



UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E  
AMBIENTAL

Juliana Maria Medrado de Melo

**AGROINDÚSTRIA DA MANDIOCA:**

Mapeamento de resíduos e consumo de recursos naturais na  
produção de farinha de mesa.

Juazeiro – BA  
2014

Juliana Maria Medrado de Melo

**AGROINDÚSTRIA DA MANDIOCA:**

Mapeamento de resíduos e consumo de recursos naturais na  
produção de farinha de mesa.

Trabalho apresentado à Universidade Federal do Vale do São Francisco, UNIVASF, Campus II, Juazeiro-BA, como requisito a obtenção de título de Bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental.  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. M.Sc. Miriam Cleide de Cavalcante Amorim

Juazeiro – BA  
2014

UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E  
AMBIENTAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

Juliana Maria Medrado de Melo

**AGROINDÚSTRIA DA MANDIOCA:**

Mapeamento de resíduos e consumo de recursos naturais na produção  
de farinha de mesa.

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial para  
obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Agrícola e Ambiental, pela  
Universidade Federal do Vale do São  
Francisco.

Aprovado em: \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Banca Examinadora



Profª. M.Sc. Miriam Cleide de Cavalcante Amorim – UNIVASF



Profª. D.Sc. Vanessa Polon Donzeli – UNIVASF



Pesquisadora D.Sc. Paula Tereza de Souza e Silva – EMBRAPA Semiárido

	Melo, Juliana M. M. de
M528a	Agroindústria da Mandioca: mapeamento de resíduos e consumo de recursos naturais na produção de farinha de mesa / Juliana Maria Medrado de Melo. - - Juazeiro-BA, 2014. XII, 63f. il. 29 cm.
	Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus de Juazeiro, Juazeiro-BA, 2014.
	Orientadora: Prof. <sup>a</sup> MSc. Miriam Cleide Cavalcante de Amorim.
	1. Mandioca – beneficiamento. 2. Produção de farinha - resíduos. I. Título. II. Amorim, Miriam Cleide C. de III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.
	CDD 633.682

*Ao Meu Deus*

*“Não tenho palavras para agradecer a sua  
bondade, dia após dia me cercas com fidelidade.  
Nunca me deixes esquecer que tudo o que tenho,  
tudo o que sou, o que vier a ser, vem de ti  
SENHOR. Dependendo de Ti, preciso de Ti, sozinha  
nada posso fazer”.*

*A minha família,  
em especial a meus pais, Maria Medrado e João Romualdo.*

*Meus tesouros!*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a Deus, pela força e coragem durante toda esta longa caminhada.

Aos meus pais João Romualdo e Maria Medrado, e ao meu irmão João Felipe, que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

A toda minha família pelo carinho, pelos investimentos e incentivos. Em especial a minha vizinha, Elizabete, ao meu vizinho, José Medrado (*in memoriam*), a minha tia avó, Abigail, e a minha segunda mãe, Norma Maria, que com muito carinho, sempre me incentivaram nessa etapa da minha vida.

A minha orientadora Miriam Cleide, pelos ensinamentos, pela paciência e incentivo. Com seu jeitinho meigo e um faro incrível de identificar algo errado na execução dos nossos trabalhos, me mostrou que os erros são apenas uma oportunidade para recomeçar com mais sabedoria.

A toda equipe do Laboratório de Engenharia Ambiental da UNIVASF, sem o esforço e a dedicação de vocês não seria impossível a realização desse trabalho. Em especial a Damiana, obrigada pela paciência, por ter me enriquecido de conhecimentos, pelo incentivo, pela força e principalmente pelo carinho.

À UNIVASF, ao Colegiado de Engenharia Agrícola e a todos os professores do curso, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e na aquisição do conhecimento que me permitiu chegar até aqui e desenvolver este trabalho.

Ao meu amado Iug Lopes, pelo carinho, pela constante dedicação, paciência, pela ajuda na execução desse trabalho, sempre presente, auxiliando-me nos momentos mais difíceis, cuidando para que nada me faltasse nem me desviasse deste alvo, reconhecendo a importância desta realização em minha vida.

Os meus irmãos e minhas irmãs de coração Érika, Valéria, Iriany, José Antunes Tayron Juliano e Rodolfo. Deus colocou anjos na minha vida, para que essa minha caminhada se tornasse mais fácil.

Aos meus amigos de UNIVASF, COMPANHEIROS MARAVILHOSOS, que mesmo com diferenças de personalidades e pensamentos, escolhemos uns aos outros para dividir a vida durante esse tempo, e foi uma linda e inesquecível caminhada juntos! Antunes (Baixinho), Tayrinho (Galeguinho), Fellipe, Simone, Naedja, Fábio, Juliana Ribeiro, Vanderléia, Maria Raquel, Anne Kallyne, Crís, Marcelo, Roberta, Daniele, Gabriela, Reinaldo...

Aos proprietários e trabalhadores das casas de farinha. Batalhadores, incansáveis, que mesmo tendo que enfrentar um dia inteiro de intenso trabalho nos receberam com todo carinho e atenção. Em especial a Adailton Medrado, D. Rita, Seu Pedro, Pedro coalhada e seu José (*in memoriam*).

A EMBRAPA Semiárido, pela oportunidade de estágio que me possibilitou executar esse trabalho, a pesquisadora D.Sc. Paula Tereza e a toda equipe do Laboratório de Química Ambiental.

*"O importante não é ver o que ninguém nunca viu, mas sim, pensar o que ninguém nunca pensou sobre algo que todo mundo vê".*

*(Arthur Schopenhauer)*

MELO, J. M. M. **AGROINDÚSTRIA DA MANDIOCA: Mapeamento de resíduos e consumo de recursos naturais na produção de farinha de mesa.**2014. 63 f. Monografia, Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Juazeiro-BA.

## RESUMO

As casas de farinha fazem parte da cultura dos nordestinos e desempenham um papel fundamental para o desenvolvimento do país, pois ao gerem renda, propiciam a diminuição das desigualdades sociais e propicia a permanência dos indivíduos em sua terra natal, reduzindo o êxodo para grandes cidades. Durante as etapas da produção da farinha de mandioca são gerados uma expressiva quantidade de resíduos sólidos, líquidos e emissões atmosféricas, que quando dispostos inadequadamente, podem trazer transtorno ao produtor e danos ao meio ambiente. O objetivo do trabalho foi identificar e georreferenciar casas de farinha na região nordeste. Além de identificar as fontes e consumo de recursos naturais, identificar os resíduos gerados nas etapas do processo de fabricação da farinha de mandioca, bem como a sua destinação, caracterizar a manipueira gerada nessas agroindústrias quanto a sua composição físico-química e microbiológica, e realizar um estudo a degradabilidade natural desse efluente líquido. Os resíduos identificados foram, as folhas e ramas, cascas/raspas, crueira e cinzas da fornalha, água de lavagem das raízes e telas, e a manipueira. Foi observado que esses resíduos eram descartados em corpos receptores sem nenhuma forma de manejo e/ou tratamento prévio. Os subprodutos da mandioca beneficiada, para produção da farinha, eram aproveitados na forma de ração animal e adubação orgânica. Em alguns casos, esses resíduos eram comercializados. Na caracterização físico-química, foram encontrados altos teores de cianeto e uma alta carga orgânica presente nas amostras de manipueira. As análises microbiológicas indicaram contaminação por agentes causadores de parasitoses intestinais em homens e animais. O estudo de degradabilidade natural da manipueira, armazenada por um período de 30 dias, promoveu a queda do pH de 4,72 para 3,2. O OD apresentou uma queda de 5,82 mg/L para 3,2 mg/L, ou seja, uma redução de 45%. A alcalinidade reduziu 40% do primeiro para o trigésimo dia de armazenamento. As remoções foram significativas para nitrogênio, fósforos e sólidos totais, que foram respectivamente, 85% 92% e 70,4%. A remoção de DBO e cianeto livre, foram de 17% e 68% respectivamente, porém, não foram suficientes para enquadramento desse efluente na resolução CONAMA Nº 430/2011. A relação DQO/DBO no primeiro, decimo quinto e trigésimo dia apresentaram valores respectivos de 1,46; 1,52 e 1,24. Com os dados obtidos, tanto na caracterização quanto no estudo de degradabilidade da manipueira, sugere-se estudos específicos para identificar a melhor forma de manejo para o aproveitamento desse resíduo. O presente trabalho comprova a necessidade de tratamentos biológicos que promovam uma maior remoção das cargas poluidoras desse efluente em um menor intervalo de tempo, considerando a expressiva quantidade que esse resíduo é produzido.

**Palavras-chave:** Casa de farinha, Beneficiamento, Resíduos.

MELO, J. M. M. **AGROINDUSTRIES OF CASSAVA: Mapping waste and consumption of natural resources in the production of table flour.** Juazeiro-Ba. 2014. 63 f. Monograph, Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, Juazeiro-BA.

#### ABSTRACT

The flour mills are part of the culture of the northeastern and are fundamental to the country's development role, as to generate income, decreases social inequalities, and promotes the continuous engagement of individuals in their homeland, reducing the exodus to major cities. During the stages of production of cassava flour, are generated a significant amount of solid, liquid waste and emissions, which when improperly disposed, can bring disorder to the producer and damage to the environment. We performed a exploratory study using a descriptive approach, which aimed to identify the waste generated by industries, and form of final disposition thereof. The work also aimed, a study of characterization and natural degradability of cassava, reported in the literature as effluent of high pollution potential, and identification of natural resources used. The following residues were identified, the leaves and stems, peel / zest, and crueira ashes of the furnace, the wash water from the roots and screens and cassava. It was observed that these wastes were disposed in receiving bodies without any form of management and / or prior treatment. The by-products of cassava processed for production of flour, were availed in the form of animal feed and organic fertilizer. In some cases these residues were marketed. In physicochemical characterization, high levels of cyanide and large amounts organic materials present in the samples of cassava were found. Microbiological analysis indicated contamination by agents of intestinal parasitic infections in man and animals. The study of natural degradability of cassava stored for a period of 30 days, caused a decrease in pH from 4.72 to 3.2. OD showed a decrease of 5.82 mg / L to 3.2 mg / L, ie a reduction of 45%. The alkalinity decreased 40% from the first to the thirtieth day of storage. The removals were significant for nitrogen, phosphor and total solids, which were respectively 85% 92% and 70.4%. The BOD removal and free cyanide, were 17% and 68% respectively, however, were not sufficient for classification of the effluent in CONAMA Resolution No. 430/2011. The COD / BOD ratio in the first, fifteenth and thirtieth days showed respective values of 1.46, 1.52 and 1.24. With the data obtained in both the characterization and the study of degradability of cassava, it is suggested to identify the specific best management for the utilization of such waste studies. The present study demonstrates the need for more biological treatments that promote greater removal of the effluent pollutant loads in a shorter time, considering the significant amount that this residue is produced.

**Key-words:** Flour mill, Beneficiation, Waste.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Fluxograma do processamento da mandioca para fabricação de farinha, especificando os recursos naturais utilizados e os resíduos gerados em cada etapa. ....	19
<b>Figura 2:</b> Localização das cidades e estados onde encontravam-se as casas de farinha visitadas.....	25
<b>Figura 3:</b> Camada do efluente armazenado onde eram feito a retirada da amostra para a análise. ....	29
<b>Figura 4:</b> Condições precárias de infraestrutura. Localidade, Pau Ferro. ....	32
<b>Figura 5:</b> Falta de estruturas de isolamento com o meio externo. Localidade, Barra Franca. ....	32
<b>Figura 6:</b> Fornalha inadequada para o ambiente de trabalho. Localidade, Pau Ferro. ....	32
<b>Figura 7:</b> Fornos a lenha sem o controle da fumaça gerada. Localidade, Marcolândia. ....	32
<b>Figura 8:</b> Resto da cultura (folhas e ramas) deixados no campo, para serem incorporados ao solo. Localidade, Araripina.....	33
<b>Figura 9:</b> Cultivo da mandioca e outras culturas, aproveitando da água que ainda restava no açude que atende as necessidades da comunidade local. Localidade Pau Ferro.....	33
<b>Figura 10:</b> Formas de destinação final das folhas e ramas geradas no processamento da mandioca. Considerando que apenas, 4 casas de farinha produziam este resíduos. ....	34
<b>Figura 11:</b> Cascas e raspas de mandioca disposta no solo para alimentação animal. Localidade, Pau Ferro.....	34
<b>Figura 12:</b> Armazenamento inapropriado do resíduo gerado. Localidade, Barra Franca. ....	34
<b>Figura 13:</b> Formas de disposição finais das cascas e ramas geradas no processamento...	35
<b>Figura 14:</b> Fase de peneiramento. ....	36
<b>Figura 15:</b> Resíduo Sólido Gerado, Cruera. ....	36
<b>Figura 16:</b> Armazenamento das cinzas após ser retirada dos fornos. ....	37
<b>Figura 17:</b> Resíduo descartado no solo.....	37
<b>Figura 18:</b> Recipiente utilizado a lavagem das telas. Local: Barra franca.....	38
<b>Figura 19:</b> Recipiente de lavagem das raízes. Local: Araripina. ....	38
<b>Figura 20:</b> Método improvisado de armazenamento e condução do efluente. Local: Barra Franca. ....	38
<b>Figura 21:</b> Tonéis utilizados na armazenagem da manipueira para fermentação, antes de ser fornecida como ração animal. Local: Pau Ferro.....	38
<b>Figura 22:</b> Condições de insalubridade no ambiente exposto ao descarte do efluente diretamente no solo. Localidade, Várzea da Roça. ....	39
<b>Figura 23:</b> Buraco criado no solo para o descarte direto da manipueira gerada. Localidade Pau Ferro.....	39
<b>Figura 24:</b> Tanque de equalização, manipueira em processo de fermentação.....	40
<b>Figura 25:</b> Manipueira armazenada em tanque de equalização. ....	40
<b>Figura 26:</b> Lagoa criada para descarte do efluente produzido no município de Marcolândia .....	40
<b>Figura 27:</b> Lagoa destinada ao descarte do efluente.....	40
<b>Figura 28:</b> Sanitários próximo ao local de processamento da mandioca. ....	47
<b>Figura 29:</b> Área de lazer próximo à casa de farinha (orla da cidade). Muros baixos.....	47
<b>Figura 30:</b> Valores de O.D. e pH em função do tempo de armazenamento. ....	49
<b>Figura 31:</b> DQO em função do tempo de armazenamento. ....	49
<b>Figura 32:</b> DBO em função do tempo de armazenamento.....	50
<b>Figura 33:</b> Alcalinidade em função do tempo de armazenamento. ....	51
<b>Figura 34:</b> Valores de Fósforo e Nitrogênio em função do tempo de armazenamento. ....	52
<b>Figura 35:</b> Teor de sólidos totais em função do tempo de armazenamento.....	53
<b>Figura 36:</b> Relação DQO/DBO em função dos dias de armazenamento.....	54

<b>Figura 38:</b> Grande quantidade de lenha utilizado na fabricação da farinha. ....	55
<b>Figura 39:</b> cisterna utilizada para o armazenamento de água. ....	55

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Dados Nutricionais da Raiz. ....	16
<b>Tabela 2:</b> Caracterização da manipueira encontrada em literatura. ....	22
<b>Tabela 3:</b> Padrões de lançamento de efluentes estabelecidos pela resolução CONAMA 430/2011. ....	23
<b>Tabela 4:</b> Métodos utilizados nas análises das amostras de manipueira coletadas. ....	27
<b>Tabela 5:</b> Parâmetros analisados em função do tempo de armazenagem. ....	29
<b>Tabela 6:</b> Localidade das casas de farinha visitadas. ....	30
<b>Tabela 7:</b> Classificação das casas de farinha visitadas. ....	31
<b>Tabela 8:</b> Composição físico-química das amostras de manipueira das casas de farinha visitadas. ....	42
<b>Tabela 9:</b> Resultados das Análises microbiológicas. ....	46
<b>Tabela 11:</b> Características físico-químicas e microbiológicas da manipueira, submetida a degradação em função do tempo de armazenamento. ....	48
<b>Tabela 12:</b> Redução, em porcentagem, do efluente no 15 <sup>o</sup> e 30 <sup>o</sup> dia após o 1 <sup>o</sup> dia de armazenamento. ....	53
<b>Tabela 13:</b> Valores da relação DQO/DBO. ....	54

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	OBJETIVO GERAL .....	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1	CULTURA BRASILEIRA DE MANDIOCA .....	15
2.2	AGROINDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DA MANDIOCA PARA FABRICAÇÃO DE FARINHA.....	16
2.3	RESÍDUOS GERADOS NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DA FARINHA .....	18
2.4	LEGISLAÇÕES AMBIENTAIS.....	23
2.5	PROCESSOS PRODUTIVOS AGROINDUSTRIAIS E RACIONALIDADE AMBIENTAL .....	23
3	MATERIAIS E MÉTODOS .....	24
3.1.	PESQUISA DE CAMPO E GEORREFERENCIAMENTO DAS CASAS DE FARINHA ..	25
3.2	CARACTERIZAÇÃO DAS CASAS DE FARINHA E IDENTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS E DOS RECURSOS NATURAIS EXPLORADOS. ....	25
3.3	COLETA E ANÁLISES DA MANIPUEIRA .....	26
3.4	ESTUDO DE DEGRADABILIDADE NATURAL DA MANIPUEIRA .....	28
3.5	ANÁLISE DE DADOS .....	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
4.1	CLASSIFICAÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO DAS CASAS DE FARINHA VISITADAS.....	30
4.2	CONDIÇÕES DE INFRAESTRUTURA .....	31
4.3	PRODUÇÃO E DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS .....	33
4.4	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA MANIPUEIRA ....	42
4.4.1	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA DA MANIPUEIRA .....	42
4.4.2	ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS DA MANIPUEIRA.....	46
4.5	ESTUDO DE DEGRADABILIDADE NATURAL DA MANIPUEIRA .....	47
4.6	RECURSOS NATURAIS UTILIZADOS .....	54
5	CONCLUSÕES.....	55
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
	ANEXO – FORMULÁRIO APLICADO NAS CASAS DE FARINHA. ....	63

# 1 INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) desempenha uma elevada importância social como principal fonte de carboidratos para consumidores de renda mais baixa de países em desenvolvimento.

Essa cultura é considerada a mais brasileira das culturas, por ser originária do Brasil e cultivada em todo o território nacional. Vem sendo explorada, basicamente, por pequenos produtores, em áreas marginais de agricultura, devido a sua rusticidade e à capacidade de produzir relativamente bem em condições em que outras espécies sequer sobreviveriam (EMBRAPA, 2011).

Estima-se que 80% das raízes de mandioca produzidas no Brasil sejam destinadas à fabricação de farinhas (LÔBO et al., 2013). Essa farinha faz parte do hábito alimentar do brasileiro. Trata-se de um alimento de alto valor energético, possui teor elevado de amido, contém fibras e alguns minerais como potássio, cálcio, fósforo, sódio e ferro (SEBRAE, 2009).

O processo para fabricação da farinha conta com as seguintes atividades: lavagem e descascamento das raízes, trituração, prensagem (para redução da umidade), esfarelamento da massa, peneiragem, torração, acondicionamento, e armazenagem. Durante esse beneficiamento da mandioca para produção de farinha de mesa, são geradas grande quantidade de resíduos sólidos e líquidos, além das emissões atmosféricas devido ao uso de fornos a lenha.

Os resíduos das agroindústrias de mandioca são: folhas e ramas, casca, raspa, crueira, água de lavagem e manipueira. Esses resíduos quando dispostos inadequadamente, podem trazer sérios impactos socioambientais. Dentre esses resíduos, o que merece mais atenção é a manipueira, devido a sua elevada Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), por conter compostos cianogênicos e ser tóxico e prejudicial ao meio ambiente.

O conhecimento das características físicas, químicas e microbiológicas dos resíduos gerados durante o processamento da mandioca é fundamental para, a escolha e o dimensionamento dos sistemas de tratamento, adequada destinação final na natureza, a aplicação em processos biotecnológicos e outras formas de aproveitamento.

## 1.1 OBJETIVO GERAL

Estudar a agroindústria da mandioca para produção de farinha, avaliando os resíduos gerados e o consumo de recursos naturais

### 1.1.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.1.1.1 Identificar e georreferenciar casas de farinha na região do submédio São Francisco;
- 1.1.1.2 Identificar os resíduos gerados nas etapas do processo de fabricação da farinha de mandioca, bem como a sua destinação;
- 1.1.1.3 Caracterizar a manipueira gerada nessas agroindústrias quanto a sua composição físico-química e microbiológica, e;
- 1.1.1.4 Estudar a degradabilidade natural do efluente líquido (Manipueira) gerado durante o processamento;
- 1.1.1.5 Identificar o consumo de recursos naturais.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CULTURA BRASILEIRA DE MANDIOCA

Segundo dados do IBGE (2013), a produção nacional de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*), na safra de 2012, foi estimada em 23.414.267 toneladas e a estimativa para 2013 é de 23.440.077 toneladas.

As áreas plantadas e colhida com a cultura estão diminuindo 1,9% e 2,8%, respectivamente, enquanto o rendimento médio esperado está decrescendo 1,4%. A seca vivenciada nos últimos anos no Nordeste, impediu a recuperação da oferta de raízes desta cultura, cujo ciclo costuma ultrapassar à 12 meses. Como situação agravante, as ramas passaram a ser usadas para suprir a escassez de ração animal, reduzindo desta maneira a disponibilidade de material propagativo. Ainda assim, a região Nordeste destaca-se como a segunda maior produtora de mandioca, sendo responsável por uma participação de 21.2 % da produção nacional (IBGE, 2012-2013).

A mandioca é o cultivo familiar de mais de 80% dos pequenos agricultores em todo o Brasil (IBGE, 2005). Essa cultura, apresenta grandes vantagens em relação a

outras, entre elas podemos destacar a tolerância à seca, facilidade de propagação, rendimentos consideráveis quando cultivadas em solos de baixa fertilidade, baixa exigência em insumos modernos, que normalmente encarecem os sistemas de produção de outras culturas, resistência ou tolerância a pragas e doenças. Toda essa rusticidade torna a sua produção uma alternativa rentável para o pequeno agricultor de baixa renda (LÔBO et al., 2009).

A raiz da mandioca possui um alto valor nutritivo (Tabela 1). O tubérculo é importante fonte de carboidrato para consumidores de renda mais baixa habitantes nos trópicos da América Latina (CERADA,2001; CARDOSO, 2003).

**Tabela 1: Dados Nutricionais da Raiz.**

<b>Componentes</b>	<b>Raiz</b>
<b>Umidade (g/100g)</b>	60-65
<b>Carboidratos (g/100g)</b>	30-35
<b>Proteínas (g/100g)</b>	0,5-2,5
<b>Lipídios (g/100g)</b>	0,2-0,4
<b>Vitamina A (µg/100g)</b>	50
<b>Vitamina C (mg/100g)</b>	25
<b>Cálcio (mg/100g)</b>	50
<b>Ferro (mg/100g)</b>	0,9
<b>Fósforo (mg/100g)</b>	40

Fonte: (FOLEGATTI, M.& MATSURA, F., 1985)

A mandioca é uma cultura de ampla difusão nacional e a sua exploração objetiva atender ao mercado hortícola e às indústrias de transformação. A maior parte da sua produção destina-se à fabricação de farinha de mandioca e o restante divide-se entre alimentação humana, animal e processamento para amido (CEREDA, 2001).

## 2.2 AGROINDÚSTRIA DE PROCESSAMENTO DA MANDIOCA PARA FABRICAÇÃO DE FARINHA

Uma atividade herdada dos primeiros habitantes do território brasileiro, o beneficiamento da mandioca, começou a ser praticado pelos índios por meio do desenvolvimento de técnicas para transformar certas espécies de mandioca imprópria para o consumo humano em alimentos consumidos atualmente, em forma de farinha e derivados (SANTOS et al.,2009).

Atualmente as estruturas produtivas que processam as raízes de mandioca, para produção de farinha de mesa levam o nome de “Casas de Farinha”. No Nordeste, essas estruturas geralmente funcionam como extensão das atividades de algumas

propriedades rurais. As Casas de Farinha aos poucos foram compondo o cenário de comunidades rurais, sem registro prévio nos órgãos controladores e fiscalizadores da atividade econômica. Imperou-se a informalidade, sendo portanto isentas de taxas de instalação e operação, e conseqüentemente de monitoramento (SOARES, 2007; APRILE et al., 2004).

Entretanto, essas pequenas agroindústrias que beneficiam a mandioca desempenham um papel fundamental para o desenvolvimento do país, pois ao gerar renda, a agroindústria propicia a permanência dos indivíduos em sua terra natal, reduzindo o êxodo para grandes cidades. As casas de farinha já fazem parte da cultura dos nordestinos e é esta representativa atividade, um dos fatores que garantem a sobrevivência de moradores da zona rural (SANTOS et al., 2009).

Em geral, o beneficiamento da mandioca para produção da farinha considera, segundo ENGETECNO (2004), SEBRAE (2006) e ACP-UE (2008), as seguintes etapas:

1. Colheita e Recepção das Raízes – As raízes são colhidas com 16 à 20 meses após a plantação e transportadas para o local de beneficiamento, onde são armazenadas de forma a evitar o apodrecimento e/ou fermentação dessas raízes, geralmente em locais cobertos e arejados.

2. Limpeza e Descascamento – A limpeza consiste em retirar a terra aderida a casca. O descascamento é feito com o objetivo de elimina as fibras presentes nas cascas, as substancias tânicas, que escurecem a farinha, e parte do ácido cianídrico que se concentra em maior proporção nas entrecascas. O descascamento pode ser feito de forma manual, onde geralmente são as mulheres que realizam essa atividade com o auxílio de uma faca afiada e/ou ralador, ou de forma mecanizada, utilizando-se do descascador cilíndrico ou em forma de parafuso.

3. Lavagem - Após do descascamento é necessário fazer uma segunda limpeza das raízes, essa por sua vez, tem o objetivo de retirar as impurezas a elas agregadas durante a fase anterior.

4. Trituração – Essa fase do processamento é composta de uma sequência de raladores ou triturador mecânico, que irão transformar as raízes em uma massa. Isso ocorre através do rompimento das células das raízes, liberando os grânulos de amido e permitindo a homogeneização da farinha.

5. Prensagem – Destina-se a reduzir a umidade da massa, possibilitando uma torração sem formação excessiva de grumos, e também a eliminar o ácido cianídrico.

Essa fase é feita imediatamente após a trituração, para impedir a fermentação e o escurecimento da farinha.

6. Peneiramento – Ao ser retirada da prensa, por ter sido submetida a fortíssima compressão, a massa encontra-se muito compactada precisando ser esfarelada e, em seguida, peneirada. Nessa fase, o objetivo é retirar toda a matéria fibrosa e impurezas (cruera/ torrões), para se obter uma farinha de boa qualidade, leve, com uma boa textura e isenta de fibras.

7. Torrefação – Após o esfarelamento e peneiramento a massa é levada ao forno para secagem, o que elimina a fração restante de manipueira que dá à farinha um sabor amargo que somente será eliminado na torrefação. Esse processo pode ser realizado pelo forneiro, ou farinheiro, com o auxílio de um rodo de madeira ou pelos fornos com mexedor elétrico, ambos movimentam a massa no tacho de torração até a secagem final. O processo de torração define a qualidade e o sabor da farinha.

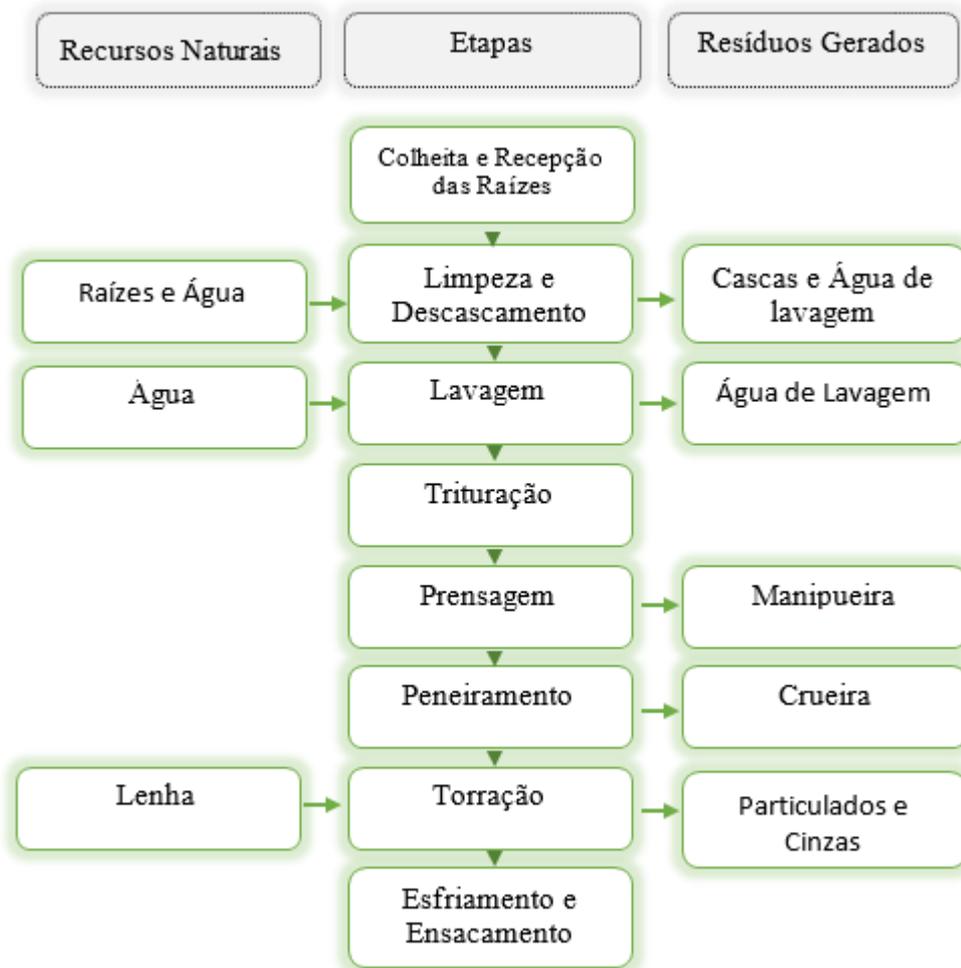
8. Esfriamento e Ensacamento – Após a retirada do forno a farinha é resfriada e ensacada geralmente em saco plástico ou de papel kraft de 50 kg, 0,5 e 1,0 kg.

### 2.3 RESÍDUOS GERADOS NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DA FARINHA

Durante as etapas da produção da farinha de mandioca, como esquematizado na Figura 1, são gerados resíduos sólidos (folha e ramas, casca e raspas, cruera e descartes) e líquidos (água de lavagem e manipueira). São constituintes da própria planta, gerados em função do processo industrial adotado durante o seu beneficiamento. Além deste resíduos, são geradas emissões atmosféricas (poeira, fumaça e gases atmosféricos). Esses resíduos quando dispostos inadequadamente, podem trazer transtorno ao produtor e danos ao meio ambiente.

Para CEREDA (1994), a qualidade e quantidade dos resíduos gerados por essa atividade, depende de diversos fatores como a variedade e a idade da mandioca, o tempo de armazenamento, o tipo de processamento entre outros fatores.

**Figura 1:** Fluxograma do processamento da mandioca para fabricação de farinha, especificando os recursos naturais utilizados e os resíduos gerados em cada etapa.



Fonte: Produzida pelo próprio autor

## 2.3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

### 2.3.1.1 Folhas/Ramas

As folhas de mandioca no Brasil são consideradas como resíduo, no entanto, na Região Norte são consumidas como hortaliça. A composição da parte aérea da mandioca apresenta grande variação qualitativa e quantitativa, porém, na fase mais favorável do seu ciclo, é semelhante à de algumas leguminosas quando se considera proteína bruta, fibra em detergente neutro e nutrientes digestíveis totais (CARVALHO, 1984).

É comum o uso desse resíduo na alimentação animal por ser um resíduo volumoso de boa qualidade, pois contém muita proteína e fibra de boa digestibilidade.

Deve-se, entretanto, utilizar somente o terço superior da planta, isto é, a parte enfolhada. Esse volumoso deve ser triturado e emurchecido, ou preparado na forma de feno, para reduzir o nível de taninos livres do material e o risco de intoxicação.

#### 2.3.1.2 Casca e Raspas

No início da fabricação da farinha de mandioca, na fase de descascamento, são gerados resíduos como casca, entrecasca e pontas de mandioca. Em conjunto, esses subprodutos apresentam cerca de 10% da composição da raiz e um elevado teor de umidade que pode ser de até 85%. A casca é constituída de uma película fina cerosa, de cor marrom e pode conter pedaços da entrecasca. Neste tipo de material, pode ser encontrada quantidade significativa de amido (MICHELAN et al., 2006; CARDOSO, 2005).

#### 2.3.1.3 Crueira

A cruera constitui-se de pequenos pedaços de raízes e entrecasca, que permanecem, mesmo após o processo de trituração ou ralação da mandioca. Esse resíduo surge na etapa de peneiramento da massa prensada. Por ser composta de entrecascas, fiapos e cepas, a cruera de mandioca possui diâmetro maior do que a malha da peneira, ficando retida durante o peneiramento (TAGLIARI, 1996).

Apesar de não existirem dados absolutos a respeito da quantidade produzida deste resíduo, estima-se que 10% da mandioca utilizada na fabricação de farinha é eliminada na forma de cruera. Em sua composição química esse tipo de resíduo possui 15% de umidade, já em base seca apresenta valores como: 80% de amido, e aproximadamente 7% de fibras (NEVE et al, 2008; MORESCO, 2009; CEREDA, 1994).

#### 2.3.1.4 Cinzas

As cinzas são produzidas pela queima da lenha na fase de torrefação da farinha de mandioca. Após a total queima da lenha, ocupam espaços nas fornalhas, com isso, são constantemente retiradas para dar espaço a nova remeça de lenha que será queimada para produção da energia em forma de calor.

As cinzas, apresentam em sua composição, quantidades razoáveis de macro e micronutrientes e, além de características de corretivo de acidez do solo, têm potencial para serem utilizadas como adubo. Entretanto, são necessários estudos para determinar as quantidades mais adequadas em virtude dos efeitos no solo e na planta, bem como a viabilidade de sua utilização (OLIVEIRA et al., 2006).

## 2.3.2 RESÍDUOS LÍQUIDOS

### 2.3.2.1 Água de lavagem

A água de lavagem é gerada durante os processos de limpeza das raízes. Isso ocorre tanto na limpeza do tubérculo, após chegar do campo, quanto durante a lavagem da raiz para ser encaminhada para o processo de trituração. No primeiro caso esse resíduo líquido é composto principalmente pelo solo do campo, que permanece aderido à raiz, e materiais particulados. Já no segundo caso, tem sua composição semelhante a manipueira, no entanto, com menor potencial poluidor. Bianchi & Cereda, (1999), estimam um uso de cerca de 15 a 40 milhões de metros cúbicos de água para lavagem das raízes, e uma produção de aproximadamente 40 mil toneladas de Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO, o que é equivalente à carga poluidora diária de uma cidade de 2 milhões de habitantes.

### 2.3.2.1 Manipueira

A manipueira é o resíduo líquido gerado durante o processamento da mandioca, mais especificamente durante a etapa de prensagem da massa ralada. Para cada tonelada de raiz de mandioca processada são gerados cerca de 250 L à 300L de manipueira (FIORETTO, 1985).

O consumo da manipueira, em pequena quantidade, causa um certo desconforto semelhante ao da embriaguez. Quando ingerida em grande quantidade, por humanos ou animais domesticados, pode causar a morte por envenenamento. Isso se deve ao fato de o resíduo conter ácido cianídrico, venenoso e nocivo à alimentação humana e animal. (SEBRAE,2006).

Cagnon et al. (2002), explica que a presença do ácido cianídrico neste resíduo é decorrente do fato de a mandioca acumular dois glicosídeos cianogênicos nas raízes e folhas, a linamarina e a lotaustralina (proporção de 93:7). Estes são responsáveis

por gerar ácido cianídrico (HCN) durante a dilaceração do tecido da raiz. Isso ocorre por que a enzima responsável pela hidrólise, a linamarase, entra em contato com a linamarina. A clivagem produz glicose e  $\alpha$ -idroxinitrilas. Esta última quando catalisada por uma hidroxinitrila liase transforma-se em HCN.

O teor de cianeto na manipueira depende se a mandioca é “mansa” ou “brava”. Variedades que apresentam valores inferior a 100 mg de HCN por kg de polpa de raiz fresca são denominadas de “mansas”. Já aquelas com concentrações acima de 100 mg de HCN por kg de polpa de raiz fresca são denominadas “bravas” (BORGES et al., 2002; MAGALHÃES et al, 2009).

A manipueira possui valores elevados de DBO, em média esses valores são de 14.000 a 34.000 mg/L (FERREIRA et al., 2001). A tabela abaixo, mostra a caracterização da manipueira encontrada em revisão de literatura.

**Tabela 2:** Caracterização da manipueira encontrada em literatura.

Parâmetros	TOLEDO, et al. 2010	PINTO et al. 2011	SANTOS, et al. 2010	INOUE, 2008	SILVA, 2009	OLIVEIRA, 2007	BARANA, 2000	FEIDEN, 2001	BARANA & CEREDA, 2000
DBO	*	12215 mg/L	*	*	*	*	*	*	*
DQO	57000 mg/L	14300 mg/L	57000 mg/L	*	64.633 mg/L	94884 mg/L	62,35 g/L	11484mg/L	31,9 gO <sub>2</sub> /L
Nitrogênio (N)	0,35%	*	0,35%	202,50 mg/L	*	*	1380,6 mg/L	*	0,52%
Fósforo (P)	0,47%	42 mg/L	0,47%	130,50 mg/L	*	*	360,6 mg/L	74mg/L	*
Cianeto Livre	*	*	*	*	*	*	*	10 mg/L	*
Sólidos Totais- ST	6,78%	6,98 mg/L	6,78%	7,95 g/L	5800 mg/L	23500 mg/L	5,54%	9,2 mg/L	4,32%
Sólidos Voláteis-SV	5,78%	3,86 mg/L	5,78%	4,78 g/L	4290 mg/L	10500 mg/L	4,76%	6,4 mg/L	2,00%
Sólidos Fixos-SF	*	3,12 mg/L	*	3,17 g/L	1360 g/L	13000 mg/L	*	2,8 mg/L	*
Alcalinidade	1890 mg/L	*	1890 mg/L	*	*	1700 mg CaCO <sub>3</sub> /L	1419,2 mg CaCO <sub>3</sub> /L	*	8,28 mg CaCO <sub>3</sub> /L
pH	4,3	*	4,3	3,68	4,6	6	4,3	6,18	7,43
Temperatura da Amostra	*	26 °C	*	*	*	17,5 °C	*	26,51°C	*
Condutividade Elétrica	*	*	*	*	5,7 $\mu$ S/cm	*	*	*	*

\*Parâmetro não analisado

Estas características da manipueira, consiste em sérios problemas ambientais quando descartada diretamente ao solo, deixando-o impróprio para cultivo, bem como quando lançado em corpos hídricos, comprometendo sua capacidade depuradora e ameaçando a vida aquática (CEREDA, 2001).

Ao mesmo tempo que a manipueira é um potente agente poluidor, dezenas de vezes superior ao esgoto doméstico como comprovam os estudos de Barana (2008), desde que seja bem manejada, 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.

### 2.3.3 EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

Nas indústrias de processamento de mandioca os resíduos atmosféricos gerados são constituídos por poeira (em forma de material particulado), gerada durante a movimentação da farinha nas chapas aquecedoras, dos gases liberados durante a degradação natural da manipueira e dos resíduos como crueira, cascas e raspas, principalmente na forma de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e o metano (CH<sub>4</sub>) e em maior quantidade da fumaça, gerada pela queima da lenha nas fornalhas (INOUE,2008; SEBRAE,2006; SOARES, 2007).

## 2.4 LEGISLAÇÕES AMBIENTAIS

A Conama 430/11 que "Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, deste mesmo conselho", em sua Seção II, estabelece Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes (Tabela 3).

**Tabela 3:** Padrões de lançamento de efluentes estabelecidos pela resolução CONAMA 430/2011.

Parâmetros	Valores máximos estabelecidos - CONAMA 430/2011
Temperatura	Inferior a 40 °C
pH	pH entre 5 a 9
DBO	Remoção mínima de 60% de DBO 5 dias a 20°C
Cianeto	1,0 mg/L CN
Nitrogênio	20,0 mg/L

## 2.5 PROCESSOS PRODUTIVOS AGROINDUSTRIAIS E RACIONALIDADE AMBIENTAL

Atualmente, as práticas ambientais são de grande importância para o desenvolvimento de um processo industrial sustentável. A sociedade que adquire seus produtos em qualquer parte do mundo está preocupada com os efeitos que a produção dos mesmos possa causar ao meio ambiente (ZANCAN et al., 2012).

Uma prática que deve ser considerada associada às questões ambientais é a destinação dos resíduos da produção, sendo este um problema de responsabilidade individual na medida em que cada cidadão, pessoa física ou jurídica, é responsável por depositar seus resíduos em local adequado.

A destinação correta de resíduos é de suma importância, pois, diretamente evita danos ao meio ambiente e indiretamente diminui os custos de fabricação fazendo com que, em um período de longo prazo, o(s) responsável(s) pelo estabelecimento não tenha gastos exorbitantes com a recuperação do ambiente natural e urbano prejudicados pela negligência industrial.

As atividades agroindustriais são grandes consumidoras de insumos e geradoras de resíduos com elevadas cargas orgânicas. Por isso, independentemente do nível tecnológico que possua as agroindústrias, geram uma intervenção ambiental específica. A geração de resíduos vai depender fundamentalmente das matérias-primas utilizadas e dos processos produtivos. Assim, os resíduos podem ser gerados na limpeza das edificações, equipamentos, no processamento em si, entre outros (DIAS et al., 1999; REFFATTI et al., 2007; MENEZES, 2006).

Os resíduos agroindustriais, ou melhor, os subprodutos de atividades agroindustriais, principalmente voltados para processamento de produtos agrícolas, caracterizam-se por possuírem diversas formas de aproveitamento, entre esses, ração animal, fonte para produção de energia limpa (biogás, etanol) e adubação orgânica para uma atividade agrícola sustentável. Diante disso, caracterizam-se também como fonte alternativa de renda. O aproveitamento desses resíduos traz um inquestionável benefício devido à minimização do problema ambiental que representa o descarte desses materiais (MENEZES, 2006).

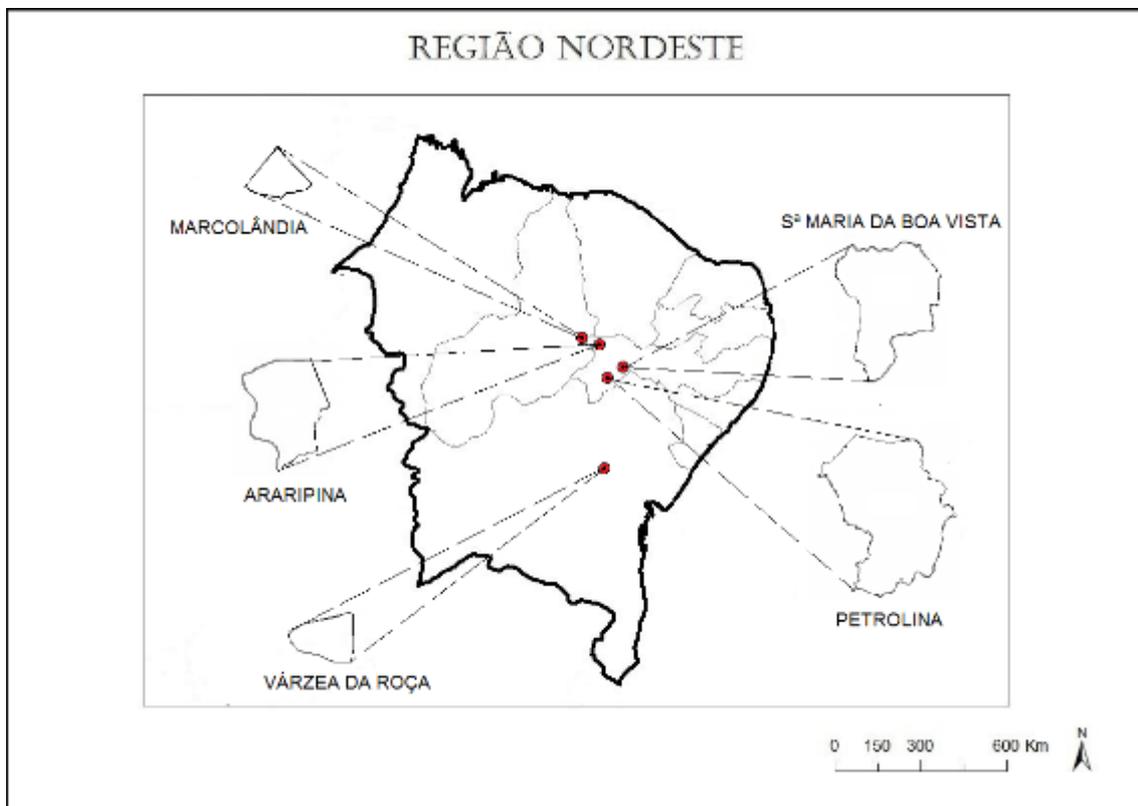
### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

As casas de farinha visitadas são unidades inseridas em atividades de Projetos de pesquisa executados no Laboratório de Engenharia Ambiental – LEA, da Universidade Federal do Vale do São Francisco-UNIVASF e de pesquisas desenvolvidas na área de Química Ambiental da Embrapa Semiárido.

### 3.1. PESQUISA DE CAMPO E GEORREFERENCIAMENTO DAS CASAS DE FARINHA

Nessa etapa do trabalho, os procedimentos metodológicos consistiram em sete visitas de campo, entre os meses de junho a novembro de 2013, ou seja, ao longo de 6 meses. Durante essas expedições, foram visitadas onze casas de farinha distribuídas em cinco municípios e três estados do Nordeste brasileiro, conforme a Figura 2. O georreferenciamento foi realizado com o auxílio de um GPS Navegador, modelo, Etrex H e marca Garmin.

**Figura 2:** Localização das cidades e estados onde encontravam-se as casas de farinha visitadas



Fonte: Adaptado de [www.mapasparacolorir.com.br](http://www.mapasparacolorir.com.br), 2014.

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DAS CASAS DE FARINHA E IDENTIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS E DOS RECURSOS NATURAIS EXPLORADOS.

Objetivando a coleta de dados referentes à caracterização, à produção e descarte dos resíduos proveniente do processamento da mandioca, como também ao consumo de recursos naturais durante todo o processo, foram realizados levantamentos de dados, obtidos através do preenchimento de questionários

(ANEXO) durante entrevistas junto aos proprietários do local e observações diretas do ambiente visitado.

Por meio das observações “*in loco*,” durante o acompanhamento das atividades desenvolvidas, foram identificados todos os resíduos e efluentes provenientes de cada etapa realizada durante o processamento da mandioca. As informações foram transformadas em dados estatísticos, proporcionando uma análise posterior mais aprofundada, do que se deseja obter nesse estudo.

### 3.3 COLETA E ANÁLISES DA MANIPUEIRA

Para as análises físico-químicas e microbiológicas e estudo de degradabilidade do efluente, contou-se com o apoio do laboratório de Engenharia Ambiental da UNIVASF.

#### 3.3.1 COLETAS

A manipueira foi coletada no momento da prensagem do material triturado, para remoção da umidade. O efluente foi armazenado em frascos de polipropileno de 1L, devidamente lavados com detergente Extran, destinados a coleta de amostra para a realização das análises físico-químicas. Já para a coleta de amostra para análise microbiológica, foram utilizados frascos de polipropileno autoclavável de 250 mL, previamente esterilizados em autoclave.

Ambos, foram acondicionados e conservados sob refrigeração em caixas térmicas contendo gelo e posteriormente transportados ao laboratório de Engenharia Ambiental da UNIVASF, para realização das análises pré-estabelecidas em um intervalo de no máximo 24 horas. Todo procedimento de coleta seguiu as normas do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012).

#### 3.3.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

Para todas as amostras de manipueira coletadas foram analisados os seguintes parâmetros físico-químicos: Temperatura (T), pH, Condutividade Elétrica (C.E), Alcalinidade, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Sólidos Totais (ST), Sólidos Totais Fixos (STF), Sólidos Totais Voláteis (STV) e Cianeto Livre (Tabela 4).

Todas as análises foram realizadas em triplicata, e a partir destes resultados obteve-se a média, para homogeneização da amostragem.

As análises de OD foram realizadas no momento da coleta, através de um medidor de OD do modelo HI 9146, da Hanna Instrumentos. A determinação do pH foi realizada com o auxílio de um pHmetro modelo FT- 4011, a turbidez, no turbidímetro da HACH modelo 2100AN, a Condutividade Elétrica no condutivímetro de bancada modelo CD- 820. O cianeto livre foi determinado por fotometria, utilizando-se kit para determinação de cianeto livre Spectroquant da MERCK.

Os demais parâmetros foram determinados, conforme metodologia descrita no Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater (AWWA, 2012).

**Tabela 4:** Métodos utilizados nas análises das amostras de manupieira coletadas

Parâmetros físico-químicos analisados	Método utilizados
pH	pHmetro
Turbidez	Turbidímetro
C.E.	Condutivímetro
Alcalinidade total	Titulométrico
Dureza total	Titulométrico com EDTA
Cianeto Livre	Fotométrico
Oxigênio Dissolvido – OD	Medidor eletrônico de OD – HI 9145
Demanda química de oxigênio – DQO	Colorimétrico - Refluxo Fechado com Espectrofotômetro
Demanda bioquímica de oxigênio – DBO	Oxitop
Resíduos sólidos totais	Gravimétrico
Ácidos Graxos Voláteis AGV	Método Simplificado

Fonte: Produzido pelo próprio autor.

### 3.3.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

Para a quantificação de coliformes termotolerantes (fecais), foi utilizado o método de membrana filtrante, descrito no Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater (AWWA, 2012).

Esse método consiste na filtração a vácuo de 100 ml da amostra utilizando-se um membrana filtrante de 47 mm e porosidade de 0,45 µl. Estas membranas foram posteriormente colocada em placa de petri contendo o meio de cultura, devidamente identificadas com as amostras específicas para as análises, Cada amostra foi submetida três vezes a esse procedimento (triplicata). O meio utilizado foi MF-C Agar, incubado à 44°C ± 0,5, que permite a indicação da presença de 3 tipos de bactérias

do grupo coliforme, *Salmonella typhimurium*, *Shigella flexneri* e *Escherichia coli*, (pertencente ao grupo de coliformes fecais), originada de fezes de animais de sangue quente. Para esse método, foi utilizado um Sistema de Filtração à Vácuo da marca MARCINI, modelo MA 452/3.

#### 3.4 ESTUDO DE DEGRADABILIDADE NATURAL DA MANIPUEIRA

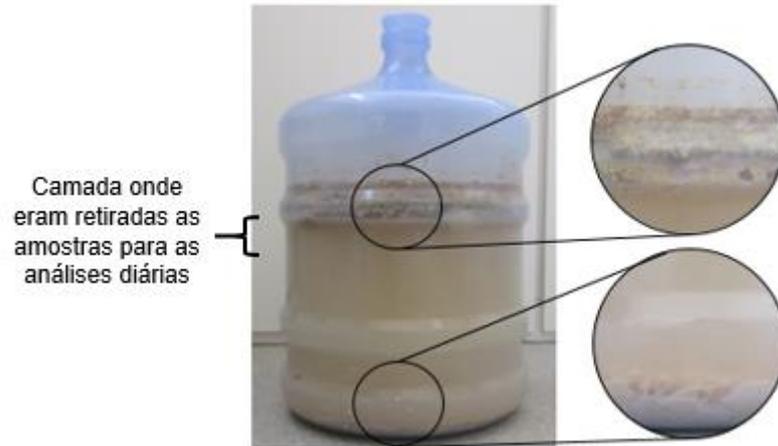
Estudo de degradabilidade foi realizado com o intuito de estudar o comportamento da degradação natural da manipueira, no que se refere a variações dos parâmetros analisados.

Para realização desse estudo, a amostra foi coletada na casa de farinha, localizada na cidade de Santa Maria da Boa Vista. O procedimento de coleta foi o mesmo descritos no item 3.3.1. Foi realizada a caracterização físico-química da amostra pelos mesmos procedimentos descritos no item 3.3.2.

O material coletado foi armazenado durante um período de 30 dias, iniciando no dia 24 de novembro de 2013 e finalizando no dia 24 de Dezembro de 2013. Esse tempo foi preestabelecido baseando-se no tempo de detenção do líquido, ou tempo de detenção hidráulica (TDH), necessário para que se complete o tratamento aeróbio em lagoas, esse tempo é de no mínimo 20 a 30 dias (VON SPERLING,1999), e também no procedimento de armazenamento e descarte da manipueira adotados nas casas de farinha.

O armazenamento foi feito sob o abrigo de luz e a temperatura ambiente, com uma variação de 28°C à 32°C. O recipiente utilizado foi um galão de água mineral de 20L, previamente lavado. Em cada dia de análise, era retirado uma alíquota de 300 ml, suficiente para realização de todas a análises estabelecidas.

**Figura 3:** Camada do efluente armazenado onde eram feito a retirada da amostra para a análise.



Os parâmetros foram analisados em função do tempo de armazenamento (Tabela 5). As análises foram realizadas no dia posterior antes de completar as 24h do momento da coleta, e aos 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup>, 3<sup>o</sup>, 4<sup>o</sup>, 5<sup>o</sup>, 7<sup>o</sup>, 9<sup>o</sup>, 10<sup>o</sup>, 15<sup>o</sup>, 20<sup>o</sup>, 25<sup>o</sup> e 30<sup>o</sup> dias do armazenamento.

**Tabela 5:** Parâmetros analisados em função do tempo de armazenagem.

Análises	Dias do mês											
	1 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>	4 <sup>o</sup>	5 <sup>o</sup>	7 <sup>o</sup>	9 <sup>o</sup>	10 <sup>o</sup>	15 <sup>o</sup>	20 <sup>o</sup>	25 <sup>o</sup>	30 <sup>o</sup>
DQO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
OD	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
DBO	X								X			X
pH	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fosforo	X	-	-	-	X	-	-	X	X	X	X	X
Nitrogênio	X	-	-	-	X	-	-	X	X	X	X	X
Alcalinidade	X	-	-	-	X	-	-	X	X	X	X	X
Cianeto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SST	X	-	-	-	X	-	-	X	X	X	X	X

A biodegradabilidade do efluente durante o armazenamento, foi determinada pela relação DQO/DBO

### 3.5 ANÁLISE DE DADOS

Os dados colhidos através da aplicação dos questionários foram tabulados em uma planilha EXCEL, a partir das quais foram confeccionados gráficos, através das distribuições das frequências relativas.

Os parâmetros físico-químicos foram tabulados e confeccionados tabelas e gráficos referentes aos valores encontrados. Para as análises microbiológicas, foram realizadas análises em triplicatas e realizada a média dos valores obtidos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 CLASSIFICAÇÃO E GEORREFERENCIAMENTO DAS CASAS DE FARINHA VISITADAS

A maior parte das casas de farinha visitadas, estavam localizadas em povoados das zonas rurais dos municípios (Tabela 6).

**Tabela 6:** Localidade das casas de farinha visitadas

Identificação da casa de farinha	Município	Localidade	Coordenadas Geográficas		
			Latitude	Longitude	Alt.
001	Petrolina	Barra Franca	8° 45' 19,4"	40° 56' 0,7"	455m
002	Petrolina	Pau Ferro	8° 52' 42,4"	40° 42' 41,1"	373m
003	Marcolândia	Sede	7° 26' 50,2"	40° 40' 03"	783m
004	Marcolândia	Serra da Torre	7° 35' 11,5"	40° 33' 9,1"	795m
005	Marcolândia	Serra da Torre	7° 35' 21,5"	40° 33' 25,3"	795m
006	Araripina	Serra dos Simões	7° 35' 32,7"	40° 39' 11,9"	798m
007	Araripina	Sede	7°26' 54,9"	40° 39' 58,9"	784m
008	Petrolina	Amargosa	8° 49' 42,96"	40° 35' 30,12"	-
009	Várzea da Roça	Lagoa Preta	11° 37' 59,3"	40° 05' 59,34"	466m
010	Várzea da Roça	Várzea do Meio	11° 36' 18,3"	40° 01' 36,15"	873m
011	S <sup>a</sup> M. da Boa Vista	Sede	8° 48' 28"	39° 49' 32"	240m

Essas agroindústrias foram classificadas de acordo com a lei complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006, que em seu Art.3º define Micro e Pequenas Empresas de acordo com a renda bruta anual (Tabela 7), “[...] no caso da microempresa, aufera, em cada ano-calendário, receita bruta igual ou inferior a R\$ 360.000,00 (trezentos e sessenta mil reais) e no caso da empresa de pequeno porte, aufera, em cada ano-calendário, receita bruta superior a R\$ 360.000,00 (trezentos e sessenta mil reais) e igual ou inferior a R\$ 3.600.000,00 (três milhões e seiscentos mil reais)”.

**Tabela 7:** Classificação das casas de farinha visitadas.

Identificação da casa de farinha	Município	Renda Bruta Anual (R\$)	Classificação
1	Petrolina	< 360.000,00	Microempresa
2	Petrolina	<360.000,00	Microempresa
3	Marcolândia	Entre 360.000,00 e 3.3600.000,00	Pequena empresa
4	Marcolândia	Entre 360.000,00 e 3.3600.000,00	Pequena empresa
5	Marcolândia	Entre 360.000,00 e 3.3600.000,00	Pequena empresa
6	Araripina	< 360.000,00	Microempresa
7	Araripina	Entre 360.000,00 e 3.3600.000,00	Pequena empresa
8	Petrolina	Entre 360.000,00 e 3.3600.000,00	Pequena empresa
9	Várzea da Roça	<360.000,00	Microempresa
10	Várzea da Roça	Entre 360.000,00 e 3.3600.000,00	Pequena empresa
11	S <sup>a</sup> M. da Boa Vista	Entre 360.000,00 e 3.3600.000,00	Pequena empresa

Daher et al. (2012) considera as Micro e Pequenas Empresas – MPEs, como principais agentes na prática da responsabilidade social, pois, colaboram para a diminuição das desigualdades sociais, para dizimação da miséria, para o aumento do nível educacional, para promoção de melhores condições e criação de oportunidades para os cidadãos.

#### 4.2 CONDIÇÕES DE INFRAESTRUTURA

Quanto a infraestrutura destas agroindústrias foi observado que, em três delas, o ambiente de trabalho fundia-se a residência familiar, ou seja, a estrutura física onde se realizava as atividades do processamento da mandioca para a fabricação de farinha, eram uma extensão da casa, onde residiam a família do proprietário.

Coincidentemente, esses mesmos locais não possuíam estruturas de isolamento com o meio externo, o que deixa o local susceptível ao trânsito de animais na área de processamento, e com livre acesso de insetos e qualquer tipo de vetores de doenças e contaminações (Figuras 3 e 4).

Segundo o Manual de Boas Práticas de Casas de Farinha, a área de fabricação deve ser considerada “área limpa”. As janelas e outras aberturas devem ser protegidas com telas, evitando, assim, a entrada de animais, insetos e roedores. Deve haver, por meio de uma captação, a condução do ar quente para fora do prédio (SEBRAE, 2006).

**Figura 4:** Condições precárias de infraestrutura. Localidade, Pau Ferro.



Fonte: Produzida pelo próprio autor

**Figura 5:** Falta de estruturas de isolamento com o meio externo. Localidade, Barra Franca.



Fonte: Produzida pelo próprio autor

Em todas as casas de farinhas visitada foi observada a falta de fornos à lenha bem projetados, capazes de afastar e reduzir as emissões de gases tóxicos e poluentes. A fumaça originada pela queima da lenha para alimentação das fornalhas, na maioria das instalações visitadas espalhavam-se por todo o ambiente, podendo comprometer a saúde dos trabalhadores (Figuras 5 e 6).

Segundo Arbex (2004), os efeitos sobre a saúde, decorrentes da exposição por longos períodos à fumaça, produzida pela queima de biomassa em ambientes fechados, têm sido associados com infecções respiratórias agudas em crianças, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), pneumoconiose, catarata e cegueira, tuberculose pulmonar e efeitos adversos na gestação.

**Figura 6:** Fornalha inadequada para o ambiente de trabalho. Localidade, Pau Ferro.



Fonte: Produzida pelo próprio autor

**Figura 7:** Fornos a lenha sem o controle da fumaça gerada. Localidade, Marcolândia.



Fonte: Produzida pelo próprio autor

No que se refere a estruturas de escoamento, drenagem e tratamento dos efluentes gerados, observou-se que quatro destas agroindústrias, possuíam estruturas como ralos de canalizações para o direcionamento do efluente gerado. Destas, duas destinam suas águas a um taque de equalização. Nas outras não foi

identificado para onde o efluente era conduzido. As outras 7 casas de farinha visitadas não possuíam nenhuma estrutura de drenagem e escoamento do efluente. Em nenhuma casa de farinha visitada existia infraestrutura específica para tratamento desses tipos resíduos.

#### 4.3 PRODUÇÃO E DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS

##### 4.3.1 FOLHAS E RAMAS

Apenas quatro das casas de farinha visitadas, produziam esse tipo resíduos. As folhas e ramas da mandioca eram geradas apenas nas casas de farinha em que a produção da cultura era realizada pelo próprio proprietário. Em três desses casos esses resíduos eram deixados no campo, onde eram incorporados ao solo, e utilizados como material propagativos, objetivando com isso a próxima colheita da cultura (Figuras 7, 8 e 9).

A restrição da produção agrícola, ocasionado pela seca prolongada no nordeste, diminuiu a produção da cultura da mandioca, com isso muitos dos donos das casas de farinha mesmo tendo a terra de boa qualidade para a atividade agrícola eram obrigados a comprar a mandioca. Os custos de produção nessa situação tomam-se maiores, conseqüentemente elevando o valor da farinha de mandioca.

*“[...] Não temos disponibilidade de água para produzir a mandioca, o que me resta é comprar a raiz, caso contrário não tenho como produzir a farinha”. (Pedro Coalhada, dono de casa de farinha).*

**Figura 8:** Resto da cultura (folhas e ramas) deixados no campo, para serem incorporados ao solo. Localidade, Araripina.



Fonte: Produzida pelo próprio autor

**Figura 9:** Cultivo da mandioca e outras culturas, aproveitando da água que ainda restava no açude que atende as necessidades da comunidade local. Localidade Pau Ferro.



Fonte: Produzida pelo próprio autor

Em uma das casas de farinha visitadas, esse resíduo era destinado à ração animal. Para isso, previamente era realizado processamento e tratamento térmico para liberação do cianeto (Figura 9).

É importante ressaltar que nas folhas é de 5 a 20 vezes mais tóxico que na parte comestível das raízes (CEREDA,1994)

**Figura 10:** Formas de destinação final das folhas e ramas geradas no processamento da mandioca. Considerando que apenas, 4 casas de farinha produziam este resíduo.



#### 4.3.2 CASCAS\RASPAS

A geração de cascas\raspas eram comuns em todas as casas de farinha visitadas. Sendo que, a destinação final se dava nas formas de disposição ao solo e aproveitamento na forma de ração animal (Figuras 10, 11 e 12).

**Figura 11:** Cascas e raspas de mandioca dispostas no solo para alimentação animal. Localidade, Pau Ferro



Fonte: Produzida pelo próprio autor

**Figura 12:** Armazenamento inadequado do resíduo gerado. Localidade, Barra Franca.



Fonte: Produzida pelo próprio autor

Foi observada também a comercialização desse resíduo a valores que variavam de R\$ 160,00 à R\$ 200,00 a tonelada. A compra era realizada por criadores de animais, que em época de seca prolongada, visualizaram esse subproduto da mandioca como opção para alimentar suas criações. Em um caso peculiar, encontrado em uma unidade de beneficiamento de farinha, localizada em Várzea da Roça, esse resíduo era comercializado na forma de troca pela lenha, necessária na fase de torrefação durante fabricação da farinha (Figura 12).

Não foram identificadas formas de manejo e/ou beneficiamento desses resíduos em todas as casas de farinha visitadas.

As cascas\raspas originárias do descascamento, segundo Michelin et al. (2006), são compostos 85% de água, o que tornam-se um potencial contaminante do solo, visto que, se deixados ao ar livre em contato com a água ou dispostos ao solo, poderão liberar um líquido com altas concentrações de DBO, semelhante a manipueira. Além disso, também podem exalar cheiros desagradáveis e atrair roedores e insetos. O manejo correto desse resíduo é secar ao sol e armazenar em locais cobertos, secos e protegidos da chuva e umidade (SEBRAE, 2006).

**Figura 13:** Formas de disposição finais das cascas e ramas geradas no processamento.



#### 4.3.3 CRUEIRA

Na fase de peneiramento, que tem como finalidade obter uma uniformidade na granulação da farinha, ocorre a geração da crueira (Figuras 13 e 14). Esse resíduo só é gerado nos casos em que a máquina responsável por triturar a mandioca não possui

uma grande eficiência. Esse resíduo foi observado em apenas uma casa de farinha visitada.

**Figura 14:** Fase de peneiramento.



Fonte: Produzida pelo próprio autor

**Figura 15:** Resíduo Sólido Gerado, Crueira.



Fonte: Produzida pelo próprio autor

A destinação final desse resíduo sólido se dava na forma de ração animal. No entanto, antes disso, o material era aquecido na chapa de torrefação para retirada do cianeto.

*“É necessário passar a crueira na chapa, pois a mandioca tem uma substância que pode matar ou aleijar o animal”. (Trabalhador responsável pela torra da farinha).*

Segundo Cagnon et al., (2002), os glicosídeos cianogênicos, em contato com as enzimas presentes no trato digestivo dos animais monogástricos e seres humanos, liberam o radical cianeto, podendo advir sintomas de intoxicação, dependendo da quantidade ingerida.

#### 4.3.4 CINZAS DAS FORNALHAS

As cinzas produzidas nos fornos, em todas as casas de farinhas visitadas, eram descartadas no solo (Figuras 15 e 16).

Apesar de possuírem quantidades razoáveis de macro e micronutrientes e, além de possuírem características de corretivo de acidez do solo, terem potencial para serem utilizadas como adubo, deve-se tomar cuidados com a quantidade e a periodicidade com que se despeja esse resíduo nos corpos receptores. Uma vez em contato com o solo, pode provocar grandes alterações de pH no solo, e se depositadas em grandes quantidades próximos a corpos hídricos, essas cinzas podem atingir suas águas, reduzindo a transparência e os níveis de oxigênio e alterando o pH da água (APRILE et al., 2004).

**Figura 16:** Armazenamento das cinzas após ser retirada dos fornos.



Fonte: Produzida pelo próprio autor

**Figura 17:** Resíduo descartado no solo.



Fonte: Produzida pelo próprio autor

#### 4.3.5 ÁGUAS DE LAVAGEM DAS TELAS E ÁGUA DE LAVAGEM DAS RAÍZES

O efluente, proveniente da lavagem das raízes, foi identificado em todas as casas de farinha, exceto, naquelas localizadas em Várzea da Roça, no estado da Bahia, onde por uma questão cultural não é realizada essa etapa durante o processamento da mandioca (Figuras 17 e 18).

A lavagem das telas, por ser uma medida higiênica, e proporcionar a conservação da permeabilidade e durabilidade do material, era uma prática observada em quase todas as casas, com exceção também, das casas de farinha localizadas na Bahia.

Dentre as agroindústrias de processamento da mandioca que produziam esses efluentes, as que não possuíam em suas instalações, infraestruturas de drenagem, responsáveis pelo direcionamento dos mesmos, tinham como alternativa o lançamento dos resíduos líquidos diretamente ao solo. O que não quer dizer também, que aquelas que continham essas estruturas, não utilizavam das mesmas formas de descartes do efluente gerado. Sabe-se apenas, que o efluente possuía um direcionamento.

Em apenas duas casas de farinha foi observado que os resíduos em questão eram direcionados para um tanque de equalização onde eram armazenados junto a manipuera. Não foi observada nenhuma forma de aproveitamento e\ou tratamento desses resíduos.

**Figura 18:** Recipiente utilizado a lavagem das telas. Local: Barra franca.



Fonte: Produzida pelo próprio autor

**Figura 19:** Recipiente de lavagem das raízes. Local: Araripina.



Fonte: Produzida pelo próprio autor

#### 4.3.6 MANIPUEIRA

A geração do resíduo líquido, proveniente da fase de prensagem da massa de mandioca triturada, para remoção da umidade, foi identificado em todas as casas de farinhas visitadas (Figuras 19 e 20).

**Figura 20:** Método improvisado de armazenamento e condução do efluente. Local: Barra Franca.



Fonte: Produzida pelo próprio autor

**Figura 21:** Tonéis utilizados na armazenagem da manipueira para fermentação, antes de ser fornecida como ração animal. Local: Pau Ferro



Fonte: Produzida pelo próprio autor

A única forma de descarte desse resíduo observada foi o despejo direto ao solo. Isso é muito preocupante, considerando que, em sua composição, esse efluente demonstra ter alto potencial poluidor. O contato contínuo com esse efluente diminui a capacidade autodepuradora de cursos de água e provoca a infertilidade e degradação dos solos.

Os problemas ambientais que surgem, decorrente da disposição inadequada desse resíduo, são causados basicamente pela elevada carga orgânica e também pela presença de cianeto resultante dos glicosídeos cianogênicos presentes na mandioca, que durante o processamento são carregados para o líquido residual onde,

sob a ação enzimática, são hidrolisados a cianeto. (Ferreira et al., 2011; WOSIACKI & CEREDA, 2002)

Eram comuns a presença de buracos feitos no solo para disposição do resíduo, em alguns casos estes eram protegidos com cercado, objetivando evitar a ingestão desse líquido pelos animais. O cenário que retrata essas situações podem ser observados nas Figuras 21 e 22.

A poluição ambiental, proveniente da manipueira, devido a forma com que a mesma é despejada no solo, restringem fisicamente os locais de produção da farinha de mandioca, pois, devido a imensa quantidade em volumes gerada deste líquido, ocorre o desenvolvimento de condições de insalubridade na população que convive nesse meio e afeta à saúde e a economia desta atividade (SANTOS, 2009).

**Figura 22:** Condições de insalubridade no ambiente exposto ao descarte do efluente diretamente no solo. Localidade, Várzea da Roça.



Fonte: Produzida pelo próprio autor

**Figura 23:** Buraco criado no solo para o descarte direto da manipueira gerada. Localidade Pau Ferro.



Fonte: Produzida pelo próprio autor

Em duas dessas casas de farinha, localizadas no município de Marcolândia-PI, foi observada a presença de tanque de equalização do efluente (Figuras 23 e 24). No entanto, os responsáveis pelas indústrias afirmaram que quando esses tanques atingiam capacidade máxima, eram obrigados a pagar a terceiro realizar o bombeamento e posteriormente o transporte para um local onde o governo municipal disponibilizou, para despejo dos resíduos líquidos gerados por esse tipo de agroindústria.

**Figura 24:** Tanque de equalização, manipueira em processo de fermentação.



Fonte: Produzida pelo próprio autor

**Figura 25:** Manipueira armazenada em tanque de equalização.



Fonte: Produzida pelo próprio autor

Segundo o presidente da associação dos produtores de farinha da região, a considerável quantidade de casas de farinha existente no município, e a preocupação com a atitude dos produtores, que realizavam o despejo desse efluente em diferentes locais, gerando assim, um grande problema ambiental ao município, no que se refere a quantidade de áreas impactadas, fizeram com que a prefeitura municipal de Marcolândia, tomasse uma medida “remediativa”, de reservar uma área para criação de uma lagoa destinada a receber esse tipo de efluente (Figuras 25 e 26).

Em visita ao local informado, foi observado a intensidade dos impactos gerados pela atividade no município. A lagoa em questão, tratava-se apenas de um buraco de grandes dimensões, feito em um solo com característica arenosa, o que propicia uma maior percolação, ou seja, a infiltração do efluente no subsolo ocorre em maiores velocidade nesses tipos de solo, e como consequência disso ocorre em maiores velocidades a contaminação de lençóis freáticos. O mau cheiro, originado dessa atividade, poderia ser sentido a um grande raio de distância do local.

**Figura 26:** Lagoa criada para descarte do efluente produzido no município de Marcolândia



Fonte: Produzida pelo próprio autor

**Figura 27:** Lagoa destinada ao descarte do efluente



Fonte: Produzida pelo próprio autor

Embora existam vários estudos sobre as diversas formas de uso desse resíduo, como já mencionado nesse trabalho, observou-se que, devido à grande quantidade produzida, e provavelmente a resistência ao uso por medo, relacionado as suas características tóxicas, foi visto que a manipueira é pouco aproveitada.

As formas de aproveitamento do efluente identificadas foram: o uso como fertilizante na agricultura familiar e alimento animal. Além dessas duas formas de aproveitamento, foi observado que nas duas casas de farinha, localizadas no município de Várzea da Roça, existiam casas de produção de beiju (alimento originado da extração do polvilho), associadas, onde utilizavam a manipueira produzida como líquido de incorporação para o preparo da massa, durante a fabricação de beiju.

No caso do aproveitamento como alimento animal, a manipueira era armazenada, deixada em processo de fermentação durante um período que variavam de 5 a 10 dias, e só após esse tempo era fornecida às criações.

*“A manipueira é muito tóxica, por isso, antes de dar para o animal, a gente deixa descansar por 5 dias.”* (Proprietário de umas das casas de farinha)

#### 4.3.7 EMISSÕES ATMOSFÉRICAS

As emissões atmosféricas observadas foram oriundas de fumaça gerada pela utilização de queima da lenhas para o aquecimento da chapa que torra a farinha. Essas emissões causam problema ambientais, a exemplo da contribuição para aquecimento global, devido ao fato de o processo de combustão da madeira liberar o CO<sub>2</sub>.

Observou-se também emissões atmosféricas na forma gases gerados pela degradação natural da manipueira, esse tipo de emissão foi identificado pelo odor forte sentido durante as visitas.

As emissões atmosféricas advindas da queima da lenha, caracterizam um tipo de poluição comum a todas as casas de farinha visitadas. A lenha é usada como fonte de energia nesse processo por ser mais viável economicamente e de fácil disponibilidade.

## 4.4 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DA MANIPUEIRA

### 4.4.1 ANALISES FÍSICO-QUÍMICA DA MANIPUEIRA

Os valores obtidos de cada parâmetro analisado, foram comparados com os valores estabelecidos pela resolução CONAMA Nº 430/2011, que dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes.

Houve uma expressiva variação nos valores dos parâmetros de alcalinidade, DQO, DBO, cianeto e na série de sólidos totais (Tabela 8). Essa variação, na composição da manipueira é comum, pois cada variedade possui suas características, e além disso, essa questão também é influenciada por fatores, como: condições climáticas, época de plantio, tipo do solo, adubação utilizada (PARRY,2005; CEREDA 2001). Pode-se considerar também, que essas características do efluente são dependentes do nível de eficiência dos equipamentos utilizados nos processos de extração (COLIN et al., 2007).

**Tabela 8:** Composição físico-química das amostras de manipueira das casas de farinha visitadas.

Id.	pH	Temp. °C	Alcal. (mg/L) CaCO <sub>3</sub>	C.E. (µS.cm <sup>-1</sup> )	O.D. (mg/L)	DQO (mg/L)	DBO (mg/L)	Cianeto (mg/L)	ST (mg/L)	STF (mg/L)	STV (mg/L)
1	5,4	21,6	*	8100	*	83818,5	40000	*	58302	45406,3	12895,7
2	4,7	24	92,3	10300	*	84930,1	19426,5	42,95	68323,3	514010	169223,3
3	5,8	22,3	82,7	6200	7,5	92771,1	36629	145,12	20058,3	7166,7	12891,7
4	5,2	21	42,8	5000	7,7	82858,8	39000	141,36	81300	74601,7	5515
5	5,7	24,5	53,5	4800	6,9	103418	37340	141,86	68566,7	65275	3291,7
6	5,7	22,1	29,5	5500	7,5	173646	47340	99,5	84325	78083,3	6241,7
7	5,9	25,5	58,9	4900	7,7	79187,6	39000	139,57	70591,7	64594	5341,7
8	4,9	23,3	90,2	6670	*	103418	48000	72,78	7971,13	5908,75	1374,92
9	4,7	21,3	109,5	8300	6,9	89052,2	30660	*	*	*	134,13
10	4,9	22,3	109,8	8900	7,2	72472	41000	*	*	*	141,8
11	5,7	23,4	63,2	8700	6,2	51219,3	38666,7	60,62	8882,5	7313,33	1598,16

\*Não houve análise

#### 4.4.1.1 Potencial Hidrogeniônico - pH

O pH apresentou valores entre 4,7 e 5,9, como mostra a tabela 8. A resolução Conama Nº 430, de 13 de maio de 2011, em seu art. 16, estabelece que “Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente no corpo receptor desde que os valores de pH se encontrem entre 5 (cinco inteiros) a 9 (nove inteiros)”.

O pH influi no grau de solubilidade de diversas substâncias, na distribuição das formas livres e ionizadas de diversos compostos químicos, definindo inclusive o potencial de toxicidade de vários elementos. As casas de farinha de identificações numéricas 2, 8, 9, 10 (Tabela 8) apresentaram valores inferiores ao estabelecido pela resolução.

A fermentação da manipueira é um dos principais fatores que contribuem para o decréscimo no valor do pH. Com isso, podemos concluir que, mesmo que esse efluente seja despejado nos corpos receptores, enfaticamente na forma que foi apresentada nesse trabalho (despejo direto no solo), com valores de pH dentro da faixa permitida pela resolução 430/2011 do CONAMA, existe a possibilidade da redução do pH em pouco tempo após essa disposição final, para valores inferiores aos regulamentado por essa resolução. Visto que, se este parâmetro define o potencial de toxicidade de vários elementos, pode-se considerar que o pH seja um fator contribuinte para poluição dos corpos receptores após o descarte desse efluente, mesmo que dentro dos valores permitidos pela resolução.

O Art. 18 dessa mesma resolução estabelece que: “O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de ecotoxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

#### 4.4.1.2 Temperatura °C

A temperatura apresentou uma variação de 4,5°C, ficando entre os valores de 21°C a 25,5°C, enquadrando-se dentro dos valores permitidos pela resolução CONAMA Nº 430/2011 que dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, sendo que esses valores não devem provocar uma variação de temperatura do corpo receptor maior que 3°C no limite da zona de mistura.

#### 4.4.1.3 Alcalinidade em mg/L de CaCO<sub>3</sub>

Na determinação da alcalinidade das amostras coletadas nas casas de farinha visitadas, houve variação entre 29,5 mg/L e 109,8mg/L de CaCO<sub>3</sub>.

Na resolução CONAMA Nº 430/2011, a alcalinidade não se constitui como padrão para lançamento de efluentes em corpos receptores. No entanto, em um sistema de tratamento biológico a importância desse parâmetro está em neutralizar

os ácidos provenientes das intensas atividades microbológica, fazendo com que o efluente resista às variações bruscas de pH, ou seja, a alcalinidade é responsável pelo efeito tampão no meio, evitando assim o desequilíbrio microbológico do mesmo.

Partindo desse princípio, e considerando que a manipueira possui um elevado potencial poluidor, principalmente devido a sua alta carga orgânica, pode-se concluir que a alcalinidade determinada nas amostras é consideravelmente baixa, considerando a necessidade de uma boa capacidade de tamponamento nos sistemas de tratamentos biológicos para esse resíduo.

#### 4.4.1.4 Condutividade Elétrica

As amostras de manipueira apresentaram altos índices de condutividade elétrica, com valores entre 4.900 e 10.300  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Segundo Aprile et al., (2004), isso indica uma riqueza de íon e compostos orgânicos nesse tipo de resíduos. A alta condutividade elétrica deste efluente demonstra um potencial de risco de salinização dos solos se descartado sem tratamento (GUIMARÃES et al., 2013).

Além disso elevados valores de condutividade elétrica nas camadas do solo, podem comprometer a qualidade das águas subterrâneas, uma vez que os sais podem lixiviar ao longo do perfil do solo, alcançando o lençol freático.

Para Barana (2000), a preocupação com o resíduo manipueira é bastante significativa, já que a produção da farinha de mandioca gera entre 267 a 419 litros desse resíduo para cada tonelada de raiz processada.

A resolução CONAMA Nº 430/2011, não atribui valores máximos de condutividade elétrica permitidos para lançamento de efluentes em corpos receptores.

#### 4.4.1.5 Oxigênio Dissolvido - OD

Esse parâmetro teve variação entre 6,2 e 7,7 mg/L.

#### 4.4.1.6 Demanda Química de Oxigênio - DQO

A Demanda Química de Oxigênio, teve variação de 51219,3 a 173.946,3 mg/L. Confirmando o que foi enfatizado por Cereda (2001), que a manipueira caracteriza-se por conter elevada carga orgânica solúvel (DQO). Esse parâmetro concede a manipueira o alto potencial poluidor, pois pode reduzir os níveis de oxigênio dissolvidos em corpos de água, afetando assim a sua capacidade autodepuradora.

#### 4.4.1.7 Demanda Biológica de Oxigênio – DBO

Os valores de DBO das amostras analisadas foram expressivamente altos, ficando entre 19426,5 e 48000 mg/L. Valores altos de DBO proporcionam um consumo excessivo do oxigênio dissolvido no meio, limitando, assim, reservas disponíveis de oxigênio nos corpos receptores desse efluente.

A resolução CONAMA Nº 430/2011 permite a disposição em corpos receptores desses efluentes considerando uma remoção mínima de 60% de DBO. Com isso, conclui-se que, só é permitido a disposição final desse efluente em corpos receptores, após aplicação de formas de tratamentos capazes de reduzir 60% da DBO presente na manipueira.

#### 4.4.1.8 Cianeto

A variação de cianeto nas amostras ficaram entre valores de 42,95 e 145,12 mg/L. O teor de cianeto na manipueira depende da variedade da mandioca utilizada para produção da farinha. Foi observado que em algumas das casas de farinha visitadas, o processamento era realizado a partir da mistura de mais de uma variedade.

Além desse fator, outros podem justificar a variação nos valores de cianeto encontrado. Como o fato de cada uma dessas industrias processarem mandioca produzidas com técnicas agrícolas diferentes em termos de manejo do solo, tempo de cultivo do tubérculo considerando a data de plantio e colheita, e a própria tecnologia de processamento da raiz nesses locais durante a fabricação.

Para o lançamento em corpos receptores, a Resolução 430/2011 do CONAMA, estabelece que valores de cianeto presentes no efluente, não devem ultrapassar 1,0 mg/L. O que demonstra, mais uma vez nesse trabalho, a necessidade de um tratamento prévio desse efluente, antes de ser descartado no meio ambiente.

#### 4.4.1.9 Série de Sólidos Totais

As análises de sólidos totais apresentaram valores com uma variação discrepante, onde o valor mínimo encontrado foi de 7971,13 mg/L e o máximo de 84325,0 mg/L. As variações dos Sólidos Totais Fixos (STF) ficaram entre os valores de 7166,7 e 78083 mg/L. Em Sólidos totais Voláteis (STV), a variação ficou entre 134,3 e 169223,3 mg/L. Os sólidos totais nesse tipo de efluente são exclusivamente de

origem orgânica, considerando que o efluente foi formado a partir de um tubérculo (constituente vegetal).

Quanto maior a quantidade de sólidos, maior a taxa de conversão química e biológica do efluente (JORDÃO & PESSÔA, 2011; REFFATTI, 2007). Os sólidos também são importantes para determinação das características do lodo formado em um sistema de tratamento do efluente.

#### 4.4.2 ANALISES MICROBIOLÓGICAS DA MANIPUEIRA

As análises microbiológica da manipueira, foi realizada com o intuito de identificar e quantificar a presença de *Escherichia coli* (coliformes fecais), utilizando uma estufa incubadora à 44-45° C. No entanto, os resultados obtidos mostraram crescimento de três tipos de organismos (Tabela 9).

**Tabela 9.** Resultados das Análises microbiológicas

Amostra	Análise Microbiológica	
	Não Coliformes	<i>E. coli</i> (U.F.C/100ml)
1	4,23 x 10 <sup>6</sup>	Ausente
2	18 x 10 <sup>6</sup>	Ausente
3	8,6 x 10 <sup>6</sup>	Ausente
4	120,6 x 10 <sup>6</sup>	Ausente
5	Ausente	Ausente
6	38 x 10 <sup>6</sup>	Ausente
7	6,6 x 10 <sup>6</sup>	Ausente
8	4,0 x 10 <sup>6</sup>	Ausente
9	39 x 10 <sup>6</sup>	Ausente
10	26 x 10 <sup>6</sup>	Ausente
11	54 x 10 <sup>6</sup>	8,2 x 10 <sup>4</sup>

O resultado encontrado nas análises suspeita o desenvolvimento de *Salmonella Typhimurium* e *Shigella Flexneri*. O meio de cultura utilizado não permite a confirmação nem a quantificação desses organismos, pois em ambos os casos, as colônias que se desenvolvem no meio são identificadas pela coloração rosada, essa coloração também pode indicar presença de outros organismos.

A presença desses organismos ocorreu em grandes quantidades nas amostras analisadas, representados na tabela 9, por uma faixa que compreendem valores de 4,0 x10<sup>6</sup> à 120,6 x 10<sup>6</sup>. A presença desses organismos está associada ao contato com fezes animais e falta de higiene sanitária.

A *Salmonella Typhimurium* tem capacidade para se adaptar facilmente a diferentes meios, amplamente disseminado na natureza, trazendo riscos à saúde pública, visto que, é o maior causador de infecção intestinais humanas causadas por ingestão de alimentos (CAMARA et al., 1989). Esses organismos desenvolvem-se,

como parasitas em tratos intestinais de diversas classes de animais, e principalmente aves e répteis.

A *Shigella Flexneri* também trata-se de um parasita intestinal originário de tratos intestinais de animais em especial de porcos e humanos e é transmitida por falta de medidas básicas de higiene. Como já foi discutido nesse trabalho, as casas de farinha visitadas não possuem adequadas condições de higiene, e é comum o transito de animais no ambiente onde é realizado o processamento da mandioca. Esses fatores justificam a presenças desses organismos nas amostras de manipueira.

Apenas em uma casa de farinha houve presença de *E. coli* na amostra coletada. Nessa instalação, em específico, existe instalações sanitárias muito próximo do local onde é realizado o processamento da mandioca. Devido ao fato de essa casa de farinha possuir muros baixos, falta de vigilância e estar locada no centro urbano da cidade, próximo a um ambiente de lazer às margens do rio e a uma quadra poliesportiva, não existe o controle de entrada e saída de pessoas para o uso desses sanitários, o que pode comprometer a higiene sanitária do local (Figuras 27 e 28).

**Figura 28:** Sanitários próximo ao local de processamento da mandioca.



Fonte: Produzida pelo próprio autor

**Figura 29:** Área de lazer próximo à casa de farinha (orla da cidade). Muros baixos.



Fonte: Produzida pelo próprio autor

#### 4.5 ESTUDO DE DEGRADABILIDADE NATURAL DA MANIPUEIRA

Os resultados obtidos durante as análises do efluente, submetido a processo de degradação durante 30 dias de armazenamento, estão representados pela Tabela 11.

**Tabela 10:** Características físico-químicas e microbiológicas da manipueira, submetida a degradação em função do tempo de armazenamento.

Análises	Dias do mês											
	1º	2º	3º	4º	5º	7º	9º	10º	15º	20º	25º	30º
DQO (mg/L)	9766,60	9240,40	13119,63	9570,80	11186,17	8971,21	9742,16	9583,08	8995,68	8983,46	7869,84	6890,86
OD (mg/L)	5,82	5,72	5,50	5,43	5,00	5,20	4,97	5,00	4,71	4,20	3,70	3,20
DBO (mg/L)	6666,66	*	*	*	*	*	*	*	5900,00	*	*	5533,33
Ph	4,72	3,94	3,82	3,78	3,74	3,67	3,64	3,59	3,64	3,65	3,20	3,40
Fósforo (mg/L)	90,66	*	*	*	55,00	*	*	11,55	10,31	10,25	1,10	0,90
Nitrogênio (mg/L)	60,29	*	*	*	39,51	*	*	34,39	14,69	12,97	12,29	9,81
Alcalinidade (mg/L de CaCO <sub>3</sub> )	88,00	*	*	*	70,80	*	*	60,40	44,80	53,60	64,80	58,40
Cianeto (mg/L)	28,82	17,57	31,04	20,75	18,34	15,49	19,17	22,23	20,97	19,55	12,73	9,37
ST (mg/L)	1669,16	*	*	*	1565,00	*	*	1380,00	1047,50	719,16	545,83	494,16

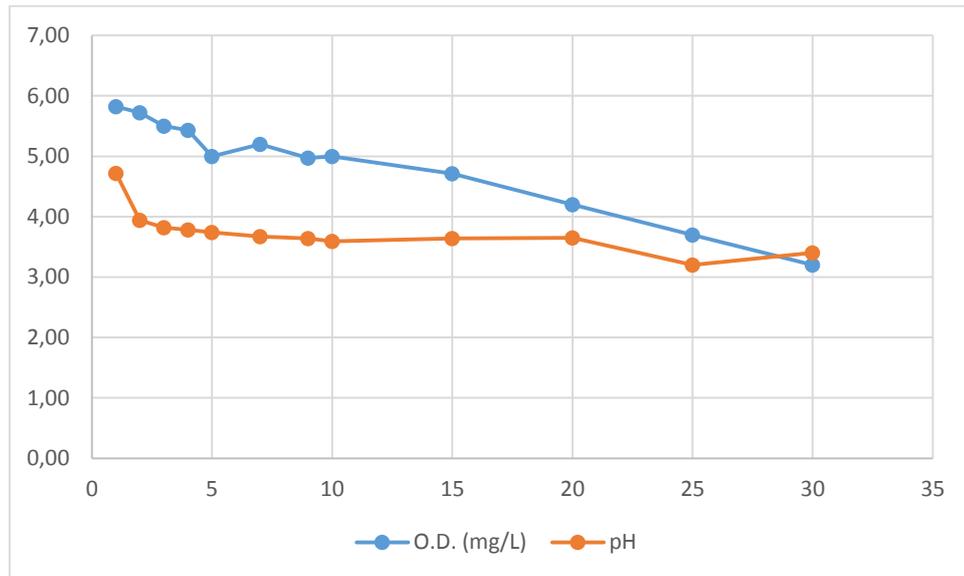
\*Análise não realizada no dia.

**Temperatura** - A temperatura do efluente variou entre 28°C e 32°C, esses também foram os valores de temperatura do ambiente onde encontrava-se armazenado o efluente.

**Potencial Hidrogeniônico** – O pH apresentou valores de 4,72 no primeiro dia, para 3,2 no trigésimo dia, o que traduz uma redução de 28% (Figura 29). A queda brusca de pH entre o primeiro e 2 dia indicam atividade fermentativa do efluente nas primeiras 24 horas de armazenagem.

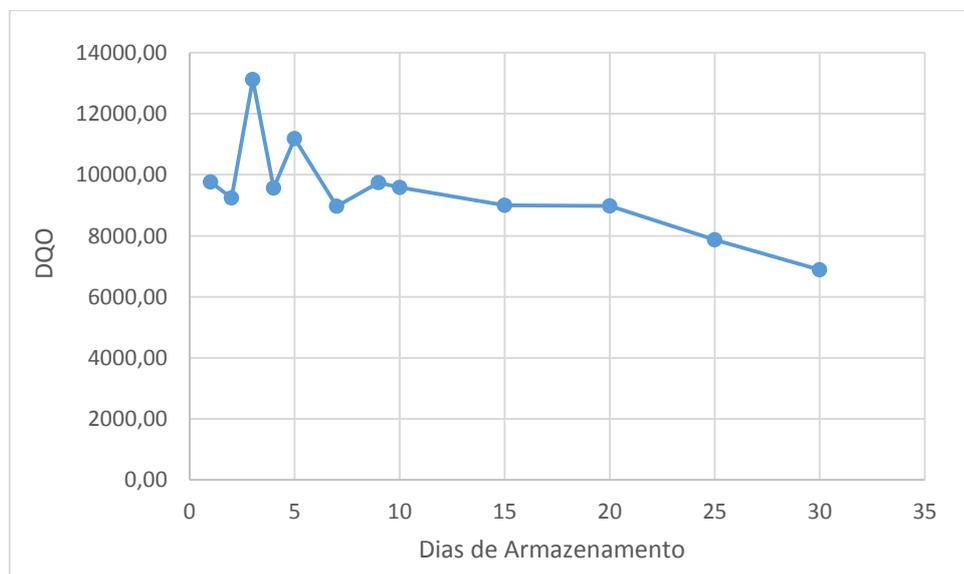
Essa queda de pH foi observada também em estudos da Embrapa (2011), sobre a degradabilidade desse subproduto, onde foi constatado que os valores de pH medidos imediatamente após a sua produção, decrescem, respectivamente, de 6,3 e 6,15 para 3,97 e 3,46 com 48 horas de fermentação podendo chegar a um valor de estabilização de 3,4 após 72 horas de fermentação.

**Oxigênio Dissolvido** - Apresentou uma queda de 5,82 a 3,2 mg.L<sup>-1</sup> (Figura 29). Essa queda de aproximadamente 45% representa o consumo de oxigênio durante as reações de degradação biológica da matéria orgânica. Foi observado no último dia uma expressiva camada de biofilme formada na superfície do efluente.

**Figura 30:** Valores de O.D. e pH em função do tempo de armazenamento.

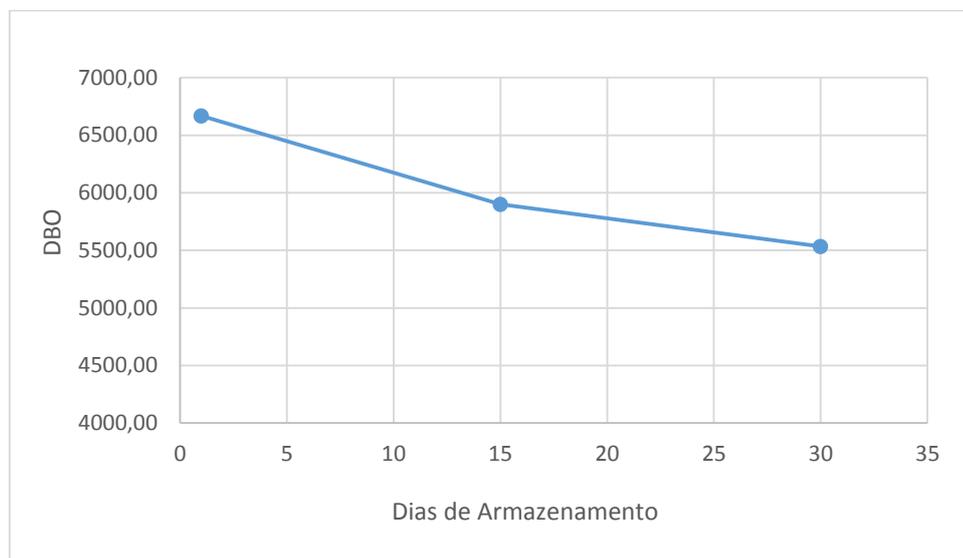
Demanda Química de Oxigênio - A DQO apresentou uma pequena redução de aproximadamente 8%, após 15 dias de armazenamento, e uma redução de aproximadamente 30%, após 30 dias de armazenagem (Figura 30). Esses dados comprovam a necessidade de um sistema de tratamento desse efluente, objetivando uma redução maior da carga orgânica da manipueira, e com isso, diminuindo significativamente o seu potencial poluidor.

A oscilação do valor da DQO, do 3º ao 5º dia, pode ter sido em consequência da tentativa de adequar um sistema de bombeamento para retirada do efluente, que provocou, uma agitação no efluente armazenado.

**Figura 31:** DQO em função do tempo de armazenamento.

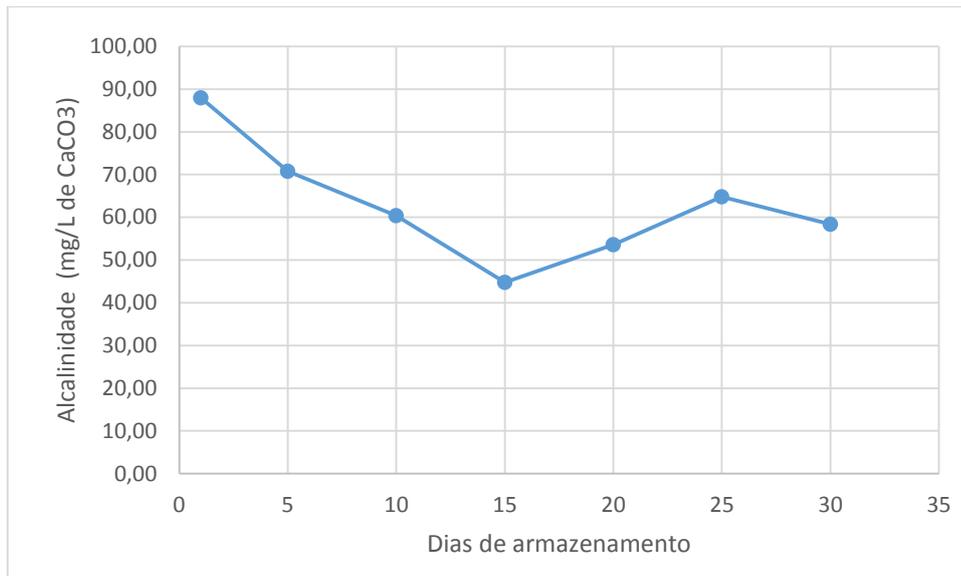
Demanda Bioquímica de Oxigênio – A redução da DBO também foi sutil, após 15 dias de armazenagem, houve uma queda de aproximadamente 12%, e aos 30º dia de armazenamento, a redução foi de aproximadamente 17% (Figura 31). Esses valores mostram que a degradação natural desse efluente não é uma alternativa de tratamento para o descarte desse efluente em corpos receptores, considerando que a resolução CONAMA Nº 430/2011 estabelece que a redução seja de no mínimo 60% de DBO.

**Figura 32:** DBO em função do tempo de armazenamento.



Alcalinidade - A alcalinidade apresentou uma redução significativa de 40%, após o 30º dia de armazenamento (Figura 32).

**Figura 33:** Alcalinidade em função do tempo de armazenamento.

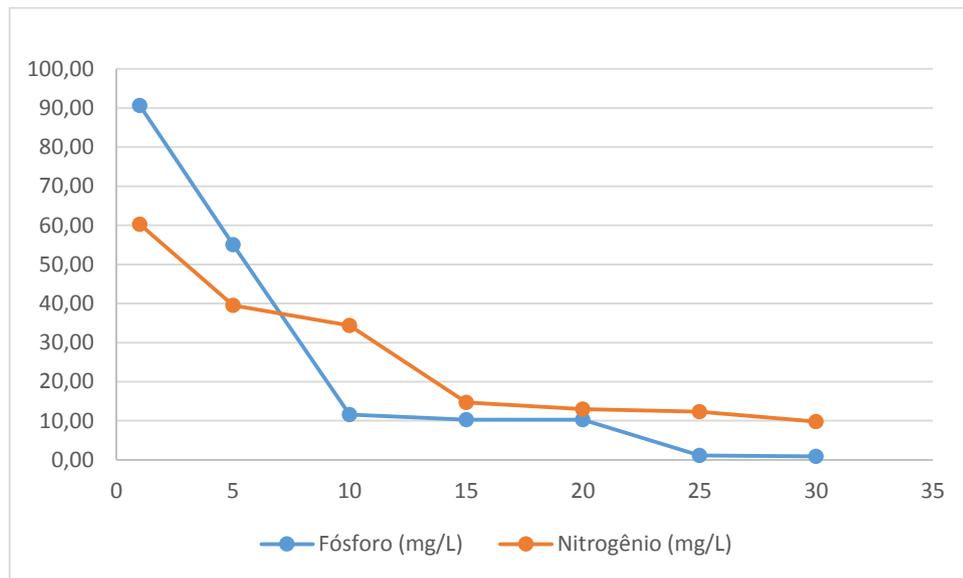


Nitrogênio e Fósforo – A redução das cargas de nitrogênio e fósforo foram bastante expressiva, ficando com valores respectivos de, 85% e 92% (Figura 33). O que demonstra a eficiência na remoção desses nutrientes durante a degradabilidade natural do efluente. É importante observar que a remoção do fósforo pode ter ocorrido de duas formas: remoção biológica ou remoção físico-química. A remoção biológica consiste na retirada de fósforo através do processamento do nutriente por organismos acumuladores capazes de realizar a retenção do fósforo na forma de fosfato. O processo de remoção físico-químico compreende a captura do fósforo na forma de fosfato por meio de íons de ferro, alumínio ou cálcio, visto a existência da relação de interação entre esses componentes, ocorrendo assim a precipitação desses nutrientes (GUALBERTO,2009).

Esses valores finais de nitrogênio estão dentro do exigido pela resolução CONAMA N° 430/2011.

O fósforo, analogamente ao nitrogênio, é um nutriente muito importante para o crescimento e reprodução de microrganismos, que promovem a estabilização da matéria orgânica, porém, o efluente rico em fósforo pode provocar proliferação excessiva de algas no curso d'água receptor (SILVA et al.,2003).

**Figura 34:** Valores de Fósforo e Nitrogênio em função do tempo de armazenamento.

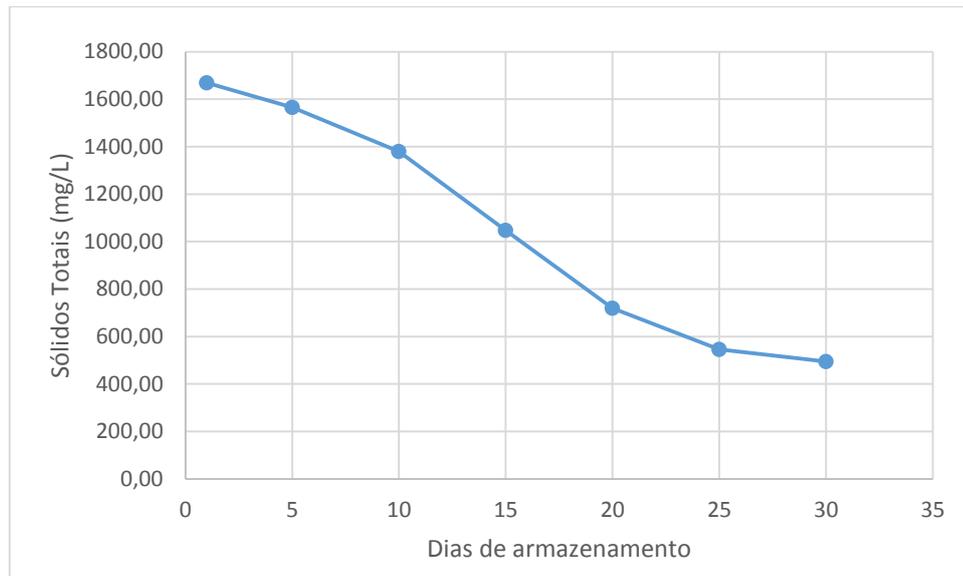


Cianeto - Os valores do cianeto livre sofreram uma redução de 68%, onde o valor final foi de 9,37 mg/L. Mesmo após 30 dias de armazenamento esse valor encontra-se bastante elevado quando comparado com o valor recomendado pela resolução CONAMA Nº 430/2011, que corresponde a 0,2 mg/L de cianeto livre.

Foi discutido anteriormente nesse trabalho, no item 4.3.4, que a degradação desse efluente durante um período de 5 a 10 dias, é a forma que os produtores de farinha encontraram para retirada do cianeto, antes de servi-la como ração animal. No entanto, nos períodos de 10 dias, o valor de cianeto foi de 22,23 mg/L, demonstrado com isso a persistência desse parâmetro a processos naturais de degradação biológica.

Além dessa discursão, deve-se trazer o questionamento do uso desse efluente na fertirrigação, adubação e no uso como pesticida natural de culturas agrícolas, devido ao alto teor de cianeto e de DBO, mesmo após a degradação natural por 30 dias, é necessário estudos detalhados sobre a adequada quantidade do efluente a ser aplicado, para que não provoque impactos ambientais negativos no solo, no corpos hídricos e lenções freáticos, ou até mesmo que provoque danos a própria cultura.

Sólidos Totais – A redução de sólidos totais foi significativa, 70,4%, reduzindo de 1669,16 no 1º dia, para 194,16 no 30º dia (Figura 34). No entanto o valor final, após os 30 dias de armazenamento, ainda traduz em um elevado teor de carga orgânica não complexada. É importante também ressaltar que parte dessa redução pode ter sido devido por precipitação.

**Figura 35:** Teor de sólidos totais em função do tempo de armazenamento.

As características do efluente degradado com um tempo de armazenagem de 30 dias demonstram que, mesmo havendo reduções bem significativas para alguns parâmetros (Tabela 12), o efluente ainda encontra-se em desacordo com as exigências impostas pela legislação.

**Tabela 11:** Redução, em porcentagem, do efluente no 15º e 30º dia após o 1º dia de armazenamento.

Parâmetro Analisado	Redução 15º dia	Redução 30º dia
OD (mg/L)	19%	45%
DQO (mg/L)	8%	30%
DBO (mg/L)	12%	17%
Ph	22%	28%
Fosforo (mg/L)	89%	92%
Nitrogênio (mg/L)	76%	85%
Alcalinidade (mg/L de CaCO <sub>3</sub> )	50%	40%
Cianeto (mg/L)	27,20%	68%
ST (mg/L)	37,50%	70,4%

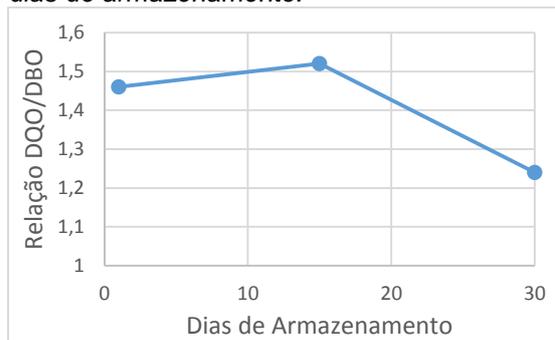
#### 4.5.1 TRATABILIDADE COM BASE NA RELAÇÃO DQO/DBO

A relação DQO/DBO no sistema tiveram valores 1,46, 1,52 e 1,24, respectivamente, para o 1º, 15º e 30º dias após o armazenamento (Figura 35 e Tabela 12). Em um tratamento biológico a tendência é essa relação aumentar, devido a redução da fração biodegradável. Quando o valor da relação é baixa, a fração biodegradável é elevada (VON SPERLING, 1996). No entanto, com os valores demonstram que, apesar do pequeno aumento entre o 1º e o 15º dia de

armazenamento, a relação foi decrescente, considerando o 1º e o 30º dia de armazenamento.

A caracterização e o estudo de degradabilidade natural, e finalmente a relação DQO/DBO desse efluente, mostraram que o mesmo é composto por uma elevada carga orgânica biodegradável. Amorim et al. (2013), em seu estudo, analisou a relação DQO/DBO em 16 amostras de manipueira e constatou que em sete amostras (43,8%) os valores dessa relação foram menores que 2,5, onde o valor mínimo, máximo e médio foram, respectivamente, 0.7, 2.0 e 1.4. A relação DQO/DBO com valores menores que 2,5 favorece tratamentos biológicos, por serem mais adequados nesses tipos de caso.

**Figura 36:** Relação DQO/DBO em função dos dias de armazenamento.



**Tabela 12:** Valores da relação DQO/DBO

Dias de Armazenamento	Relação DQO/DBO	Efluente Biodegradável VON SPERLING (1999)
1º dia	1,46	< 2,5
15º dia	1,52	< 2,5
30º dia	1,24	< 2,5

#### 4.6 RECURSOS NATURAIS UTILIZADOS

Os recursos naturais utilizados, no processo de fabricação da farinha, foram lenha e água. Quanto a utilização da madeira, a maioria dos entrevistados afirmaram que esta tem origem de áreas de Caatinga próximas à casa de farinha (Figura 37). Essa é uma questão preocupante, considerando que a Caatinga tem sido utilizada pelo homem por vários séculos e que, milhares de hectares da vegetação nativa da região são desmatados anualmente para produção de lenha, carvão, uso do solo para a pecuária e agricultura, gerando uma forte pressão sobre os recursos florestais.

É necessário que se faça um manejo adequado, levando em conta a capacidade de regeneração da vegetação nativa (APNE, 2009). Em caso de compra, essa aquisição deve ocorrer através de fornecedores legalizados pelo IBAMA.

A utilização da água no processamento da mandioca era principalmente, para lavagem das raízes descascadas e na limpeza de maquinários. Em oito, das onze casas de farinha visitadas, foi observado o uso de cisternas para o armazenamento da água utilizada na agroindústria. Isso porque a maioria das casas de farinhas visitadas encontravam-se em povoados, onde não existiam sistemas de abastecimento de água, e a disponibilidade de dessa água era feita através de carros pipa (Figura 38).

As outras três casas de farinha utilizavam água tratada e encanada, fornecida pela empresa responsável pelo abastecimento de água na região. Deve ser feito o uso racional desse recurso, considerando que a água utilizada no processamento está em contato direto com resíduos de manipueira, contaminando-se e tornando-se efluente a ser tratado. (SEBRAE, 2006)

**Figura 37:** Grande quantidade de lenha utilizado na fabricação da farinha.



Fonte: Produzida pelo próprio autor

**Figura 38:** cisterna utilizada para o armazenamento de água.



Fonte: Produzida pelo próprio autor

## 5 CONCLUSÕES

As agroindústrias de processamento de mandioca para fabricação de farinha pesquisadas, são MPEs (Micro e Pequenas Empresas), onde das onze, sete eram pequenas empresas e quatro microempresas. As agroindústrias, na maioria dos casos, faltavam estruturas essenciais, como as voltadas para o escoamento, drenagem e tratamento dos efluentes, bem como, fornos a lenha bem projetados e isolamento com o meio externo.

De acordo com os resultados, podemos inferir que não existe um plano de gerenciamento dos resíduos produzidos nas casas de farinha visitadas, e que a destinação final dos efluentes gerados apresentam-se inadequações em sua execução, pois não atendem as conformidades da resolução CONAMA Nº 430/2011.

Apesar das limitações encontradas, pelo teor de cianeto presente nos resíduos produzidos (subprodutos da mandioca beneficiada, para produção da farinha), as formas mais comuns de aproveitamento eram realizadas na forma de ração animal e adubação orgânica. Em alguns casos esses resíduos são comercializados.

Na caracterização físico-química, foram encontrados altos teores de cianeto e uma alta carga orgânica presente nas amostras de manipueira, confirmando o potencial poluidor desse efluente encontrado em outros estudos semelhantes. As análises microbiológicas indicaram contaminação por agentes causadores de parasitoses intestinais em homens e animais.

A degradabilidade natural da manipueira, armazenada por um período de 30 dias, apresentou remoção significativas de nitrogênio, fósforos e sólidos totais. No entanto, a remoção de DBO e cianeto não foram suficientes para enquadramento desse efluente na resolução CONAMA N° 430/2011.

Com os dados obtidos tanto na caracterização quanto no estudo de degradabilidade da manipueira, sugere-se estudos específicos que possam dar respostas sobre a melhor forma de manejo para o aproveitamento desses resíduos, além disso, indicam a necessidade de tratamentos biológicos que promovam uma maior remoção das cargas poluidoras desse efluente em um menor intervalo de tempo, considerando a expressiva quantidade que esse resíduo é produzido.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACP-UE (Centro Técnico de Cooperação Agrícola e Rural). **Como Fazer Farinha de Mandioca de Boa Qualidade**. Coleção Guias práticos do CTA, n.5, Wageningen, Países Baixos, 2008.

AWWA - AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. **Standar Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington DC: American Public Health Association, 2012.

AMORIM, M.C.C.; SILVA P.T.S; SOBRINHO, M.A.M.; SILVA, A.S.; VALENÇA, W.C.; ALVES, I. In : III Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais. Relação DQO/DBO5 em efluentes da agroindústria da mandioca (manipueira) no Submédio do Vale do São Francisco, Brasil. São Pedro. **Anais do III Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais**. São Pedro – SP, 2013.

APNE - ASSOCIAÇÃO DE PLANTAS DO NORDESTE. **Projeto Manejo Sustentado da Vegetação Lenhosa da Caatinga, com ênfase à Produção de Lenha para Uso Doméstico das Comunidades do Nordeste do Brasil, 2009**. Disponível em: <[http://www.kew.org/science/tropamerica/folhetoPortugues\\_final.pdf](http://www.kew.org/science/tropamerica/folhetoPortugues_final.pdf)> Acesso em: 23 jan. 2014.

APRILE, F. M.; PARENTE, A. H.; BOUVY, M. Análise dos Resíduos Industriais do Processamento da Farinha de Mandioca na Bacia do Rio Tapacurá (Pernambuco – Brasil). **Bioikos**, São Paulo, v. 30, n.2, p. 63-69, mar. 2004.

ARBEX, M.A.; CANÇADO J. E. D.; PEREIRA, L.A.P.; BRAGA, A.L.F.; SALDIVA, P.H.N. Queima de Biomassa e Efeitos Sobre a Saúde. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, Brasília, v. 30, n.1, mar./abr. 2004.

BARANA, Ana Cláudia. **Avaliação de tratamento de manipueira em biodigestores fase acidogênica e metanogênica**. 2000. 95p. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2000.

BARANA, A C. Despoluição da manipueira e uso em fertilização do solo. I Simpósio Nacional sobre a Manipueira. In: I SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A MANIPUEIRA, Vitória da Conquista. **Anais do I Simpósio Nacional Sobre a Manipueira**. Vitória da Conquista: 2008.

BIANCHI, V.L.; CEREDA, M.P. Balanço de massa de uma fábrica de mandioca de médio porte do estado de São Paulo. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.14, n.3, p.34-48, mar. 1999.

BORGES, M. DE F.; FUKUDA, W. M.; ROSSETI, A. G. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. **Pesquisa Agropecuária**, Brasília, v. 37, n. 11, p. 1559-1565, mar. 2002.

CAGNON, J. R.; CEREDA, M. P.; PANTAROTTO, S. **Série: Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas. Vol.2 – Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas**. Fundação Cargill. Ago/2002. CD-ROM.

CAMARA, F. P.; CARDOSO, M. A.; ALMEIDA, D. F. Análise genética de Salmonella typhimurium fermentadoras de lactose isoladas no Rio de Janeiro. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. v.22, n.2, p. 81-83, mar. 1989.

CARDOSO, Carlos Estevão Leite. **Competitividade e inovação tecnológica na cadeia agroindustrial de fécula de mandioca no Brasil**. 2003. 113p. Tese (doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CARDOSO, Érica. **Uso de manipueira como biofertilizante no cultivo do milho: avaliação do efeito no solo, nas águas subterrâneas e na produtividade do milho**. 2005. 67 f. Dissertação (mestrado em Ciências ambientais) – Universidade do extremo Sul de Santa Catarina, Criciúma, 2005.

CARVALHO, J. L. H. A parte aérea da mandioca na alimentação animal. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 10, n. 119, p. 28-36, mar. 1984.

CEREDA, M. P. **Caracterização dos resíduos da industrialização da mandioca**. In: CEREDA, M. P. (Eds), Resíduos da industrialização da mandioca. São Paulo; 1994.

CEREDA, M. P. **Caracterização dos Subprodutos da Industrialização da Mandioca**. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca. São Paulo: Fundação Cargill, v.4, 2001.

COLIN, X.; FARINET, J.L.; ROJAS, O.; ALAZARD, D. Anaerobic treatment of cassava starch extraction wastewater using a horizontal flow with bamboo as support. **Bioresource Technology**. New York v.98, mar. 2007.

DAHER, D.A.; MINEIRO, A.A.C.; DAMASO, J.; VILAS BOAS, A.A. **As Micro e Pequenas Empresas e a Responsabilidade Social: Uma Conexão a Ser Consolidada. IX SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia.** Resende-RJ, 2012.

ENGETECNO. Tecnologia de Fabricação de Farinha de Mandioca. Disponível em: <[http://www.engetecno.com.br/como\\_fabricar.htm](http://www.engetecno.com.br/como_fabricar.htm)> Acesso em: 30 dez. 2004.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Subprodutos da mandioca - composição dos resíduos sólidos.** Ministério de Agricultura e Pecuária e Abastecimento. Folheto Informativo. Porto Velho, RO, dezembro de 2005. Disponível em: <<http://www.cpafrro.embrapa.br/>>, Acesso em: 20 dez. 2013.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, **Mandioca no Cerrado: Orientações Técnicas.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Planaltina/DF, 2011.

FERREIRA, W.A.; BOTELHO, S. M.; CARDOSO, E. M. R.; POLTRONIERI, M.C.. Manipueira: Um adubo orgânico em potencial. EMBRAPA Amazônia Oriental. Belém, 2001.

FIORETTO, R. A. **Efeito da manipueira aplicada em solo cultivado com mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).** 1985. 122 f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, 1985.

GUALBERTO, F. **Otimização de processo de precipitação química na remoção de fósforo de esgotos sanitários mediante a utilização de sais de ferro como coagulante.** 2009. 14p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009.

GUIMARÃES, L.G.C; SANTOS, J.S; CARDOSO, K.M.; VIEIRA, T.L.; LUZ, Y.A.M.; BRAGA, M.A.; OLIVEIRA, M.D. Avaliação Comparativa das Características das Águas Residuárias do Processamento da Mandioca Artesanal e Industrial no Município de Vitória da Conquista-Ba. In: 53º Congresso Brasileiro de Química. Rio de Janeiro-RJ. **Anais do 53º Congresso Brasileiro de Química.** Rio de Janeiro-RJ, 2013.

IBGE (Brasil). Anuário estatístico do Brasil, 2005.

IBGE (Brasil). Anuário estatístico do Brasil, 2012.

IBGE (Brasil). Anuário estatístico do Brasil, 2013.

INOUE, K.R.A. **Produção de biogás, caracterização e aproveitamento agrícola do biofertilizante obtido da digestão da manipueira**. 2008. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de viçosa. Viçosa – MG, 2008.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C.A.. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. 6ª Edição. Rio de Janeiro: ABES. 2011.

LÔBO, C. P.; BELCHIOR, E. B.; AGUIAR, Z. L. P. de.; SOUSA, T. C. R. de; SOUZA, M. A. de; ARÁUJO, A. K. S. **A produção da mandioca (Manihot esculenta Crantz) no Brasil e no Cerrado**, 2009 Disponível em: < <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/660007> >, Acesso em: 27 dez. 2013.

MAGALHÃES, G. C.; VIANA, A. E. S.; PONTE C. M. A.; CARDOSO, A. D.; CARDOSO JÚNIOR, N.S.; GUIMARÃES D.G.; ANJOS, D.N.; FERNANDES, E. T.; FOGAÇA J.J.N.S.. Teor de Ácido Cianídrico de Cinco Variedades de Mandioca em Diferentes Épocas de Colheita. In: XIII Congresso Brasileiro de Mandioca. Botucatu-SP. **Anais do XIII Congresso Brasileiro de Mandioca**. Botucatu-SP, 2009.

MENEZES, C.S.. **Resíduos gerados nas agroindústrias da microrregião de Propriá e as práticas de gestão ambiental adotadas**. 2006. Dissertação (Mestrado - Programa Regional de Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão. 2006.

MICHELAN, A. C.; SCAPINELLO, C.; FURLAN, A. C.; MARTINS, E. N. FARIA, H. G.; ANDREAZZI, M. A. Utilização da casca de mandioca desidratada na alimentação de coelhos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. Maringá, v. 28, n. 1, p. 31-37, jan./mar. 2006.

MORESCO, D. A. **Aproveitamento do Resíduo Sólido Resultante do Processamento de Fécula de Mandioca na Elaboração de Barra Alimentícia**. 2009. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) Universidade do Estado de Santa Catarina. Pinhalzinho. 2009.

NEVE, V. J. M.; BROETTO, F.; MARCHESE J. A. Aproveitamento do Resíduo da Produção de Farinha de Mandioca na Produção de Álcool Fino. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, Botucatu, v. 4, p.14-21, 2008.

OLIVEIRA R. F. de; FURLAN JÚNIOR, J.; TEIXEIRA, L.B. **Composição química de cinzas de caldeira da agroindústria do dendê.** Comunicado Técnico, Embrapa Amazônia Oriental, n. 155, 2006.

PARRY, M.M.; CARVALHO, J.G.; KATO, M.S.A.; VIELHAUER, K.. Estado Nutricional da Mandioca Cultivada em Diferentes Épocas Sob Cobertura Morta e Duas Adubações. **Revista Ciências Agrárias.** Belém, n. 43, p. 91-114, jan./jun. 2005.

REFFATTI, P. F.; AGUIAR, C. M.; RODRIGUES, M. B. Estudo da bioconversão de resíduos lignocelulósicos por *Lentinula Edodes*: Produção e caracterização de proteína celular. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial.** Ponta Grossa, v.1, n.1, mar. 2007.

SANTOS A. **Usos e impactos ambientais causados pela manipueira na microregião sudoeste da Bahia-Brasil.** In: LUZON JL; CARDIM M. (coord). Problemas sociales y regionales em América Latina: estudio de casos. Barcelona: Universitat de Barcelona, p. 11-25, 2009.

SANTOS, E. F.; CARVALHO, F.S.; SILVA, J. C. G.; REZENDE, A.A.; MIYAJI, M. Agroindústria da Mandioca – O Caminho para a Sustentabilidade Econômica dos Beneficiadores do Bairro Campinhos em Vitória da Conquista – Ba. In: 47º Congresso da SOBER. Porto Alegre. **Anais do 47º Congresso da SOBER.** Porto Alegre, 2009.

SEBRAE (Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas do Estado de Alagoas). **Manual de Referência Para Casas de Farinha.** Relatório Técnico de Referência Para Casas de Farinha. Alagoas –SE, 2006.

SEBRAE (Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas da Bahia). **Mandiocultura: Derivados da Mandioca.** Salvador, 2009. Disponível em: <[http://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/mandioca\\_sebrae.pdf](http://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/mandioca_sebrae.pdf)>. Acesso em: 24 de Janeiro de 2014.

SILVA, F.F.; FREITAS, P.S.L.; BERTONHA, A.; REZENDE, R.; GONÇALVES, A.C.A.; DALLACORT, R. Variação a carga orgânica do efluente de fecularia de mandioca. **Acta Scientiarum,** Maringá, v.25, n.1, p.161-5, 2003.

SOARES, M. O. S..Impactos socioambientais das Casas de Farinha no desenvolvimento das comunidades de Campinhos e Simão –Vitória da Conquista(BA). **UESC/PRODEMA.** Ilhéus-BA, 2007.

TAGLIARI, P. S. Agro-indústria de mandioca de mandioca: desafios para os pequenos empresários. **Agropecuária Catarinense**, Santa Catarina, v. 9, p. 37-42, 1996.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. v. 1. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1996.

VON SPERLING, M. **Performance evaluation and mathematical modelling of coliform die-off in tropical and subtropical waste stabilisation ponds**, Water Research 33 (6), 1435-1448. 1999

ZANCAN, F. DALL'ASTA, G F.; DUARTE, T.A.; ROSSATO, M.V.; FREITAS, L.A.R.; GUSE, J.C.. **Diagnóstico ambiental das atividades agroindustriais de Santa Maria**. 1º Fórum Internacional Ecoinovar. Santa Maria-RS. Anais 1º Fórum Internacional Ecoinovar. Santa Maria-RS, 2012.

WOSIACKI, G.; CEREDA, M. P. **Valorização de resíduos de processamento da mandioca**. Publicatio UEPG, v.8, p.27-43, 2002.

## ANEXO – Formulário aplicado nas Casas de farinha.



**Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF**

**Formulário – Resíduos Gerado no Processamento da Mandioca nas Casas de Farinha**

Comunidade: \_\_\_\_\_ Município: \_\_\_\_\_

Coord. Geográficas \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

---

1. Quais os resíduos gerados no processamento da mandioca?

1.  Folha e ramos    2.  Casca/Raspa    3.  Crureira    4.  Manipueira  
 5.  Águas de lavagem das raízes    6.  Água de lavagem das telas    7.  Óleo do motor    8. Cinza/Fornalha  
 9.  Emissões atmosféricas:  Fumaças,  poeiras e  gases    10. Outros: \_\_\_\_\_

2. Qual o destino desses resíduos gerados?

3. Qual o tratamento ou manejo é realizado com o resíduo antes do destino final?

4. Comercializa algum dos resíduos (subproduto) proveniente do processamento da mandioca? Valor?

5. É feito algum tipo de processamento do resíduo para comercialização?

Sim     Não. Se sim qual?

6. Recursos Naturais consumidos na atividade do processamento da mandioca?

Fonte desses recursos?