTE, 2001).

Quimicamente, a manipueira sustenta a potencialidade como fertilizante, haja visto sua riqueza em potássio, nitrogênio, magnésio, fósforo, cálcio, enxofre, e outros micronutrientes, açucares, amidos, proteínas, linamarina, sais e cianeto (CARDOSO, 2005, CORDEIRO, 2006, DUARTE *et al*., 2013). Trabalhos de pesquisa mostram efeitos benéficos desse resíduo, quando usado na agricultura como adubo orgânico (PONTE, 1988, ARAGÃO, 1995, SEBRAE, 2014).

Na Tabela 2.1 está listado o parâmetro físico – químicos da manipueira, obtidos nos estudos de GIONGO (2011) onde pode ser observada sua riqueza, nitrogênio, fósforo e, principalmente, em potássio.

Tabela 2.1 - Composição química da manipueira.

Parâmetro	Valor	Unidade
Nitrogênio total	32,4	mg/L
Fósforo	17,8	mg/L
Potássio	333,6	mg/L
Cálcio	31,37	mg/L
Magnésio	36,87	mg/L
Condutividade elétrica	1.46	dS/m
Sódio	51,7	mg/L
Alumínio	6,6	mg/L
Carbono orgânico	7,73	g/L
pH	4,8	-
Cianeto	12,0	mg/L
DBO	6210	mg/L
Cianeto	14700	mg/L
Oxigênio dissolvido	0,0	mg/L
Ferro	6,09	mg/Kg
Zinco	0,59	mg/Kg
Cobre	0,05	mg/Kg
Manganês	0,62	mg/Kg

Fonte: GIONGO (2011).

Entretanto, a manipueira apresenta uma demanda bioquímica de oxigênio (DBO) de até 34.000 mg/t produzido (LAMO e MENEZES, 1979), o que a relaciona como contaminante do meio ambiente (OLIVEIRA, 2007). A disposição desse efluente, energeticamente não esgotado e que apresenta uma alta toxicidade, em corpos d'água, acarreta prejuízos de ordem ambiental, uma vez que diminui a disponibilidade aquática de oxigênio (WOSIACKI e CEREDA, 2002).

Em 1999, o Estado do Pará produziu cerca de 3,8 milhões de toneladas de raízes, das quais 3,4 milhões de toneladas (90% da produção) foram destinadas à fabricação de farinha-de-mesa, que permite estimar que foram gerados cerca de 1 milhão de metros cúbicos de manipueira, com elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO), variando entre 14.000 a 34.000 mg/L, lançados, indevidamente, no solo e nos pequenos cursos d'água. Esses dados fazem com que a manipueira não tratada seja considerada como um dos resíduos agroindustriais mais agressivos ao ambiente (EMBRAPA, 2001).

De acordo com os dados da última pesquisa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2013) o município de Santarém, oeste do Pará ocupa o segundo lugar na lista de maiores produtores de mandioca, com quase 300 mil toneladas anuais e 20.790 hectares de área plantada, perdendo apenas para o município de Acará, com isso

os impactos decorrentes dessa produção que na sua maioria é desenvolvida no campo, de forma artesanal sem um beneficiamento industrial, contribui com o acrescimento dos impactos decorrentes desse produto.

2.2.1.2 - Água de extração da fécula

A água de extração da fécula é mais diluída que a manipueira. Na extração da fécula se faz necessário haver incorporação de água, isso propicia a diminuição da carga orgânica e o teor de cianeto, no entanto, promove grande aumento de volume (OLIVEIRA, 2007).

Embora as concentrações da carga orgânica e de compostos poluentes sejam inferiores nos efluentes líquidos de fecularias, quando comparadas com as existentes na manipueira das farinheiras, ainda é alta para o esgotamento dessa água no solo e rios, podendo trazer problemas ambientais (PINTO, 2009). Conhecer as características deste efluente, bem como as quantidades produzidas e sua sazonalidade são de fundamental importância para avaliar e determinar com segurança a forma de reutilização do mesmo para que as metas propostas sejam alcançadas (CARDOSO, 2005).

A disposição da água de extração da fécula no solo, quando não for em excesso que provoque problemas de contaminação das águas subterrâneas ou do próprio solo é, sem dúvida, uma solução interessante, atuando como irrigação do solo ou como fertilizante (fertirrigação), desde que respeitadas as taxas de aplicação adequadas para o tipo de terreno e cultura (CARDOSO, 2005).

2.2.1.3 - Água de lavagem e raspa das raízes

A água de limpeza das raízes é proveniente dos lavadores e descascadores e carrega em suspensão a terra e as cascas que podem ser separados por decantação ou peneiramento. Esta água possui uma baixa carga orgânica, por isto pode-se separar os sólidos suspensos e assim qualificá-la para a reutilização após tratamento relativamente simples, como por exemplo, a filtração, sem necessidade de tratamento biológico prévio (LAMAISON, 2009).

A água de lavagem possui DQO de 2600 mg/L, embora em maior quantidade (1 a 3 m^3/ton. de mandioca processada) possuem menor poder poluente do que a

manipueira que apresenta alto valor de carga orgânica e teor de cianeto total (CAMILI, 2007).

A demanda química de oxigênio é a quantidade de oxigênio consumido na oxidação química da matéria orgânica existente na água, medida em teste específico. A mesma é expressa em miligramas de oxigênio por litro de água. Usada geralmente como indicador do grau de poluição de um corpo de água ou de uma água residuária.

2.3 - RESÍDUOS E FORMAS DE POLUIÇÃO

A produção de resíduos das agroindústrias, após o processo de beneficiamento da matéria prima têm potencial de contaminação quando jogados no ambiente sem planejamento, podendo gerar impactos negativos no ambiente, mal cheiro e transtornos para as populações ao entorno. No Brasil, são produzidas anualmente um volume muito grande de subprodutos agroindustriais, os quais têm a sua reutilização dificultada pela falta de conhecimentos das potencialidades e formas de manejo (MENEGHETTI e DOMINGUES, 2008).

Segundo FIORETTO (2001), uma tonelada de raiz de mandioca gera, em média, 600 litros de manipueira, sendo que na operação de prensagem, durante os processos de fabricação de farinha, 20 a 30% desses líquidos é eliminado. Em conformidade com o autor, o processamento de uma tonelada de raiz de mandioca corresponde a uma poluição equivalente a proporcionada por 200 – 300 habitantes por dia.

A linamarina é um glicosídeo cianogenico tóxico do qual provém o ácido cianídrico (HCN), bastante volátil (GONZAGA *et al.,* 2007). Esta característica da manipueira consiste em sério problema ambiental quando lançado diretamente em corpos hídricos, principalmente se considerados os pequenos cursos d'água, onde comumente acontecem os despejos dos resíduos líquidos de industrias que utilizam raízes de mandioca como matéria-prima (CEREDA, 2001).

A manipueira despejada diretamente no rio pode levá-lo ao colapso, devido a dois tipos de impactos: 1- Alteração da capacidade de autodepuração; 2- Eutrofização. Autodepuração é o fenômeno pelo qual o rio se recupera por mecanismos puramente naturais. O conhecimento do conceito se liga ao uso da capacidade de assimilação do rio para impedir o lançamento de despejos acima do que possa suportar o corpo d'água. O segundo impacto decorre do crescimento excessivo de algas, devido ao excesso de

nitrogênio e fósforo. Entre os fatores geradores da eutrofização, estão a agricultura, criação de animais, esgotos domésticos e desmatamento (BARANA, 2008).

O ácido cianídrico é liberado quando a raiz da mandioca passa pela ruptura de sua estrutura celular, ou seja, na etapa de prensagem, sendo a toxicidade da mandioca causada pela presença desse ácido. A quantidade de cianeto presente na raiz de mandioca pode causar problemas de toxicidade, e algumas variedades podem causar problemas de intoxicação e em casos mais graves levam a morte (IURCKEVICZ e LUDWICHK, 2011).

O conteúdo cianogênico das raízes de mandioca é determinado principalmente pelas características genéticas de cada cultivar (FUKUDA e BORGES, 1988; VALLE *et al.*, 2004). Mas podemos verificar a variação dos teores de HCN, o que se percebe por região e diferentes climas e ambiente.

O descarte deste efluente da produção contendo cianeto no meio ambiente pode gerar impactos que podem ser caracterizados pela alteração ou degradação da qualidade da água dos corpos receptores desses efluentes, principalmente no que se refere aos peixes, seu hábitat e ao uso dessa água pelo homem, ou mesmo ao solo.

Alguns desses resíduos agroindustriais, tais como os dos laticínios, usinas de açúcar e álcool, fecularias e casas de farinha, apesar do seu alto potencial poluente, podem ser utilizados como fertilizantes, pois apresentam grandes quantidades de nutrientes (MÉLO, 2005).

Podemos dizer que o cianeto livre (CN^- e HCN) são tóxicos para todo tipo de vida animal, pois bloqueiam o transporte de oxigênio no metabolismo. Tais compostos são absorvidos pela pele, por inalação ou ingestão. O cianeto não possui efeito cumulativo no organismo. Em longo prazo o cianeto pode ser considerado como um produto químico tóxico não persistente, não bioacumulável, estudos informam que o mesmo não é causador de mutação genética nem de má formação congênita.

Quando é observado a demanda química de oxigênio (DQO) e o teor de ácido cianídrico (HCN) apresentados na Tabela 2.2, resultado do estudo realizado por BARANA (2008) a manipueira “in natura”, oriunda diretamente da prensagem da raiz de mandioca tem um potencial poluidor de 25 vezes a do esgoto doméstico. A manipueira de fecularia é mais diluída, conserva, porém, um potencial poluidor de aproximadamente 12,5 vezes a do esgoto doméstico.

Tabela 2.2 - Potencial poluidor da manipueira em comparação com o esgoto doméstico.

CARACTERIZAÇÃO DA MANIPUEIRA	
Manipueira de Farinheira (dados aproximados)	
DQO	50.000,00 mg/L
HCN	140.00 ppm
Manipueira de Fecularia (dados aproximados)	
DQO	25.000,00 mg/L
HCN	80.00 ppm
Esgoto Doméstico	
DQO	2.000,00 mg/L

Fonte: BARANA (2008).

Ao mesmo tempo em que a manipueira é um agente poluidor, dezenas de vezes superiores ao esgoto doméstico, ela é também uma oportunidade devido ao seu múltiplo aproveitamento, seja para fazer tijolos, na alimentação animal, controle de pragas e doenças de plantas, assim como o seu uso para produção de biogás, dentre várias outras utilidades. O tratamento anaeróbio de manipueira, além da redução da carga orgânica gerencia a produção do gás metano (BARANA, 2000).

Podemos observar na agricultura moderna que exige o uso de corretivos e fertilizantes em quantidades adequadas, de forma a atender a critérios racionais, permitindo assim conciliar o resultado econômico positivo com a preservação dos recursos naturais e do meio ambiente, possibilitando com isso a elevação constante da produtividade das culturas.

Quando esses insumos são aplicados acima da capacidade suporte do solo, podem liberar íons e compostos tóxicos ou não, que poderão poluir o solo e águas subterrâneas. Os íons disponibilizados na solução do solo podem ser adsorvidos ao solo, absorvidos pelas plantas ou lixiviados das camadas superficiais do solo (COSTA e RITZINGER, 1999).

2.4 - USO DA MANIPUEIRA COMO FONTE DE NUTRIENTE

O uso de resíduos na agricultura pode ser considerado como uma ferramenta que possibilite conduzir ao melhor aproveitamento dos mesmos, com enfoque no aumento da produtividade e uma melhor distribuição no ambiente, diluindo desta forma seus possíveis impactos ambientais, além de trazer mudanças no sistema agrícola convencional que mantém o uso de insumos sintéticos.

Por ser gerada em grande quantidade e ser de difícil tratamento, o aproveitamento da manipueira na adubação, levando em consideração sua composição química, é a maneira mais rápida e sustentável de se buscar uma solução para a disposição desse efluente (FERREIRA *et al*., 2001), apresentam elevados teores de nitrogênio e potássio, isso lhe permite ser considerada como adubo orgânico potássio e nitrogenado em potencial, além de apresentarem fósforo, cálcio e magnésio em sua composição. Podemos utilizar como alternativa viável e sustentável a manipueira como adubo orgânico contribuindo de forma econômica e evitando a poluição do lençol freático e do solo, podendo reduzir o seu derramamento sem controle, e permitindo ao agricultor familiar um adubo de custo zero para sua lavoura, sendo economicamente viável e ambientalmente correto se utilizado da forma correta.

Devido à grande quantidade de manipueira gerada diariamente, e a dificuldade em se obter tratamentos que eliminem por completo a carga orgânica, a prática da adubação pode ser a forma mais rápida de solução para disposição desse efluente (FIORETTO *et al*., 1997). A manipueira apesar de ser caracterizada como um efluente industrial constitui-se num resíduo não esgotado do ponto de vista do aproveitamento agrícola, e quando aplicada ao solo pode contribuir no equilíbrio iônico (FIORETTO, 2000). Na aplicação do resíduo em solos distróficos, esse mesmo autor observou um acréscimo nas concentrações de nutrientes no solo.

Para FERREIRA *et al*. (2001), a manipueira constitui-se num resíduo não esgotado do ponto de vista do aproveitamento agrícola. Quando aplicado ao solo influencia no equilíbrio iônico. De um modo geral, observa-se um acréscimo nas concentrações dos nutrientes no solo, inclusive do íon potássio, diferentemente do lodo de esgoto, que de acordo com GARCIA *et al*. (2009), são desbalanceados quanto aos teores de nutrientes, sendo pobres em potássio. A predominância do íon potássio (K) entre os elementos constituintes da manipueira tem implicação direta no desequilíbrio dos cátions básicos no solo, devido ao aumento de saturação por esse elemento e da predisposição à lixiviação de cálcio e magnésio. Assim sendo, faz-se necessário o acompanhamento da fertilidade do solo, antes e após a aplicação do efluente.

2.4.1 - Como adubo

FIORETTO (1994) estudando a viabilidade da aplicação da manipueira na cultura da mandioca e sua influência na fertilidade do solo além do efeito herbicida em

plantas invasoras obteve como resultados um aumento no teor de matéria orgânica e elevação da disponibilidade de fósforo e potássio no solo quando aplicadas 80 e 160 m^3 ha^{-1} de manipueira, com uma redução entre 40 e 80% das plantas invasoras testadas.

A manipueira apresenta uma excelente fonte de matéria orgânica para o cultivo do feijoeiro e mostrou-se eficiente na quelatização de nutrientes no solo, bem como nos teores crescentes de zinco, pois essa função quelatizante da manipueira agrega mais o zinco no solo. FERREIRA *et al*. (2001) concluíram que a adubação do solo de baixa fertilidade com a manipueira possibilita ao produtor conseguir produtividades semelhantes àquelas conseguidas com adubação mineral e com um número maior de cultivo suscetível na mesma área.

Observando os vários estudos realizados com a manipueira, pode ser percebido um resultado eficaz na utilização de doses no cultivo do milho, concluindo assim que ela pode ser utilizada como alternativa de adubação para a cultura do milho sendo necessária a utilização de doses adequadas para cada variedade e região a fim de se evitar o efeito deletério de alguns nutrientes contidos neste resíduo, principalmente o potássio, componente necessário para o seu desenvolvimento.

A viabilidade de aplicação da manipueira diluída para fertirrigação da área de plantio de milho foi também comprovada pela pesquisa realizada por CARDOSO (2004). O autor observou que as plantas em geral, e os frutos, responderam bem a irrigação, apresentando um desenvolvimento melhor do que a área testemunha. O solo apresentou significativa melhoria na sua fertilidade em função do incremento de fósforo e potássio, notadamente em todas as camadas. Ele também destacou que o processo de fertirrigação direta é economicamente viável, sendo uma alternativa para redução de impacto ambiental na agroindústria.

A alface (*Lactuca sativa L*.) é uma hortaliça anual de origem mediterrânea (PINTO *et al*., 2004), pertencente à família Compositae (CHON *et al*., 2005). No cultivo da alface foi observado por DUARTE *et al*. (2013) que em doses controladas de manipueira como fonte de adubo ao solo propiciaram melhoria na qualidade e produtividade. SANTOS *et al*. (2010), utilizou a manipueira como fonte de potássio na cultura da alface (*Lactuca sativa L*) e os resultados obtidos permitiram a conclusão de que o uso de manipueira, como fonte de potássio, é possível na produção de alface desde que doses adequadas sejam ajustadas. Segundo TAIZ e ZEIGER (2004), a deficiência de potássio provoca redução da atividade fotossintética; como consequência, há diminuição dos valores de matéria fresca do vegetal.

Trabalho conduzido por BORSZOWSKEI *et al*. (2009) em uma propriedade de regime familiar utilizou doses crescentes de manipueira na cultura do morangueiro (*Fragaria* x *ananassa Duch*.), que contribuíram para o aumento na produtividade do morangueiro, no decorrer de duas safras de cultivo.

O jambu (*Spilantes oleraceae L)* é uma hortaliça herbácea perene, semi-ereta e de ramos decumbentes, é nativa da região amazônica e pertencente à família *Asteraceae* (BORGES, 2012, BOTELHO e POLTRONIERI, 2006). É também conhecido por agrião do Pará, agrião do Brasil, agrião do Norte, jabuaçu, erva maluca, jaburama, botão de ouro (COUTINHO *et al*., 2006). Nos estudos realizados por SANTANA *et al*. (2015) a aplicação de manipueira surtiu efeito, no desenvolvimento e produtividade de jambu sendo recomendada sua utilização como adubo foliar alternativo na cultura. As características avaliadas foram: Altura da planta, número de folhas, peso da massa fresca das folhas e produtividade.

FERREIRA *et al*. (2001) estudou os efeitos da manipueira na adubação da mamoeira e concluiu que a mesma promoveu o aumento no crescimento vegetativo da mamoeira, mesmo não diferindo estatisticamente entre os tratamentos por ele aplicado.

No tomateiro, por exemplo, contribuiu para o aumento no rendimento, diâmetro e comprimento dos frutos, aumentando seu rendimento por hectare. O que revela o papel da manipueira como substituto parcial na adubação para a cultura do tomateiro (VIEITES, 1998).

Com relação a cultura do sorgo SILVA *et al*. (2004) relata que além do efluente manipueira suprir as necessidades nutricionais exigidas pelo sorgo para seu pleno desenvolvimento e produção de massa verde, mostrou efeito fertilizante do efluente em relação aos macronutrientes exigidos pela cultura do sorgo.

O biofertilizante é um material orgânico que apresenta, em geral, grande poder nutricional, fornecendo elementos essenciais para o crescimento das plantas, como nitrogênio, fósforo, potássio. Quando aplicado ao solo, pode melhorar suas qualidades físicas, químicas e biológicas (UBALUA, 2007).

2.4.1.1 - Como utilizar

A manipueira pode ser utilizada para fertilizar o solo, tornando-o mais rico em nutrientes. O uso no solo deve ser feito 24 horas após sua produção. Para fertilizar o solo recomenda-se a diluição na água na proporção de 1 para 1. Aplicar de 2 a 4 litros

por metro de sulco de cultivo, deixando o solo descansar por 8 ou mais dias após a aplicação. Para a semeadura, deve-se revolver bem o solo (SEBRAE, 2014).

Para fertilização foliar, recomenda-se diluição de 1 para 6 ou mais (1 litro de manipueira para 6 ou mais litros de água). Pulverizar as folhas das culturas com o líquido diluído. Fazer 1 aplicação por semana (mínimo 6 semanas / máximo 10 semanas) (SEBRAE, 2014).

No estudo conduzido por BORSZOWSKEI *et al*. (2009) utilizando manipueira como adubo alternativo para a cultura do morangueiro (*Fragaria* x *ananassa* Duch.), os melhores resultados foram obtidos quando a irrigação foi realizada com a solução preparada com 1000 ml de água + 500 ml de manipueira.

No cultivo de jambu realizado por SANTANA et.al (2015), cada pé foi submetido a seis aplicações em intervalos semanais, às pulverizações foram realizadas em horários de menor incidência de raios solares. A dosagem de 550 ml proporcionou os melhores resultados em todos os parâmetros avaliados.

FERREIRA *et al*. (2001) concluíram que a adubação de solos de baixa fertilidade com manipueira possibilita ao produtor obter produtividades semelhantes àquelas alcançadas com adubação mineral e com um número maior de cultivos sucessivos na mesma área.

2.5 - USO DA MANIPUEIRA COMO HERBICIDA

O controle de pragas tem sido realizado, predominantemente, com emprego de insumos químicos, a maioria de amplo espectro de ação e elevada toxidade ao homem, a outros vertebrados e a fauna benéfica extensiva; além disso, o uso desses produtos pode implicar na contaminação do solo e de águas (PENTEADO, 2000).

Medidas de controle que causem menor impacto ambiental são de primordial importância, o que vem estimulando o ressurgimento do uso de plantas inseticidas como promissora ferramenta para controle de insetos (KOCKE, 1987). Diante destes fatos, e no contexto do processo de transição agroecológica, surgiram novas pesquisas com uso alternativo de produtos naturais para o controle de pragas na agricultura (SANTOS *et al*., 1998, PENTEADO, 2000). Da riqueza de produtos da flora brasileira, há destaque para a manipueira (TOKARNIA *et al*., 1979).

SILVA *et al*. (2011), avaliou a manipueira no controle do ácaro branco no pinhão manso e considerou o resultado eficiente. BALDIN *et al*. (2012) avaliaram a

manipueira no controle alternativo do nematoide das galhas (*Meloidogyne incognita*) em cenoura da variedade Nantes e concluíram que este é promissor no controle deste patógeno. Os relatos de GONZAGA *et al*. (2008), evidenciam os benefícios proporcionados pelo seu efeito nutricional ou fitossanitário, como forma de evitar problemas ligados ao meio ambiente. Por outro lado, a presença de cianeto explica os efeitos nematicida e inseticida inerente a manipueira (SILVA, 2003).

GONZAGA (2007) em seu trabalho de pesquisa em condições de laboratório, verificou a mortalidade de 100% do pulgão preto (*T. citricida)* pela aplicação via translaminar com o extrato aquoso de manipueira na concentração de 50mg/ml. Para as concentrações de 10, 20, 30 e 40mg/ml a mortalidade observada foi de 48%, 74%, 82% e 88%, respectivamente. Decorrida às 120 horas, foi observada diferença significativa na mortalidade dos insetos expostos ao extrato, quando comparado com o tratamento testemunha.

O pulgão preto (*T. citricida*) é um inseto fitófago com formas aladas e ápteras. Atacam principalmente os brotos novos das plantas cítricas, sugando-lhes a seiva. Provocam encarquilhamento e atrofiamento das folhas e brotos. Liberam uma substância açucarada expelida pela codícola que permite o desenvolvimento de um fungo negro conhecido como fumagina. O pulgão também transmite o vírus da tristeza dos citros em plantas sadias (GALLO *et al*., 1988), esses insetos e pragas são responsáveis pela baixa produtividade de citros no Estado do Amazonas (SILVA *et al*., 2004).

PRATIS *et al*. (2013) na busca de alternativas para o controle de insetos de solo a cochonilha-das-raízes da mandioca (Dysmicoccus sp.) avaliou a possibilidade de uso da manipueira, no controle desses insetos, considerando a alta disponibilidade deste produto nas indústrias. Utilizou as variedades de raízes e os mesmos parâmetros metodológicos. Concluiu que as manipueiras oriundas de raízes das variedades Cascuda, Baianinha, Equador 72, Fécula Branca e Olho Junto apresentam potencial para o controle de Dysmicoccus sp.

2.5.1 - Como utilizar

Para SEBRAE (2014) pode-se pulverizar 3 ou mais vezes sobre a plantação, com descanso de 1 semana entre cada aplicação.

O agricultor deve realizar testes numa pequena área do cultivo, para saber a dosagem ideal para a plantação.

- Controle de pragas: em fruteiras maiores como laranjeiras, limoeiros, goiabeiras e mangueiras, recomenda-se pulverizar diluições de 1 para 1;
- Controle de insetos: nas plantas de pequeno porte, como maracujazeiro ou abacaxi, pode-se pulverizar uma diluição de 1 para 2;
- Como carrapaticida: na pulverização de rebanho, com 3 aplicações semanais. Recomenda-se diluições de 2 para 2 acrescidos de 1 litro de óleo vegetal.

2.6 - ASPECTOS LEGAIS RESOLUÇÃO CONAMA 357/05

A poluição dos recursos de água doce, é considerado um problema ambiental quando ocorre despejo dos líquidos de indústrias que utilizam raízes de mandioca como matéria-prima (FIORETTO, 1994).

Para a avaliação dos valores obtidos para as análises de DBO e DQO, a seguintes normas foram consideradas:

A resolução do CONAMA 357/05, através do Art. 1º, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, assim como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. No seu capítulo I, art. VII – que se refere à carga poluidora: diz que a quantidade de determinado poluente transportado ou lançado em um corpo de água receptor, expressa em unidade de massa por tempo e o art. VI - aquicultura: o cultivo ou a criação de organismos cujo ciclo de vida, em condições naturais, ocorre total ou parcialmente em meio aquático.

De acordo com o MINISTÉRIO DA SAÚDE (2001), não existe padrão para DQO. Na prática, as empresas de tratamento de água consideram como valor padrão de DQO o dobro do valor da DBO, que é 10 $mg.L^{-1}$.

A Resolução CONAMA 357/2005, considera-se a manipueira enquadrada na classe 2, que determina como limite máximo de DBO o valor de 5 $mg.L^{-1}$. Este valor poderá ser ultrapassado se o efluente de sistemas de tratamento de águas residuárias, reduza a carga poluidora em termos de DBO em 5 dias, o teste deve ser realizado à temperatura de 20ºC do despejo em no mínimo 80%. Caso pretenda-se lançar o efluente em corpo receptor, o sistema deve ser planejado de forma que se atenda a Legislação Ambiental, cuja exigência é de que o efluente atinja o padrão de lançamento (DBO de

60 mg.L-1) ou que o sistema tenha eficiência de 85% na remoção de DBO e que o lançamento do efluente tratado não venha a alterar a classe de enquadramento dos cursos d’água.

CAPÍTULO 3

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capitulo são descritos o método de pesquisa para a identificação das casas de farinha e o processo de produção de farinha na comunidade do Cucurunã, descrevendo as etapas do processo e a obtenção da manipueira, matéria-prima para este estudo. São relatadas as metodologias utilizadas na caracterização físico-química e seus equipamentos.

3.1 - IDENTIFICAÇÃO DAS CASAS DE FARINHA

Treze casas de farinha foram identificadas na comunidade de Cucurunã, no mês de maio de 2018. As visitas foram realizadas com o apoio de comunitários onde foi feita visita em todas as casas de farinha ativas na comunidade, os mesmos relataram que a comunidade já teve mais de 60 casas de farinha, pois a produção era familiar e hoje devido à baixa produção a atividade é realizada em mutirão. Na ocasião foi realizada uma breve entrevista com os comunitários para conhecer um pouco mais sobre o processo produtivo da farinha e coletar informações acerca do descarte ou uso da manipueira pós-produção. A caminhada pela comunidade foi parte a pé e parte de carro, tendo em vista a distância das casas de farinha.

Os comunitários informaram que todas as casas de farinha, utilizam a mandioca misturada entre branca (com menor quantidade) e amarela (compondo aproximadamente 90%) para fabricação de farinha de mesa e tapioca. Eles também consideram a produção “pequena” justificando que no passado a produção já foi maior e que os que ainda produzem farinha são os membros mais velhos da comunidade.

3.1.1 - Localização do experimento

A comunidade de Cucurunã é descrita como a segunda comunidade com maior produção de farinha no município de Santarém, perdendo apenas para a comunidade de Boa Esperança, sua localização é na rodovia Dr. Everaldo Martins, localizada a 7 km no município de Santarém na PA/456, no Estado do Pará, como pode ser verificado na

Figura 3.1 - Entre as casas de farinha identificadas três foram escolhida para o trabalho, sendo acompanhado o processo produtivo comunitário de mutirão.

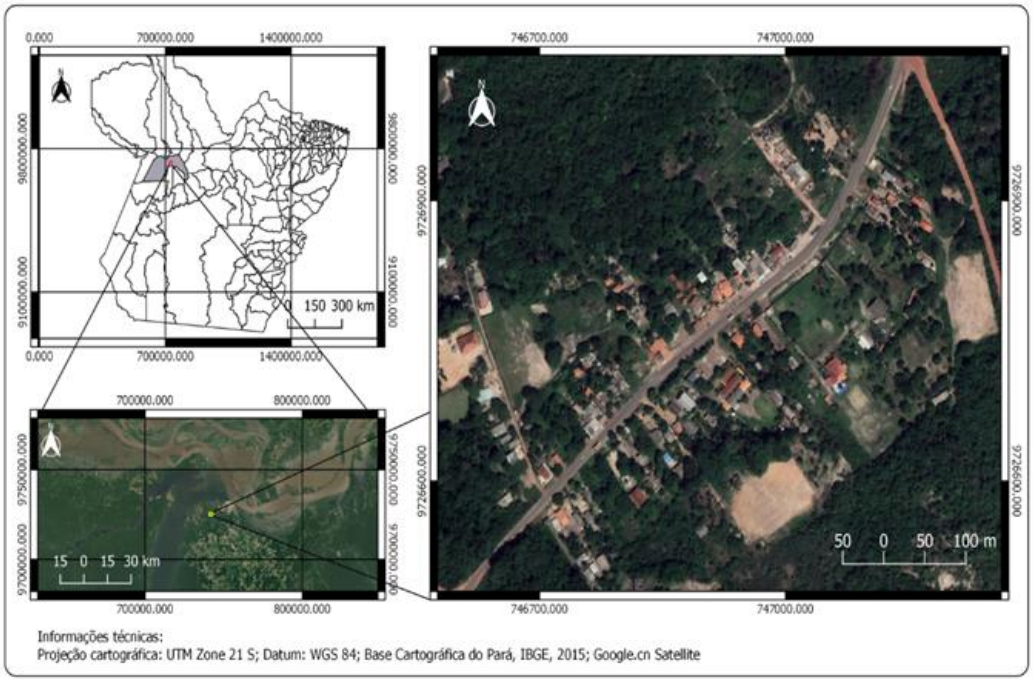


Figura 3.1 - Localização geográfica da comunidade de Cucuruná, Santarém – PA.

O acesso ocorre por via terrestre, sendo aproximadamente 15 minutos de carro particular e cerca de 30 minutos em transporte coletivo. Constitui um emergente destino turístico de alcance local e regional, conhecido, principalmente, por sua extrema beleza natural, com destaque para a flora diversificada, o folclore que é mais trabalhado na época das festas juninas, festival da farinha no mês de agosto, a festa da padroeira local durante o mês de novembro e o Auto de Natal, que ocorre no período das festas natalinas. A comunidade é cortada pelo igarapé do Cucurunã.

A Comunidade de Cucurunã e o seu entorno, é a primeira comunidade nos destinos turísticos de Ponta de Pedras e Alter do Chão; por possuir características físicas e naturais que a diferencia das demais regiões e por estar inserida em uma área cujo cenário futuro de desenvolvimento turístico, vislumbra-se em um processo de aceleração nos próximos anos, torna-se expressiva a preocupação pela capacitação no que se refere ao atendimento ao público e informações sobre como confeccionar com qualidade produtos e serviços ofertados pelos moradores da vila.

3.2 - MATERIAIS

A matéria prima para o estudo é a manipueira, resíduo líquido do processo semimecanizado de beneficiamento de raízes de mandioca. As coletas das amostras foram feitas nos meses de maio 2018 e novembro 2018.

3.2.1 - Origem da matéria prima

A matéria prima foi obtida da produção de farinha de mandioca que na comunidade de Cucurunã é produzida tanto com mandiocas mansas (macaxeira) como bravas (mandioca). O plantio e colheita são realizados separadamente por comunitários ou famílias em suas áreas, mas a produção é coletiva, segundo os comunitários, como forma cultural de "unir o grupo para uma prática que proporciona maior produção e interação das famílias".

3.2.2 - Processo de fabricação de farinha na comunidade de Cucurunã

As raízes são colhidas na comunidade de forma aleatória, com ciclos de cultivos em média de um ano e meio e dois anos. É realizada a seleção das raízes de mandioca para o processamento, eliminando as raízes que apresentam partes deterioradas. O recebimento é feito em uma área externa da produção. Na ocasião deste trabalho foi utilizado 600 kg de mandioca, que são distribuídos em três porções (cada uma com 200 kg). Essa metodologia foi utilizada nas duas casas de farinha. Na Figura 3.2 o fluxograma do processo artesanal de beneficiamento das raízes de mandioca para obtenção de farinha de mesa, comunidade do Cucurunã Santarém/PA.

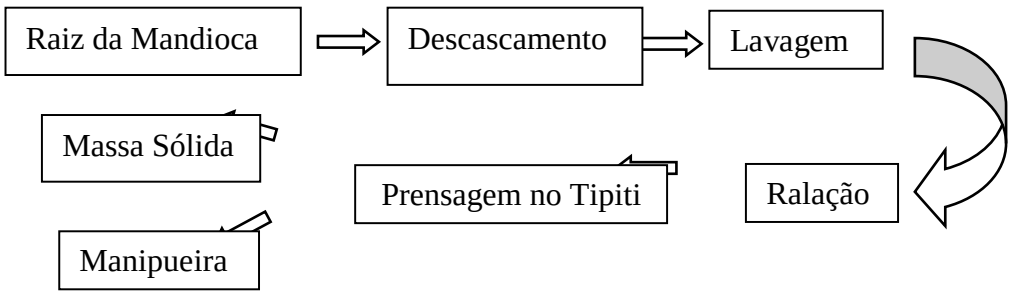


Figura 3.2 - Fluxograma do processo do beneficiamento de raízes de mandioca para a obtenção de farinha de mesa, usando prensa Tipiti na comunidade Cucurunã.

3.2.3 - Retirada da casca e lavagem

A raiz deve ser lavada para eliminar a terra aderida à sua casca e evitar a presença de sujidades que prejudiquem a qualidade do produto final. A eliminação dessas sujidades por meio do processo de lavagem evita a contaminação do produto e o desgaste dos equipamentos (FOLEGATTI *et al*., 2005).

O descascamento pode ser manual, feito com facas afiadas, raspador, ou mecânico, utilizando descascador cilíndrico ou em forma de parafuso. No descascador mecânico, a lavagem e o descascamento são feitos ao mesmo tempo, através do atrito das raízes entre si e delas com as paredes do equipamento, com fluxo contínuo de água. O descascamento nas casas de farinha em estudo foi realizado manualmente, feito com facas afiadas de aço pelos comunitários, em mutirão Figura 3.3.

Figura 3.3 - Primeira etapa: retirada da casca.

Após o descascamento, as raízes foram novamente lavadas Figura 3.4 para retirar as impurezas a elas agregadas durante o processo. A lavagem é realizada em bacias de alumínio ou de polímero e por membros da comunidade, não havendo idade limite para esse trabalho. Após essa limpeza as raízes estão preparadas para a etapa de ralação.

Figura 3.4 - Segunda etapa: Lavagem, em bacias, da mandioca.

3.2.4 - Ralação

Na comunidade existem diversos modos de ralar a mandioca artesanalmente: usando um ralador de metal; ou mesmo um ralador de tambor de rotação mecânica (manual) e o elétrico com um desintegrador, que tritura rapidamente todo o material.

A ralação é feita para que as células das raízes sejam rompidas, liberando os grânulos de amido e permitindo a homogeneização da farinha. A ralação normalmente é feita em cilindro provido de eixo central com serras. As serras do cilindro não devem ter dentes tortos, faltantes, gastos ou enferrujados, pois isto interfere no rendimento do produto final. Os dentes das serras se desgastam com o uso, por isso, periodicamente deve-se regular o espaço entre o cilindro e o chassi do ralador.

O ajuste do eixo e das polias e a manutenção das serras são indispensáveis para homogeneização da massa, definição da granulometria e aumento do rendimento do produto (SEBRAE, 2009).

Na comunidade o ralador utilizado é o caititu instalado em uma mesa feita de madeira com suporte abaixo para guiar a massa ralada que cairá em uma macia de alumínio, a mandioca é empurrada no ralador elétrico que transforma a mandioca em uma grande massa ralada conforme Figura 3.5.

Figura 3.5 - Terceira etapa: Trituração de raízes de mandioca em moinho elétrico (caititu).

3.2.5 - Prensagem da massa

A prensagem da massa é realizada após a ralação da massa no caititu e serve para retirar o máximo de umidade presente na massa ralada, impedindo o surgimento da fermentação indesejada, facilitando desse modo o processo de secagem.

Existem diversos modos de prensas: com pesos, hidráulicas, o tipiti indígena, entre outras. Na comunidade do Cucurunã nas duas casas de farinha em estudos a prensa utilizada foi o tipiti, ainda há nessa região fortes raízes dos costumes tradicionais indígenas. A Figura 3.5 apresenta a prensa manual (tipiti) sendo preenchida com a massa e na Figura 3.6 o tipiti preenchido e suspenso comprimindo a massa.

Figura 3.6 - Quarta etapa: Prensa manual (tipiti) preenchimento.

O tipiti é uma prensa ou espremedor de palha trançada usado para escorrer e secar raízes, normalmente a mandioca. O objeto é utilizado principalmente por índios brasileiros e ribeirinhos da região amazônica.

A manipueira que sai das prensas é recolhida, normalmente tanques de alvenaria ou baldes plásticos improvisados, posicionados abaixo das prensas. Alguns estabelecimentos utilizam tanques de aço inoxidável o que não foi percebido o uso no dia da coleta da matéria prima do estudo.

Para este estudo a manipueira foi coletada em uma bacia de inox na casa de farinha que utiliza a prensa do tipo tipiti, sendo o conteúdo de cinco litros armazenados em garrafas de polietileno (PET) pré lavada para utilização.

Figura 3.7 - Prensa manual (tipiti) suspensa comprimindo a massa.

No uso do tipiti a massa é adicionada até seu total preenchimento, em seguida é suspensa e com peso do corpo e auxílio de uma vara de madeira o líquido é drenado e denominado manipueira, sendo coletados em bacias de inox Figura 3.8 diretamente abaixo do Tipiti, nessa casa de farinha foram coletados cinco litros e armazenados nas mesmas condições citadas anteriormente.

Figura 3.8 - Manipueira extraída da mandioca.

A manipueira obtida é o resultado da mistura da mandioca mansa (macaxeira) e mandioca brava que nesta região também recebe o nome de mandioca cearense. Após a total drenagem do líquido, a massa seca que será utilizada para a produção de farinha é retira Figura 3.9 seguindo para as etapas de torração, resfriamento, embalagem e venda.

Figura 3.9 - Massa seca para produção da farinha.

3.3 - MÉTODOS

No acompanhamento do processo foi coletado a manipueira para caracterização através dos seguintes parâmetros físico-químicos: demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), sólidos totais (ST), pH, cianeto total (CN), para posterior comparação com as revisões bibliográficas foi utilizado o Portal Brasileiro de Informação Científica (Portal Capes), que possibilitou o acesso a produções cientificas mundiais, ainda, outras obras de referências, arquivos abertos e redes de e-prints, patentes, livros, dados estatísticos através de qualquer terminal de computador ligado à Internet das instituições participantes ou através de senhas por elas distribuídas e materiais de produção de pesquisa da EMBRAPA.

As amostras retiradas para estudo foram envidas para o laboratório VISIOLAB Analises Químicas em Minas Gerais para as devidas analises. As coletas e análises físico-químicas foram realizadas conforme métodos analíticos e recomendações do Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005) e métodos auxiliares.

3.3.1 - Demanda química de oxigênio (DQO)

Para a determinação da DQO filtrada adotou-se recomendações de CHERNICHARO (2007), segundo o qual alternativamente à filtração, pode-se proceder a centrifugação da amostra e determinar a DQO do sobrenadante também denominada de DQO filtrada. Assim, considerando a alta concentração de materiais sólidos da manipueira adotou-se o processo de centrifugação da amostra a 3500 rpm por 30 minutos submetendo posteriormente o sobrenadante aos procedimentos da APHA (2005).

A primeira análise foi a realização da determinação da demanda química de oxigênio (DQO) através do método colorimétrico utilizando a espectrofotometria, descrito pela ABNT (1998).

Sabe-se que a demanda química de oxigênio é a quantidade de oxigênio consumido na oxidação química da matéria orgânica existente na água, medida em teste específico. Não apresenta necessariamente correlação com a demanda bioquímica de oxigênio (DBO). A mesma é expressa em miligramas de oxigênio por litro de água. Usada geralmente como indicador do grau de poluição de um corpo de água, ou de uma água residuária. A demanda química de oxigênio (DQO) é da quantidade de oxigênio consumido na oxidação química da matéria orgânica existente na água a mesma é expressa em miligramas de oxigênio por litro de água.

No método descrito pela ABNT (1998) foi necessário preparar as seguintes soluções:

- Solução de ácido sulfúrico + sulfato de prata;
- Solução de Dicromato de Potássio;
- Solução padrão de Biftalato de Potássio.

Inicialmente foi preparada a curva padrão, onde foi necessário primeiramente realizar as diferentes diluições da solução de biftalado de Potássio, para que a curva padrão apresentasse uma faixa de concentrações conhecidas.

Preparada as diluições da curva foram adicionados 1,5 mL da solução de dicromato de potássio, 3,5 mL de solução ácido sulfúrico + sulfato de prata e 2,5 mL da solução de biftalado de potássio preparado para a curva padrão, cada um com a concentração desejada em cubetas próprias para o Termorreator.

Preparadas todas as cubetas com as diferentes concentrações de biftalato de potássio, estas foram levadas para o Termorreator a 150ºC por 2 horas. Finalizada a

digestão, as cubetas resfriaram até a temperatura ambiente para posterior leitura da absorbância em espectrofotômetro no comprimento de onda de 620 nm.

Com os valores das concentrações e absorbâncias encontrados foi possível calcular a equação da reta para posterior cálculo da DQO das amostras desconhecidas.

Para o procedimento com as amostras foi substituído os 2,5 mL de biftalato por 2,5 mL da amostra que se desejava conhecer a concentração de DQO e realizar o mesmo procedimento para a curva padrão.

Após encontrar a absorbância da amostra desconhecida foi substituído o valor encontrado na equação da curva padrão e encontrado o valor da concentração da amostra desconhecida.

3.3.2 - Determinação da DBO

Para a determinação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) foi realizada através do método de incubação com diluição descrita também pela ABNT (1998). A DBO é definida como a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação biológica e química das substâncias oxidáveis contidas na amostra.

A DBO é um teste empírico que corresponde à diferença entre as concentrações de oxigênio no início e no fim de um período de incubação, em condições específicas do ensaio. A temperatura de incubação é padronizada em 20ºC e o tempo de incubação de 5 dias.

Para a realização deste procedimento preparou-se as seguintes soluções:

- Solução estoque de sulfato de magnésio;
- Solução estoque tampão de fosfato;
- Solução estoque de cloreto de cálcio e solução estoque de cloreto férrico.

Estas soluções foram necessárias para preparar a água de diluição.

No preparo da água de diluição foi adicionado 1 mL de cada uma das soluções citadas acima para cada litro de água destilada e deixou oxigenar com auxílio do agitador magnético e peixinho por ± 1 noite.

Ao termino na oxigenação da água foi realizada a medição do oxigênio dissolvido inicial para que ao final do tempo de incubação possa realizar os cálculos para verificar o valor da DBO.

Com a água de diluição preparada foi realizada a preparação dos frascos com as amostras nas diluições desejadas. Os frascos contendo as amostras nas diluições específicas foram incubados em câmera de incubação de DBO a 20^{o}C por 5 dias.

Decorrido o tempo determinado foi realizada a leitura do oxigênio dissolvido final com auxílio do medidor de oxigênio dissolvido portátil. Para a realizações dos cálculos foi utilizada a Eq. (3.1).

$$DBO\ mg/L = (ODI) - (ODF) \times \frac{\text{volume do frasco}}{\text{Volume da amostra}} \qquad \text{Eq. 3.1}$$

Sendo:

ODI: Oxigênio dissolvido inicial
ODF: Oxigênio dissolvido Final
Volume do frasco: Volume total que o frasco comporta
Volume da amostra: Volume de amostra utilizada

3.3.3 - Determinação do pH

Para a leitura de pH as amostras foram preparadas em erlenmayer, utilizando 5 g da amostra de polpa de mandioca homogeneizada em 50 ml de água destilada (50 ml). Esta metodologia foi utilizada para amostras de raízes frescas, logo após a colheita e nas raízes descascadas e não descascadas, conservadas a temperatura ambiente, a qual apresentava a variação no intervalo de 24 a 28^{o}C.

3.3.4 - Determinação de materiais sedimentáveis

A determinação dos materiais sedimentáveis foram realizados segundo a metodologia do cone de Imhoff descrita por MEDEIROS (2006).

Os sólidos sedimentáveis são aqueles de densidade maior que a da água, que sejam capazes de sedimentar por ação da força da gravidade em um determinado período de tempo, quando o sistema está em repouso. Os valores podem ser determinados e quantificados em relação ao seu volume (mL/L) através do cone Imhoff ou peso (mg/L), sendo o primeiro denominado de teste volumétrico e o segundo de gravimétrico.

Para a realização desta análise foi utilizado o cone de Imhoff que é um cone graduado de capacidade de 1 litro, sendo que se introduz a amostra e deixa a mesma decantar por uma hora, após esta decantação foi verificado o volume de sólidos que

decantou, sendo que o volume decantado corresponde à quantidade de sólidos sedimentáveis desta amostra.

3.3.5 - Determinação da temperatura

A determinação da temperatura água residuária foi averiguada com ajuda de um termômetro digital do tipo espeto utilizada para monitoramento da temperatura de alimentos. Essa medida se fez necessária para identificar se a água residuária estava dentro dos limites estabelecidos para ser depositado em corpos hídricos conforme a legislação vigente (CONAMA, 430/11).

3.3.6 - Determinação de materiais flutuantes

A determinação de matérias flutuantes foi verificada visualmente, onde se coletou a amostra do efluente em um frasco de vidro transparente e verificou se o mesmo apresentava algum tipo de matérias flutuantes.

3.3.7 - Determinação do teor de cianeto total e livre

3.3.7.1 - Extração da linamarase

Para a extração da enzima linamarase foi utilizada a metodologia descrita por OLIVEIRA (2010). A enzima linamarase foi extraída da entrecasca da mandioca. Foram pesados e cortados em pedaços 200 g de entrecasca. Em seguida, foi realizada a homogeneização da amostra em processador de alimentos com 250 mL de solução tampão acetato 0,1M pH 5,5.

Após a homogeneização foi realizada uma filtração a vácuo e o líquido obtido foi centrifugado (Eppendorf, 5430 R, Alemanha) a 14.600 x g por 30 minutos a 4°C. O sobrenadante foi saturado com 60% de sulfato de amônio e mantido sob agitação lenta a 4°C por 16 horas.

Passado esse tempo, a solução foi centrifugada a 8500 rpm por 1h a 4ºC e o precipitado foi diluído em 150 mL de solução tampão fosfato 0,1M pH 6,0. Em seguida realizou-se a diálise em solução tampão fosfato 0,1M pH 6,0 durante 2 dias a 4ºC, sendo

a solução tampão trocada periodicamente durante o período da diálise. A enzima obtida foi armazenada em tubos a -18ºC até o momento da análise.

3.3.7.2 - Determinação de cianeto total

Segundo HOSEL e BARZ (1975), cerca de 70% da linamarina presente na raiz da mandioca é removido por hidrólise enzimática durante o processamento. Em complementação, quase todo o cianeto que é gerado é removido por volatilização ou solubilidade.

Foi utilizada a metodologia enzimática descrita e adaptada por ESSERS *et al*. (1993). Através do método colorimétrico/enzimático foram determinados os teores de cianeto total (linamarina + acetona-cianidrina + HCN) e cianeto livre (HCN). As reações envolvidas formam um complexo colorido para posterior leitura em espectrofotômetro, a 605 nm de comprimento de onda. A metodologia adotada é resumida na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Metodologia de análise de cianeto total e livre, com leitura em espectrofotômetro a 605 nm.

TUBOS DE ENSAIO (duplicatas)							
Detecção	**Tampão fosfato pH 7,0**	**Amostra**	**Enzimas linamarase**	**NaOH 0,2M**	**Tampão fosfato pH 6,0**	**Cloramina T**	**Reagente de cor**
			15min em repouso a 30º C	5 min em repouso a temperatura ambiente		5 min em repouso em banho de gelo	10 min em repouso, e leitura a 605 nm
Cianeto total	0,4 mL	0,1 Ml	0,1 mL	0,6 mL	2,8 mL	0,1 mL	0,6 mL
Cianeto livre	-	0,6 mL	-	-	3,4 mL	0,1 mL	0,6 mL

Fonte: OLIVEIRA *et al*. (2003).

Para determinação de cianeto total, 0,1 mL do extrato ácido obtido foi adicionado em tubo de ensaio contendo 0,4 mL de tampão pH 7,0, sendo adicionada, então a enzima linamarase e o tubo submetido a banho-maria por 15 minutos a 30ºC, promovendo a lise dos glicosídeos cianogênicos. Após esta etapa, foi adicionado 0,6 mL de solução NaOH 0,2 M e deixado por 5 minutos em repouso à temperatura ambiente

(25ºC), decompondo a cianoidrina rapidamente para cianeto em solução alcalina. Em seguida, foram adicionados 2,8 mL de tampão pH 6,0 e 0,1 mL de cloramina T, agitando-se o tubo para homogeneizar o conteúdo e sendo, depois, submetido a banho de gelo por 5 minutos. Finalmente, foi adicionado 0,6 mL do reagente de cor no tubo de ensaio, sendo agitado posteriormente e deixado em repouso por 10 minutos à temperatura ambiente. Depois de passado o tempo da reação, o complexo colorido contido no tubo de ensaio, de cor azul, foi lido em espectrofotômetro a 605 nm.

Para determinação de cianeto livre, 0,6 mL do extrato ácido obtido foi adicionado em tubo de ensaio contendo 3,4 mL de tampão pH 6,0. Foi adicionado 0,1 mL de cloramina T, e os tubos foram agitados para homogeneizar o conteúdo e, em seguida, foram submetidos a banho de gelo por 5 minutos. Após transcorrido o tempo, 0,6 mL de reagente de cor foi adicionado ao tubo de ensaio, agitado e deixado em repouso por 10 minutos à temperatura ambiente para posterior leitura a 605 nm.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - AS CASAS DE FARINHA

Nesta pesquisa foram identificadas 13 casas de farinha de mandioca, nestas os processos produtivos apresentam como principais diferencias o processo semi mecanizado e a produção em mutirão, totalmente artesanal. Todas as casas de farinha utilizam as raízes de mandioca que são denominadas como branca ou mansa (macaxeira), em menor quantidade e as raízes de mandioca denominadas amarela, sendo esta a predominante na composição, em torno de 90% para a fabricação de farinha de mesa.

As diferenças entre as espécies são: a concentração de ácido cianídrico - pode chegar a matar grandes animais; e a produtividade - variedades bravas são mais produtivas. Segundo AGUIAR (2003) a mandioca tem sua época certa de ser colhida, quando a raiz já está madura e com tamanho considerado adequado, dependendo da variedade, da fertilidade e do clima, ela é considerada adequada para a colheita dentro de poucos meses, até mesmo alguns anos, quando ela não está vegetando (quando ela "enxuga"), ela cozinha rápido e desmancha.

4.2 - PRODUÇÃO DA FARINHA NA COMUNIDADE CUCURUNÃ

Processo produtivo nas casas de farinha da região apresentam pouca variabilidade em relação à escala e à metodologia da produção da farinha.

4.2.1 - Retirada da casca e lavagem

O descascamento nas casas de farinha em estudo foi realizado manualmente, feito com facas afiadas de aço pelos comunitários, em mutirão.

No descascamento manual devem ser utilizadas facas de aço inoxidável, pois o ferro, em contato com o tecido vegetal, acelera a reação enzimática de escurecimento, fato observado por MATSUURA *et al*. (2003).

Nessa primeira etapa é gerada uma grande quantidade de resíduo sendo a casca, a entrecasca e pontas de mandioca. A principal característica desse resíduo é segundo SILVA (2010) o alto teor de umidade (85%), o que torna inviável seu transporte. Esse resíduo pode ser incorporado ao solo como matéria orgânica, (TEIXEIRA *et al*. 2011), preferencialmente na própria comunidade

Na comunidade esse material é depositado nas proximidades das casas. SILVA (2010) em seu estudo recomenda a compostagem de cascas de mandioca recolhidas no processamento da farinha

a massa ralada, que por ação da gravidade cai em uma vasilha de alumínio ou plástico.

4.2.2 - Prensagem da massa e obtenção da manipueira

A massa obtida no processo de ralação foi levada a prensagem. Na comunidade do Cucurunã a prensa utilizada na maioria das casas de farinha é o tipiti. Neste processo a massa é seca, ficando confinada com esterco, serragem, poda de capim. Segundo ele as proporções dos materiais não afetam as características químicas do composto.

4.2.3 - Ralação

A raiz descascada foi levada para o ralador. As raízes de mandioca foram empurradas no ralador elétrico que transformou as raízes de mandioca em uma grande massa. Na comunidade o ralador utilizado é o caititu instalado em uma mesa feita de madeira com um suporte que guia no tipiti enquanto o líquido (manipueira) escorre entre as tramas do tipiti.

A manipueira foi coletada em uma bacia de inox na casa de farinha que utiliza a prensa do tipo tipiti, sendo coletado o conteúdo de cinco litros, armazenados em garrafas de polietileno (PET) pré-lavada para utilização.

A mandioca é cultivada em todos os estados brasileiros, com rendimentos razoáveis, usando poucos insumos (ou nenhum), e no processo industrial ou artesanal libera uma grande quantidade de manipueira além na água e da casca no processamento da farinha de mesa, a manipueira representa 30% de matéria prima processada, é necessário, portanto buscar uma utilização para esse resíduo.

Foi observado que praticamente todas as unidades produtoras de farinha apresentam dificuldades em relação à gestão dos resíduos. A manipueira era frequentemente depositada em valas escavadas no chão a céu aberto, ou despejada diretamente no pátio das propriedades. O material sólido (cascas e pontas da raiz) era depositado em áreas próximas as casas de farinha. Nestas condições é um problema de contaminação ambiente, além de que há proliferação de insetos te em relação aos odores emitidos e à contaminação do ambiente.

O descarte inadequado é um problema porque em 2017, o Estado do Pará produziu cerca de 5,2 milhões de toneladas de raízes, das quais 4,3 milhões de toneladas (90% da produção) foram destinadas a fabricação de farinha de mesa, que permite estimar que fossem gerados cerca de um milhão de metros cúbicos de manipueira, com elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO), variando entre 14.000 a 34.000 mg/L, lançados, indevidamente, no solo e nos pequenos cursos d' água. Esses dados fazem com que a manipueira não tratada seja considerada como um dos resíduos agroindustriais agressivo ao ambiente.

A disposição desse efluente, energeticamente não esgotado e que apresenta uma alta toxicidade, em corpos d'água, acarreta prejuízos de ordem ambiental, uma vez que diminui a disponibilidade aquática de oxigênio (WOSIACKI, 2002, CEREDA *et al*. 2002).

4.3 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA MANIPUEIRA

As características físico-químicas da manipueira advêm de vários fatores tais como: variedade de mandioca utilizada no processo de fabricação de farina, o tipo de solo do local onde é cultivada, as condições climáticas e o processo de extração.

Os resultados das análises físico-química realizadas nas amostras de manipueira coletada nas duas casas de farinha de mandioca na comunidade Cucurunã estão listados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Resultados das análises físico-química das amostras de manipueira.

ANÁLISE	RESULTADOS
DQO	67.711,21 mg/L^{-1}
DBO_5	7.874,00 mg/L^{-1}
pH	4,3
Cianeto	22,31 mg/L
Temperatura	25,16 ºC

4.3.1 - Demanda química de oxigênio – DQO

As amostras da manipueira da produção de farinha na comunidade de analisadas apresentaram em média o conteúdo de matéria orgânica expressa em DQO de 67.711,21 mg/L^{-1} em média. MELO et. al (2005) obteve valor de DQO de 16.020 mg/L, BARRETO *et al*. (2014) encontrou o valor DQO 82.871,10 mg/L. GARCIA *et al*. (2014) encontrou o valor de 724, 66 mg/L, SILVA *et al*. (2003) encontrou valores médio de 8.861,6 mg/L e 4.688,3 mg/L para duas amostras com intervalo de análises os valores, TSCHOEKE *et al*. (2017) encontrou o valor 158.347 mg/L, e CAMILI (2007) encontrou o valor de 55,10 mg/L. Todos esses resultados foram obtidos utilizando manipueira de fabricação de farinha de mesa e descrito na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 - Resultados comparativo das análises do conteúdo orgânico expressa em DQO.

AUTORES	ANO	DQO
TAVARES	2018	67.711,21 mg/L
MELO *et al*.	2005	16.020 mg/L
BARRETO *et al*.	2014	82.871,10 mg/L
GARCIA *et al*.	2014	724, 66 mg/L
SILVA *et al*.	2003	8.861,6 mg/L e 4.688,3 mg/L
TSCHOEKE *et al*.	2017	158.347 mg/L
CAMILI	2007	55,10 mg/L

A Tabela 4.2 demonstra uma variação expressiva entre os autores e um valor médio equivalente da amostra extraída do estudo na comunidade de Cucurunã.

Entretanto, a legislação brasileira não determina o valor máximo permitido para DQO em lançamento de efluentes industriais, contudo os valores determinados demonstraram a presença de elevada carga poluidora (BRASIL, 2005).

4.3.2 - Demanda bioquímica de oxigênio – DBO

As análises do DBO_5 para o efluente manipueira, sem tratamento da fabricação de farinha na comunidade Cucurunã obteve como resultado o valor médio de 7.874,00 mg/L^{-1}. MELO *et al*. (2005) encontrou valor médio de 8.844 mg /L. BORGUETTI (2009) em seu trabalho desenvolvido com manipueira sem tratamento, obteve valores de DBO_5 variaram de 2.400,53 mg/L a 6.180 mg /L, MELO (2010) informa que os valores de DBO_5 encontrados ficou na faixa de 14.000 mg./L a 34.000 mg/L O valor DBO 44.624,20 mg/L, foi encontrado por BARRETO *et al*. (2014), SILVA *et al*. (2003) encontrou valores médio para duas amostras com intervalo de análises os valores de 2.802,8 mg/L e 2429,8 mg/L, TSCHOEKE *et al*. (2017) encontrou o valor 108.354 mg/L, descrito na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 - Resultados comparativo das análises do efluente manipueira sem tratamento expressada em DBO_5.

AUTORES	**ANO**	**DBO5**
TAVARES	2018	7.874,00 mg/L
MELO *et al.*	2005	8.844 mg /L.
BORGUETTI COM E SEM TRATAMENTO	2009	2.400,53 mg/L a 6.180 mg /L.
MELO	2010	14.000 mg./L a 34.000 mg/L
BARRETO *et al.*	2014	44.624,20 mg/L.
SILVA *et al.*	2003	2.802,8 mg/L e 2429,8 mg/L.
TSCHOEKE *et al.*	2017	108.354 mg/L.

Os resultados obtidos por esses autores permitem observar que existe uma grande variação no valor de DBO_5 para a manipueira sem tratamento e que o resultado obtido pela análise realizada na manipueira obtida nas casas de farinha da comunidade de Cucurunã está em consonância com alguns autores e com outros acima ou abaixo dos

valores. Isso reforça a ideia de que a DBO da manipueira está vinculada a diversos fatores.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio é o parâmetro mais usual de medição de poluição orgânica aplicado às águas residuárias. É a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbica para uma forma inorgânica estável (SILVA *et al*. 2003).

4.3.3 - Medidas de pH

Os valores de pH medidos para o efluente manipueira sem tratamento foi de 4,3. A Resolução do CONAMA 430/2011 estabelece valores de pH entre 5,0 e 9,0 para lançamento de efluentes nos cursos de águas naturais. Neste trabalho o pH foi apenas coletado para determinação, não foram observados os parâmetros de correção para que a manipueira ficasse nas condições de ser lançada em corpos hídricos. Observa-se que o pH obtido permite concluir que nestas condições a manipueira não atende as exigências dessa resolução, sendo assim não pode ser deposita no leito dos rios sem causar prejuízos ambientais.

BARRETO *et al*. (2014) analisando a manipueira para a utilização como adubo na agricultura do milho no estado de Pernambuco obteve o pH de 5,83, também em Pernambuco, DUARTE *et al*. (2013) estudando a manipueira como alternativa à adubação mineral encontrou o pH de 4,08. CAMILI (2007) encontrou valor de 5,91 para a manipueira a ser utilizada como matéria prima em flotadores pilotos. CEREDA (2001) em suas pesquisas sobre o uso e tratamento da manipueira obteve o valor de 6,27. CARDOSO (2004) que obteve o pH para a manipueira diluída de 3,60 na temperatura de 23º C, assim como TSCHOEKE (2017) que encontrou o valor médio de 3,96 de pH. FIORETTO (2001) encontrou os seguintes valores de pH para quatro diferentes amostras: 3,3; 3,9; 4,0 e 4,2. BARROS *et al*. (2008) encontraram o valor de pH 3,6.

Percebe-se nas pesquisas realizadas que existe discordância entre os resultados, o que pode ser justificado pelos diversos parâmetros em relação a obtenção da manipueira. Segundo OLIVEIRA (2013), o valor de pH ideal desse efluente para ser depositado em rios devem estar entre 5-9.

4.3.4 - Temperatura

A temperatura medida para manipueira foi de 25 a 16°C. Os dados de temperatura é um dos requisitos para que a água da mandioca possa ser despejada no rio, e esta temperatura deve ser inferior a 40ºC quando esta água for introduzida no corpo hídrico não deve elevar a temperatura do mesmo acima de 3ºC. Pelo observado a temperatura tanto na manipueira encontram-se na faixa admissível para ser introduzida em corpo hídrico.

4.3.5 - Material flutuante

O material flutuante foi avaliado visualmente, a amostra do efluente foi coletada em um frasco de vidro, cuja transparência permitiu verificar se a amostra apresentava algum tipo de material flutuante. No efluente sem tratamento foi observado pequenas partículas de cascas e grãos de areia.

4.3.6 - Cianeto

As análises do cianeto livre para o efluente manipueira, sem tratamento da fabricação de farinha na comunidade Cucurunã obteve como resultado o valor médio de 22,31 mg/L. Nas análises realizadas por GARCIA *et al*. (2014) encontrou o teor médio de 37,30 mg/L para a manipuiera de casas de farinha. NEVES *et al*. (2014) avaliando os teores médios de cianeto livre na manipueira detectou no dia da coleta o valor de 129,00 mg/L^{-1} e após 20 dias de armazenamento sem nenhum tratamento esse teor caiu para 20,66 mg/L^{-1}. CAMPOS *et al*. (2006) avaliando a eficiência na redução da carga poluidora de lagoas de tratamento de resíduos líquidos de fecularia obteve teor de 48,9 mg/L. BARAMA (2000) encontrou o valor de 83,86 mg/L^{-1} para o teor cianeto.

Existem várias alternativas de processo para remover ou diminuir o grau cianeto presente na manipueira, dentre as quais destacam-se confinamento e estabilização da manipueira sobre ação natural em um tanque em que o ácido cianídrico é volatilizado em torno de 5 dias; lagos de contenção, nos quais o cianeto deteriora-se ou é decomposto por ação bacteriana, diminuindo as concentrações excessivas com o tempo; tratamento da manipueira por digestão anaeróbia com produção de biogás em biodigestores, como por exemplo o biodigestor de leito fixo (CAMILI, 2007,

CONCEIÇÃO, 1981, MELO, 2010) cita que a eliminação total ou parcial do conteúdo de HCN da mandioca, pode ser realizada por desidratação artificial com temperaturas superiores a 40°C, a cocção em água ou ainda com desidratação por radiação solar.

De acordo com OLIVEIRA (2007) os glicosídeos cianogênicos são instáveis e podem facilmente ser degradados sob elevadas temperaturas e ou atividade enzimática. A concentração de cianeto é reduzida através da evaporação do ácido cianídrico, que ocorre acima de 25ºC. O que podemos afirmar que ocorre na Amazônia e para o experimento em questão pois a temperatura varia de 28 a 34°C.

Percebe-se pelos valores obtidos neste trabalho e os encontrados na literatura que com as condições de armazenamento aliados ao tempo de repouso da manipueira o teor de cianeto reduz para as condições em que esse resíduo perde a característica poluidora em relação ao teor de cianeto.

4.4 - POTENCIALIDADES DA MANIPUEIRA COMO ADUBO ORGÂNICO

O processo artesanal de beneficiamento das raízes de mandioca para obtenção de farinha de mesa na comunidade do Cucurunã Santarém/PA, tem como matéria prima: mandiocas mansas (macaxeira) e bravas (mandioca). Essa junção de material propicia características especificas para a manipueira obtida pela comunidade de Cucurunã Santarém/PA.

A literatura apresenta uma gama de estudos mostrando as potencialidades da manipueira como adubo orgânico, assim como apresenta metodologias que se forem observados os tratamentos sugeridos, tem-se um adubo orgânico de qualidade, com baixo custo.

Em 2017, o Estado do Pará produziu cerca de 5,2 milhões de toneladas de raízes, das quais 4,3 milhões de toneladas (90% da produção) foram destinadas a fabricação de farinha-de-mesa, sendo estimado que foram gerados cerca de 1 milhão de metros cúbicos de manipueira, com elevada demanda bioquímica de oxigênio (DB0), como comprovado no resultado encontrado nesta pesquisa, 7.874,00 $mg/L^{-1,}$ que se são lançados, indevidamente, no solo e nos pequenos cursos d' água. Esses dados fazem com que a manipueira não tratada seja considerada como um dos resíduos agroindustriais mais agressivos ao ambiente, mas o mesmo possui nutrientes que a tornam como uma grande solução para as pequenas produções.

Para entendermos as riquezas contidas nos resíduos das casas de farinha, a EMBRAPA realizou diversas pesquisas que demonstram a presença efetiva dos nutrientes contidos na manipueira.

Estudos avaliaram a composição química da manipueira e concluíram que a mesma possui nutrientes que lhe confere potencial como adubo orgânico, haja visto alto teor de potássio (K), nitrogênio (N), magnésio (Mg), fósforo (P), cálcio (Ca), enxofre (S) e outros micronutrientes (ARAGÃO e PONTE, 1995, BOTELHO *et al*. 2009, CARDOSO, 2005, CORDEIRO, 2006). Solos com baixa fertilidade podem ter melhorias de produtividade com a utilização de manipueira como fertilizante (FERREIRA *et al*., 2001, JESUS, 2012). O uso de manipueira como fertilizante alternativo em pastagem obteve bons resultados, com a capacidade de lotação do pasto em triplicata (GAMEIRO *et al*. 2003). A manipueira pode atuar como fonte de controle de insetos e pragas, como formigas e doenças que atacam as lavouras (FREIRE, 2001, INOUE, 2008). Possui efeito nematicida, diminuindo o número de galhas e massa de ovos, fato observado por DAMASCENO et. al. (2008).

Nos trabalhos publicados por LAMAISON (2009), GIONGO (2011) e DUARTE (2012) todos relatam os benefícios proporcionados ao solo pela fertirrigação com a manipueira, pois ela é rica em vários nutrientes como Potássio (K), Nitrogênio (N), Magnésio (Mg), Fósforo (P), Cálcio (Ca) e Enxofre (s), ela pode ser também utilizada para a fertilização de folhas. A adubação de solos de baixa fertilidade com manipueira possibilita ao agricultor obter produtividades semelhantes àquelas alcançadas com adubação mineral e com número maior de cultivos sucessivos na mesma área a baixo custo (MELO, 2010).

Os dados referentes à relação entre volume de manipueira produzido e quantidade de raízes processadas, fornecidos pelas indústrias, são bastante contrastantes, devido as diferentes diluições às quais ela é submetida, durante o processo de beneficiamento das raízes. Porém, conforme estimado por FIORETTO (1994), os resíduos líquidos, resultantes da fabricação de farinha de mesa, podem atingir 300 L de manipueira pura e 1000 L de águas de lavagem, por cada tonelada de raízes processadas. Considerando-se que a produção de raízes de mandioca no Estado do Pará, em 2007 foi cerca de 5.217.000 t de raízes (IBGE, 2008), das quais 4.695.300 t (90 % da produção), são destinadas à fabricação de farinha de mesa, pode-se estimar que foram gerados, no processo de beneficamente da mandioca, apenas no ano de 2007, 1.408.590 m³ de manipueira, no Pará.

Segundo CAMARGO (2012) o resíduo orgânico quando utilizados de forma adequada, auxiliam na conservação química, física e biológica dos solos, sendo uma alternativa ao uso de fertilizantes químicos que ao ser tratada com metodologias simples e a baixo custo a tornam o uma grande solução como adubo para as pequenas produções.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 - CONCLUSÕES

Foram identificadas 13 casas de farinha de mandioca, na comunidade de Cucurunã nestas o processo produtivo é realizado de dois modos, processo semi mecanizado e o totalmente artesanal, que realiza o processo produtivo em mutirão. Os membros das famílias se envolvem no processo em alguma das etapas, ou em todas.

Segundo a pesquisa realizada a comunidade de Cucurunã possui aproximadamente 130 famílias possuindo tradição na produção de farinha local, a mesma já teve seu destaque sendo a comunidade de maior produção de farinha na região e considerada a melhor, hoje perdeu seu posto para a comunidade de Boa Esperança. Os comentários afirmam que o mesmo se dá pelo avanço da idade dos mesmos e que os mais jovens não querem manter a tradição, diminuído as casas de farinha na comunidade e consequentemente sua produção, relatam que antes a produção de farinha era realizada de forma familiar de uma casa de farinha para cada 2 famílias, e hoje o processo de mutirão mantém a tradição ativa e uni os comunitários promovendo a tradição local através do processo produtivo como principal diferencial o processo semi mecanizado e/ou totalmente artesanal.

A matéria prima para a fabricação de todos os produtores é constituída de raízes de mandioca branca ou mansa (macaxeira) e as raízes de mandioca amarela. A coleta dessas raízes na comunidade é realizada de forma aleatória, com ciclos de cultivos de dois anos na maioria das vezes. É realizada a seleção das raízes de mandioca para o processamento, eliminando as raízes que apresentam partes deterioradas. O recebimento é feito em uma área externa da produção.

As duas casas de farinha selecionadas para o estudo trabalham em processo de mutirão e utilizam o processo artesanal, como todas as casas de farinha da comunidade. O principal diferencial observado foi na etapa de prensagem, onde as prensas utilizadas podem ser semi industrial e por prensagem em tipiti. O processo observado foi por prensagem em tipiti, considerado totalmente artesanal. Os efluentes foram coletados em bacias e depositados diretamente no solo. O resíduo solido é também depositado em área próxima as casas.

Os teores de DBO e DQO obtidos possibilitam dizer que a manipuera obtidas na produção de farinha de mesas na comunidade de Curucunã, apresenta-se em teores elevados para ser depositada no solo em natura. No entanto com tratamentos adequados é possível ser utilizada como nutriente no solo para a agricultura. O resultado de pH quantifica a manipueira como ácida, nessa condição é prejudicial ao solo. Quanto ao cianeto o teor encontrado é alto, fazendo-se necessário a utilização de técnicas para sua eliminação.

Os resíduos agroindustriais são fontes de macro e micronutrientes. A utilização da manipueira por agricultores contribui para a conservação do meio ambiente e aumento do potencial de produção dos seus cultivos agrícolas. O levantamento teórico mostra claramente o potencial da manipueira como adubo. Vários são os relatos de pesquisas utilizando a manipueira como fertilizante.

Os benefícios da adubação utilizando a manipueira é evidenciada pelos vários estudos mostrando sua potencialidade como adubo orgânico, porém, se faz necessário a capacitação aos agricultores quanto tais potencialidade desse resíduo rico em nutrientes.

O efeito e o impacto desse conhecimento é dependente do estado da arte em que se encontram os produtores da comunidade).

O despejo do resíduo e seus impactos direto no solo ou nos cursos d´água não poderão ser mais usados como única solução ou motivo para o equilíbrio da econômico das culturas das comunidades para a produção da farinha. O equilíbrio e a sustentabilidade dessa técnica de produção e seus "impactos" que por si só possuem soluções econômicas e ecológicas devem ser usadas como praticas diárias para atender e manter viva as tradições e gerar renda tanto para as populações tradicionais que fazem uso dessa técnica quanto para as indústrias que em larga escala produzem e geram seus desequilíbrios em prol do progresso.

Sabe-se que esses efluentes gerados são ricos em nutrientes, considerando-se, portanto, a presença destes nutrientes, interessante para o aumento da fertilidade do solo, não sendo, entretanto, para as águas que o aportam, pois representam preocupação ambiental devido a sua relação com o processo de eutrofização, que é a proliferação indesejável de algas que incrementam SST – Sólidos sedimentáveis totais e DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio do efluente.

Segundo WOSIACKI e CEREDA (2002), a manipueira representa potencial poluente devido à grande quantidade de material de origem orgânica esgotado, além da presença dos glicosídeos potencialmente hidrolisáveis a cianeto. Sendo assim, uma das

formas de se evitar a poluição do meio ambiente é utilizar a manipueira na produção do tucupi.

Estudos realizados por CHISTÉ e COHEN (2006) avaliando o tucupi que é o resultado do processo de fermentação e cocção da manipueira, não foram encontrados elevados valores de cianeto total, nesta condição não geraria degradação ou acidez nesse sol.

5.2 - SUGESTÕES

Realizar na comunidade um treinamento de estimulo/ensino para a utilização do resíduo sólido (matéria fibrosa), pois essa matéria fibrosa tem valor comercial para a produção de uma farinha de mandioca com um teor de amido inferior, mas que possui um mercado fiel e com uma remuneração atrativa.

A casca e a o restante da matéria fibrosa pode ser utilizado na incorporação da alimentação animal e ainda como matéria prima para compostagem, proporcionando a incorporação de nitrogênio, potássio e até fósforo como mostra vários trabalhos da EMBRAPA.

Em relação a água de lavagem e a manipueira, elaborar uma cartilha para a comunidade com a linguagem regional dos processos de valorização da manipueira, tornando possível a utilização desse resíduo na irrigação da área de plantio da mandioca, proporcionando uma economia com adubação, visto que os fertilizantes industrializados além de ofensivos são produtos de alto custo para a realidade da produção na comunidade de Curucunã.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT *et al*. **Métodos estándar para el examen del agua y residuales**. 20. ed. Washintgton: APHA, 1998.

AGUIAR, E. B. **Produção e qualidade de raízes de mandioca de mesa (manihot esculenta crantz) em diferentes densidades populacionais e épocas de colheita**. Dissertação de mestrado. 2003. 101 f. Dissertação (Mestrado agricultura tropical e subtropical) – Instituto Agronômico de Campinas.. Campinas, 2003.

ALMEIDA, J., FILHO, J. R. F. **Mandioca: uma boa alternativa para a alimentação animal.** Bahia Agríc., v.7, n. 1, pp. 50-56, 2005.

ARAGÃO, M. L., PONTE, J. J. da. **Uso da manipueira: extrato líquido das raízes de mandioca como adubo foliar**. Ciência Agronômica, v. 26 n. 1 / 2, pp. 45-48, 1995.

BARANA, A. C. **Digestão anaeróbia da manipueira.** IN: Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino-americanas. São Paulo: Fundação Cargill, 2000. Cap. 11.

_____. **Avaliação de tratamento de manipueira em Biodigestores fase acidogênica e metanogênica**. 2000. 105 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista.. Botucatu. 2000.

_____. **Despoluição da manipueira e uso em fertilização do solo.** I Simpósio Nacional sobre a Manipueira. Palestra durante o I Simpósio Nacional sobre a Manipueira. Vitória da Conquista, 2008.

BARRETO, M. T. L. el at. **Desenvolvimento e acúmulo de macronutrientes em plantas de milho biofertilizadas com manipueira. Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiente**, v. 18, n. 5, pp. 487-494, 2014.

BRANCO, S. M. **A dinâmica de populações microbiológicas na estabilidade aeróbica de resíduos orgânicos de feculárias de mandioca.** Revista da Saúde Pública, v.1, n.2, pp. 140-162, 1967.

BRASIL. Instrução Normativa Mapa 25/2011, de 8 de novembro de 2011. **Estabelecer o Regulamento Técnico da Farinha de Mandioca.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.cidasc.sc .gov.br/classificacao/files/2012/08/INM00000052.pdf>. Acesso em: 06 de outubro de 2018, 10h35min.

BENEDETTI, U. G. *et al*. **Gênese, química e mineralogia de solos derivados de sedimentos pliopleistocênicos e de rochas vulcânicas básicas em Roraima, Norte Amazônico.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 35, pp. 299-312, 2011.

BORGUETTI, I. A. **Avaliação do crescimento da microalga Chlorella Minutíssima em meio de cultura com diferentes concentrações de manipueira**. 2009. 103 f. Dissertação (Mestrado em Processos Biotecnológicos) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009.

BORGES, M. F. *et al*. **Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 37, n. 11, pp. 1559-1565, 2002.

BORSZOWSKEI, P. R. *et al*. **Utilização de Manipueira como Adubo Natural Alternativo para a Cultura do Morangueiro (Fragaria x ananassa Duch.).** Revista Brasileira de Agroecologia, v. 4 n. 2, pp. 348-352, 2009.

BOTELHO, S. M., POLTRONIERI, M. C., RODRIGUES, J. E. L. F. **Manipueira: Um adubo orgânico para a agricultura familiar.** Revista Raízes e Amidos Tropicais, v. 5, n. 1, pp. 1111-1116, 2009.

BOURDOUX, P. *et al.* **"Cassava products: HCN content and detoxification processes"**. In: DELANGE, F.; ITEKE, F. B.; ERMANS, A. M. (Coord.) Nutritional factors involved in the goitrogenic action of cassava. Ottawa: IDRC, 1982. pp. 51-58.

CAMARGO, M. S. **A importância do uso de fertilizantes para o meio ambiente.** Pesquisa & Tecnologia, v. 9, n. 2, 2012.

CAMILI, E. A. **Tratamento da manipueira por processo de flotação sem o uso de agentes químicos.** 2007. 91 f. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp. Botucatu, 2007.

CAMPOS, A. T. **Tratamento De Águas Residuárias De Fecularia Por Meio De Lagoas De Estabilização.** Eng. Agríc., v. 26, n. 1, pp. 235-242, 2006.

CARDOSO JÚNIOR, N. S. *et al*. **Efeito do nitrogênio sobre o teor de ácido cianídrico em plantas de mandioca.** Acta Science Agronomy, v. 27, n. 4, pp. 603-610, 2005.

CARDOSO, E. **Uso de manipueira como biofertilizante no cultivo do milho: avaliação do efeito no solo, nas águas subterrâneas e na produtividade do milho**. 67

f. Dissertação (Mestrado em Ciências ambientais) – Universidade do extremo Sul de Santa Catarina. Criciuma, 2005.

_____*et al*. **Uso de manipueira diluída (efluente líquido resultante do processamento da mandioca) em fertirrigação: avaliação do efeito da deposição deste efluente sobre o solo e às águas subterrâneas.** In: Congresso brasileiro de ciência e tecnologia em resíduos e desenvolvimento sustentável, pp. 2513- 2523, Florianópolis, Brasil, 2004.

_____. **Manejo, Uso e Tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca**. São Paulo: Fundação Cargill, 2001.

_____. **O uso da manipueira em Fertirrigação**. São Paulo: Ed. Paulicéia, 2001.

_____. **Resíduos da Industrialização da mandioca no Brasil**. São Paulo: Editora Paulicéia, 1994.

CHAVES, E. R. **Uso da Manipueira como Fertilizante foliar na Cultura da Mandioca (Maninhote sculenta crantz)**. 2014. 32p. Monografia (curso de Agronomia) – Universidade Federal do Maranhão. Chapadinha, 2014.

CHISTÉ, R. C., COHEN, K. O. **Estudo do processo de fabricação da farinha de mandioca.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006.

_____. **Teor de cianeto total e livre nas etapas de processamento do tucupi.** Revista Instituto Adolf Lutz, v. 70, n. 1, pp. 41-46, 2011.

_____ _____; OLIVEIRA, S. S. **Estudo das propriedades físico-químicas do tucupi.** Ciência Tecnologia e Alimento, v. 27, n. 3, pp. 437-440, 2007.

CHON, S. U. *et al.* **Allelopathic potential in lettuce (Lactuca sativa L.) plants.** Scientia Horticulturae, v. 106, pp. 309-317, 2005.

_____ *et al.* **Quantificação de teores de compostos cianogênicos totais em produtos elaborados com raízes de mandioca.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007.

CONCEIÇÃO, A. J. **A mandioca.** 3. ed. São Paulo: Ed. Nobel, 1981.

COSTA, D. C.C., RITZINGER, C. H. S. P. **Nematóides e seu controle.** 1999.

CONAMA. Resolução 357 de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e da outras providencias**. Publicado no Diário Oficial da União. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 18 de maio de 2018, 14h10min.

_____. Resolução 430 de 13 de maio de 2011. **Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes**. Complementa a resolução 357/05. Disponível em <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 21 de maio de 2018, 17h30min.

CORDEIRO, G. Q. **Tratamento de manipueira em reator anaeróbio compartimentado**. 2006. 91f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) –Universidade Estadual Paulista. São Jose do Rio Preto, 2006.

DAMASCENO, J. C. A. *et al.* **Uso da manipueira no manejo do nematóide das galhas.** Bahia: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2008.

DINIZ, M. S.; LEDO, C. A. S. **Uso de manipueira na compostagem na adubação da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz).** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, v. 15., 2013, Salvador, Brasil.

DUARTE, A. M. S. **Uso de diferentes doses de manipueira na cultura da alface em substituição à adubação mineral.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, n.3, pp.262–267, 2012.

DUARTE, A. S. *et al*. **Alterações dos atributos físicos e químicos de um Neossolo após aplicação de doses de manipueira.** R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v. 17, n. 9, pp. 938-946, 2013.

EMBRAPA. **Sistemas de produção de mandioca.** Disponível em: http://sistemasdeprodução.cnptia.embrapa.br//#mandioca>. Acesso em: 7 de março de 2018, 10h40min.

ESSERS, A. J. A. *et al*. **Studies on the quantification of specific cyanogens in cassava products and introduction of a new chromogen.** Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 63, pp. 287-296, 1993.

_____. **Prensagem mecânica de farinha de mandioca**. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/504507/1/it39.pdf.>. Acesso em: 28 de maio de 2018, 08h50min.

FAO. **Faostat**. Disponível em: <http//:www.fao.org>. Acesso em: 06 de novembro de 2018, 14h12min.

FALESI, L. C. *et al*. **Levantamento de reconhecimento dos solos da região bragantina**. IPEAN (Boletim Técnico, 47), 1967.

FENIMAN, C. M. **Carcterização de raízes de mandioca (Manihot esculenta Crantz) do cultivar IAC quanto à cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita**. 2004. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Estadual de São Paulo. Piracicaba, 2004.

FERREIRA, W. A. *et al.* **Manipueira: um adubo Orgânico em Potencial**. Embrapa Amazônia Oriental (Documentos nº 107), 2001.

FIORDA, F. A. *et al.* **Farinha de bagaço de mandioca: aproveitamento de subproduto e comparação com fécula de mandioca.** Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 43, n. 4, pp. 408-416, 2013.

FIORETTO, A. M. C. **A Viabilidade de cultivo de Trichosporon spp. em manipueira**. 1987. 96 f. Dissertação (Mestrado) –Universidade Estadual de São Paulo. Botucatu, 1987.

FIORETTO, R. A. **"Uso da manipueira em fertirrigação"**. In: _____ (Coord.). Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil. São Paulo: Pauliceia, 1994. pp. 51-80.

_____ *et al*. **Manipueira na fertirrigação: efeitos sobre a produção de mandioca (Manihot esculenta Crantz.).** Revista Brasileira de Mandioca, v. 16, n. 2, pp. 149-156, 1997.

_____. **"Uso direto da manipueira em fertirrigação. Série: Culturas de tuberosas Amiláceas Latino Americanas"**. In: _____ (Coord.). Manejo, uso e tratamento de subproduto da industrialização da mandioca. São Paulo: Fundação Cargill, 2000.

_____. **"Uso direto da manipueira em fertirrigação. Série: Culturas de tuberosas Amiláceas Latino Americanas"**. In: _____ (Coord.). Manejo, uso e tratamento de subproduto da industrialização da mandioca. São Paulo: Fundação Cargill, 2001.

FUKUDA, W. M. G.; _____. **Avaliação qualitativa de cultivares de mandioca de mesa.** Revista Brasileira de Mandioca, v. 7, n. 1, pp. 63-71, 1988.

FREIRE, F. C. O. **Uso da manipueira no controle do oídio da serigueleira: resultados e preliminares**. Fortaleza: EMBRAPA, 2001.

GAMEIRO, A. H. *et al*. **A industria do amido de mandioca**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003.

GARCIA, G. O. *et al*. **Características químicas de um solo degradado após aplicação de lodo de esgoto doméstico.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 4, n. 2, pp. 1-12, 2009.

GARCIA, C. A. B. *et al*. Caracterização química do efluente do processamento de mandioca em Sergipe. **XIV Safety, Health and Environment World Congress**, Cubatão, Brasil 20-23 de julho, 2014.

GALLO, D. *et al*. **Manual de entomologia agrícola**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1988.

GIONGO, C. **Produção de ácidos graxos voláteis por biodigestão anaeróbia da manipueira**. 2011. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenheira química) – Universidade do Oeste do Paraná.. Toledo, 2011.

GONZAGA, A. D. *et al*. **Toxicidade de manipueira de mandioca (Manihot esculenta Crantz) e erva-de-rato (Palicourea marcgravii St. Hill) a adultos de Toxoptera citricida Kirkaldy (Homoptera: Aphididae).** Acta Amaz, v. 38, n. 1, pp. 101-106, 2008.

_____. **Potencial de manipueira de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no controle de pulgão preto de citros (*Toxoptera citricida* Kirkaldy, 1907).** Rev. Bras. De Agroec., v. 2, n. 2, pp. 646-650, 2007.

HOSEL, W., BARZ, W. **B-glucosidases from Cicer arientum L.** Eur. Journal Biochemistry, v. 57, n. 2, pp. 607-616, 1975.

IBGE. **Produção agrícola municipal.** Belém, 1999.

_____. **Produção agrícola municipal**: **qualidade e valor da produção, área plantada e colhida**. Disponível em: <http:/www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 19 de março de 2018, 09h30min.

_____. **Censo agropecuário: Brasil**. 1996. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/download/f5756.csv>. Acesso em: 24 de outubro de 2018, 15h17min.

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.

INOUE, K. R. A. **Produção de Biogás, caracterização e aproveitamento agrícola do biofertilizantes obtido na digestão da manipueira**. 2008. 92 f. Dissertação (Pós-graduação em engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa.. Viçosa, 2008.

JESUS, R. M. **Nossos avanços.** Opiniões, 2012. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/145238/1/Homma-alfredo-53-211-1-PB.pdf>. Acesso em: 12 de dezembro de 2018, 12h30min.

LAMAISON, F. C. **Aplicação da água residuária do processamento da mandioca como substrato para a produção de hidrogênio por processo fermentativo**. 2009. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina.. Florianópolis, 2009.

LAMO, P. R., MENEZES, T. J. B. **Bioconversão das águas residuais do processamento de mandioca para produção de biomassa.** Col. ITAL, v. 10, pp.1-14, 1979.

LIMA, J. W. C. **Análise ambiental: processo produtivo de polvilho em indústrias do extremo sul de Santa Catarina**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina.. Santa Catarina, 2001.

MAGALHÃES, C. P**. Estudos sobre as bases bioquímicas da toxidade da manipueira a insetos, nematóides e fungos**. 1993. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Ceará.. Fortaleza, 1993.

MELO, R. F. *et al*. **Alterações físicas e químicas em três solos tratados com água residuária de mandioca.** Irriga, v. 10, n. 4, pp. 383-392, 2005.

MELO, V. S. **Eficiência da manipueira como quelatizante de zinco e seu efeito no crescimento radicular e nutrição mineral na cultura do feijoeiro**. 2010. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal do Sergipe. São Cristóvão, 2010.

MENEGHETTI, C. C., DOMINGUES, J. L. **Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos.** Revista Eletrônica Nutritime, v. 5, n. 2, pp. 512-536, 2008.

NEVES, O. S. C. *et al*. **Persistência do cianeto e estabilização do ph em manipueira.** Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial. v. 08, n. 01: pp. 1274-1284, 2014.

OLIVEIRA, K. R. F. **Processos ecotecnológicos no tratamento de efluentes líquidos de fecularia**. 2007. 111 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2007.

PINTO, P. H. M. *et al*. **Tratamento do efluente líquido de extração de fécula de mandioca (manipueira) por processo de biodigestão anaeróbia.** Congresso brasileiro de mandioca, v. 8, n. 1, pp. 1205-1209, jun. 2009.

PINTO, F. A. *et al*. **Avaliação de diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva no cultivo de alface em substrato.** Revista Agronômica, v. especial, pp. 165-170, 2004.

_____. **Cassareep. An unconventional nematocide.** Cassava Newsletter, v. 12, n. 2, pp. 9, 1988.

_____. **"Uso da Manipueira como insumo agrícola: Defensivo e fertilizante"**. In:_____. Manejo uso e tratamento de subprodutos da Industrialização da mandioca. São Paulo: Fundação Cargill, 2001. Cap. 9.

REZENDE, J. O. **Consequência da aplicação da vinhaça sobre algumas propriedades físicas de um solo aluvial: estudo de um caso**. 1979. .f. Tese (Doutorado em Nutrição de Plantas) – Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1979.

SANTOS, M. H. V. et al. **Uso da Manipueira como fonte de potássio na cultura da alface (Lactuca sativa L.) cultivo em casa-de-vegetação.** Acta. Se., Agron., v. 32, n. 4, pp. 729-733, 2010.

SANTOS, A**. Usos e impactos ambientais causados pela Manipueira na microrregião sudoeste da Bahia-Brasil.** 2008, 15 f. Tese (Doutorado em Planificação Territorial e Gestão Ambiental) – Universidade de Barcelona.. Barcelona, 2008.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Como usar corretamente a manipueira**. 2014. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/como-usar-corretamente-a-manipueira,f5f936627a963410VgnVCM1000003b74010aRCRD>. Acesso em: 08 de março de 2019, 22h45min.

_____. **O Aproveitamento Sustentável da Manipueira**. 2009. Disponível em: <http://cerat.unesp.br/Home/RevistaRAT/artigos/159%20APROVEITAMENTO%20SUSTENT_VEL%20DA%20MANIPUEIRA.pdf>. Acesso em: 20 de novembro de 2018 14h45min.

SILVA, F. C. (org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: EMBRAPA, 2016.

SILVA, F. F. *et al*. **Impacto da aplicação de efluente maturado de feculária de mandioca em solo e na cultura do sorgo.** Acta Scientiarum: Agronomy, v. 26, n. 4, pp. 421-427, 2004.

_____. **Flutuação das características químicas do efluente industrial de fecularia de mandioca.** Acta Scientiarum: Agronomy, v. 25, n. 1, pp. 167-175, 2003.

SILVA, K. E. *et al*. **Controle agroecológico do ácaro branco (Polyphagotarsonemus latus, Banks) no pinhão manso (Jatropha curcas L) com diferentes dosagens de urina de vaca e manipueira.** In: Resumos do VII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Fortaleza/CE – 12 a 16/12/2011. v. 6, n. 2, pp. 1-5, 2011.

SOBRINHO, P. A. **"Auto definição dos corpos d'água"**. In: _____. Curso: Poluição das águas. São Paulo: CETESB/ABES/BNH, 1975. Cap. 8, pp. 6-9.

SOUZA, A. S. "Seleção e preparo do material de plantio". In: MATTOS, P. L. P. de; GOMES, J. de C. (Coords.). **O cultivo da mandioca**. Embrapa Mandioca e Fruticultura (Circular técnica, 37), 2000.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

TSCHOEKE, I. C. P. *et al*. **Análise da carga orgânica da manipueira em casas de farinha.** Revista Brasileira de Agrotecnologia, v. 7, n. 2, pp. 288-232, 2017.

VALLE, T. L. *et al*. **Conteúdo cianogênico em progênies de mandioca originadas do cruzamento de variedades mansas e bravas.** Bragantia, v. 63, n. 2, pp. 221-226, 2004.

VIEIRA, L. S., SANTOS, P. C. T. **Amazônia, seus solos e outros recursos naturais**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987.

_____. **Ocorrência e formas de fósforo em solos da Amazônia Brasileira**.: IICA, 1966. 110 f. Tese (Magister Scientiae) – Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura.. Turrialba, 1966.

WOSIACKI, G., CEREDA, M. P. Valorização de resíduos de processamento da mandioca. **Publication UEPG**, v. 8, n. 1, pp. 27-43, 2002.