



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO E GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**



**ANÁLISE QUÍMICA E FÍSICO-QUÍMICA DO TUCUPI DE ÁREAS RURAIS DA
REGIÃO METROPOLITANA DE MACAPÁ, SANTANA E MAZAGÃO**

MACAPÁ

2019

RAIMUNDO BARBOSA FERNANDES

**ANÁLISE QUÍMICA E FÍSICO-QUÍMICA DO TUCUPI DE ÁREAS RURAIS DA
REGIÃO METROPOLITANA DE MACAPÁ, SANTANA E MAZAGÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao colegiado do curso de
química como requisito final para obtenção
do título de licenciatura plena em química.

Orientador: Prof. Dr.:IRLON MACIEL
FERREIRA.

Co-Orientador: Me. VICTOR HUGO DE
SOUZA MARINHO.

MACAPA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá
Elaborado por Orinete Costa Souza – CRB2/1709

Fernandes, Raimundo Barbosa.

Análise química e físico-química do tucupí de áreas rurais da região metropolitana de Macapá, Santana e Mazagão / Raimundo Barbosa Fernandes ; Orientador, Irlon Maciel Ferreira; Coorientador, Victor Hugo de Souza Marinho. Macapá – 2019.

43 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Licenciatura em Química.

1. Área rural. 2. Mandioca. 3. *Manhiot esculenta* Crantz. 4. Alimentos - Análise. I. Ferreira, Irlon Maciel, orientador. II. Marinho, Victor Hugo de Souza, coorientador. III. Fundação Universidade Federal do Amapá. IV. Título.

664. 07 F363a
CDD. 22 ed.

RAIMUNDO BARBOSA FERNANDES

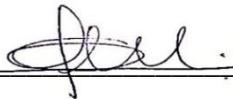
**ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DE AMOSTRAS DE TUCUPI DOS MUNICÍPIOS DE
MACAPÁ, MAZAGÃO E SANTANA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao colegiado do curso de
química como requisito final para obtenção
do título de licenciatura plena em química.

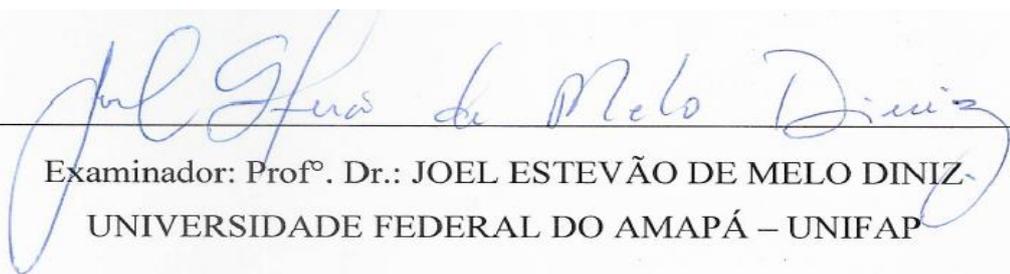
Orientador: Prof. Dr.: IRLON MACIEL
FERREIRA.

Coorientador: Me. VICTOR HUGO DE
SOUZA MARINHO.

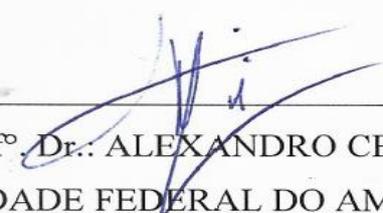
DATA DE APROVAÇÃO: 04/ 07/ 2010



Orientador: Prof^o. Dr.: IRLON MACIEL FERREIRA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ – UNIFAP



Examinador: Prof^o. Dr.: JOEL ESTEVÃO DE MELO DINIZ
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ – UNIFAP



Examinador: Prof^o. Dr.: ALEXANDRO CEZAR FLORENTINO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ – UNIFAP

**MACAPA
2019**

AGRADECIMENTOS

À Deus por sempre guiar os meus passos e abençoar as minhas escolhas.

Aos meus amados irmãos e aos meus pais, Maria R. Barbosa Fernandes e Raimundo Pereira Fernandes, por todo amor, carinho e apoio incondicional ao longo de minha vida, as minhas filhas, Fernanda Fernandes e Beatriz Fernandes.

Ao Prof^o. Dr. IRLON MACIEL FERREIRA, pela confiança, dedicação, apoio e valiosa orientação que proporcionou ao longo deste trabalho. Vou levar para minha vida todos os ensinamentos que tive nesse tempo de convivência. Muito obrigado por tudo.

Ao Ms. VICTOR HUGO DE SOUZA MARINHO pela oportunidade de poder trabalhar junto nestas análises, por toda dedicação, atenção e carinho na Co-Orientação desse trabalho. Muito obrigado.

Aos meus colegas e amigos da turma de 2015.2 e 2016.2, pela amizade e o respeito ao longo desses anos.

Aos meus amigos em especial: Prof^o. Me. Claudio Pinheiro da Silva Junior, Leandro Oliveira Botelho, Prof^o. Me. Kelton Luis Belém dos Santos, Luciane Barros Silva, Evaldo Barros Monteiro Junior, Prof^a. Me Joaquina Barboza Malheiros, Joel Miranda, Prof^o. Dr. Joel Estevão de Melo Diniz, Winter Moraes dos Santos, Ticiane Fernandes Dias, Pedro Henrique da Silva Barata, Ivana Leticia F. da Costa.

Aos meus irmãos: Ademilton Barbosa, Rosivane Barbosa, Rosilene Barbosa, Manuel Barbosa, Rosinaldo Barbosa, Rosivaldo Barbosa, Rosilda Barbosa e ao meu cunhado Jonilson Costa.

Dedico a minha amada mãe e ao meu já falecido e saudoso pai, as minhas filhas, familiares, aos meus amigos da turma de 2015.2, aos professores do colegiado de Química e laboratório LaBiorg.

“Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá.” (Ayrton Senna)

RESUMO

O tucupi é um produto muito consumido na culinária da população nortista do Brasil, principalmente entre os estados do Pará e do Amapá, sendo que no Amapá o consumo é bem moderado. No seu processo de produção a mandioca triturada e prensada e os produtores de farinha retiram um líquido denominado de manipueira, de onde se extrai o tucupi e a fécula. O preparo desse subproduto (da farinha) é feito da seguinte maneira: o caldo é colocado em baldes e mantido em descanso por 24 h, o amido é separado por decantação e o tucupi segue para fervura ficando propício para o consumo, onde são adicionados condimentos como sal e alho. A necessidade de quantificar os parâmetros físico-químicos desse processo fermentativo é devido á alta concentração de ácido cianídrico (HCN) produzido naturalmente durante o processo. A ingestão desse líquido sem os devidos cuidados pode ocasionar sérios problemas à saúde humana. Os seguintes parâmetros químicos e físico-químicos analisados foram: pH, índice de acidez titulável, umidade, teor de cinzas, densidade, quantificação de proteína e metais (Ca, Fe, Cu, Mn, Mg, Zn e K), contudo, para a obtenção destes dados foram seguidas as normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz.

Palavras-chave: Área rural, Amostras, Região metropolitana de Macapá.

ABSTRACT

Tucupi is a product widely consumed in the cuisine of the northern population of Brazil, especially between the states of Pará and Amapá, and in Amapá consumption is very moderate. In their production process crushed and pressed cassava and flour producers remove a liquid called manipueira, from which tucupi and starch are extracted. The preparation of this by-product (flour) is made as follows: the broth is placed in buckets and kept for 24 hours, the starch is separated by decantation and the tucupi goes to boiling being conducive for consumption, where spices are added like salt and garlic. The need to quantify the physicochemical parameters of this fermentation process is due to the high concentration of naturally produced hydrocyanic acid (HCN) during the process. Ingestion of this fluid without proper care can cause serious problems to human health. The following chemical and physicochemical parameters analyzed were: pH, titratable acidity index, humidity, ash content, density, protein and metal quantification (Ca, Fe, Cu, Mn, Mg, Zn and K), however, for To obtain these data, the Adolfo Lutz Institute Analytical Standards were followed.

Keywords: Rural area, Samples, Macapá metropolitan region.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO TABELAS, FIGURAS E GRÁFICOS

Tabela 01. Valores das médias e desvios padrões do pH das diferentes amostras de tucupi.....	32
Tabela 02. Acidez Total Titulável.....	33
Tabela 03. Determinação dos teores de Cu, Fe, Mn, Zn, Ca, Mg, k no tucupi.....	36
Tabela 4: Dados estatísticos das análises do tucupi.....	37
Figura 01. <i>Manihot esculenta</i> Crantz.....	15
Figura 02. Produtos oriundos da mandioca.....	16
Figura 03. Manipueira.....	17
Figura 04. Fórmula estrutural da linamarina e lotaustralina.....	19
Figura 05. Amostras do tucupi da feira e campo.....	23
Figura 06. Análise do pH do tucupi.....	24
Figura 07. Análise do pH do tucupi esterilizado.....	24
Figura 08. Análise do tucupi fervido.....	25
Figura 09. Determinação da acidez titulável.....	26
Figura 10. Secagem do tucupi no bico de Bunsen e na mufla.....	27
Figura 11. Determinação da densidade.....	28
Figura 12. Quantificação do teor de proteína.....	29
Figura 13. Digestão das amostras de tucupi.....	30
Figura 14. Preparo das amostras para leitura.....	30
Figura 15. Espectrofotômetro de absorção atômica.....	31
Gráfico 01. Dados de acidez do tucupi.....	33
Gráfico 02. Umidade das amostras de tucupi.....	34
Gráfico 03. Teor de cinzas do tucupi.....	35
Gráfico 04. Densidade do tucupi.....	35
Gráfico 05. Proteínas do tucupi.....	36

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ADEPARA - Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará.

DIAGRO - Agência de Defesa e Inspeção Agropecuária do Estado do Amapá.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

FMACP1 - Feira de Macapá localidade Pacuí.

FMACP2 - Feira de Macapá localidade Pacuí.

MAPC - Macapá Campo.

FMAZB - Feira de Mazagão localidade Breu.

FMAZP - Feira de Mazagão localidade Pirativa.

MAZC - Mazagão Campo.

FSANTM - Feira de Santana localidade Matapí.

FSANTT - Feira de Santana localidade Totoia.

SANTC - Santana Campo.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Mandioca	15
2.2 Manipueira.....	16
2.3 Tucupi.....	18
2.4 Glicosídeo cianogênico	19
2.5 Material e Métodos	20
2.6 Estudos da durabilidade do tucupi.....	20
2.7 Ensino e a aprendizagem de química	21
3 OBJETIVOS	22
3.1 Geral	22
3.2 Específicos.....	22
4 MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 Determinação do pH do tucupi.....	23
4.1.1 Determinação do pH do tucupi após autoclavagem	24
4.1.2 Determinação do pH do tucupi após fervura	25
4.1.3 Acidez total titulável do tucupi.....	25
4.2 Perdas por dessecação (Umidade) – secagem direta em estufa a 105°C.....	26
4.2.1 Teor de cinzas (Resíduo por incineração)	26
4.2.2 Medição da densidade do tucupi	27
4.2.3 Quantificação do teor de proteína.....	28
4.3 Determinação dos metais do tucupi por espectrometria de absorção atômica com chama (FAAS)	29
4.3.1 Análise estatística	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
5.1 Determinação do pH do tucupi.....	32
5.2 Acidez total titulável do tucupi.....	33
5.3 Umidade do tucupi	34
5.4 Teor de cinzas do tucupi.....	34
5.5 Densidade do tucupi	35
5.6 Determinação de proteína do tucupi.....	36
5.7 Teores de micronutrientes minerais do tucupi.....	36
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS	38

1 INTRODUÇÃO

A espécie vegetal *Manihot esculenta* Crantz, pertencente à família Euphorbiaceae, pode ser encontrada nos mais diferentes lugares do mundo. No Brasil mais precisamente nas regiões Norte e Nordeste são as que mais cultivam essa espécie, fazendo parte mesa dos nortistas pois é uma planta com raízes comestíveis que faz parte do cardápio de várias comunidades (SILVA, 2013). Durante o processo de extração e fabricação da farinha de mandioca, as raízes são trituradas formando assim uma massa com bastante líquido. A prensagem para separação do líquido da parte sólida, parte esta que segue para a torração que dará origem a farinha e o líquido muita das vezes chamado de manipueira dará origem ao tucupi, que é um molho parcialmente fermentado e condimentado (CHISTÉ; COHEN; OLIVEIRA, 2007).

O tucupi é um alimento de origem indígena extraído da raiz da mandioca¹ que antes mesmo da chegada dos portugueses já fazia parte da alimentação dos indígenas que aqui habitavam. As técnicas empregadas na extração do líquido hoje são bem mais mecanizadas, mas, ainda existem pequenas produções rurais que predomina a extração de modo rudimentar usando o tipiti² de onde é possível extrair o líquido da raiz cozida. Durante o processo de colheita do caldo há necessidade de deixá-lo em repouso de um dia para outro, para que haja a decantação do amido, fermentação e cocção, caso o líquido seja fervido com o tucupi, “o líquido fica liso” acarretando no seu descarte (RIBEIRO et al., 2015).

Os produtores do tucupi têm empregado aos seus produtos a sabedoria popular dos povos antigos, que já dominavam o cultivo da mandioca brava e a da mandioca mansa. O processo de cozimento do caldo é preciso para eliminação do ácido cianídrico que tem seu ponto de ebulição em torno de 25,7 °C, para o produto ficar próprio para consumo, recomenda-se que a sua fervura venha a ficar em torno de 24 minutos no máximo para que haja a evaporação do ácido (ZACARIAS, 2011).

De acordo com Oluwole (2015) os principais problemas de saúde associados à dieta altamente rica em compostos cianogênicos³ incluem: hipertiroidismo, resultante do

¹ **Aipim**, também conhecido como **mandioca** e **macaxeira**, é uma planta da espécie *Manihot esculenta* pertencente à família *Euphorbiaceae*, da qual fazem parte mais de 7000 espécies. <https://www.infoescola.com/plantas/aipim/> em: 06/07/2019.

² Peça cilíndrica, tecida de talas de palmeira, em que se mete a mandioca ou outra substância, de que se quer extrair caldo. <https://www.dicionarioweb.com.br/tipiti/> em: 06/07/2019.

³ Compostos cianogênicos encontram-se ligados a carboidratos denominados glicosídeos cianogênicos e é liberado após sua hidrólise (AMORIM; MEDEIROS; CORREA, 2006).

metabolismo do tiocianato no metabolismo do iodo; neuropatia atáxica tropical, uma desordem neurológica; e kongo, uma paralisia rápida e permanente.

A produção amapaense é limitada a pequenos produtores que fazem seus produtos apenas para sua própria subsistência e vendas moderadas nas feiras no decorrer da semana (SEGOVIA, 2011). E também o produto é comercializado pelos chamados atravessadores, que ficam com a maior parte do lucro das produções dos pequenos agricultores.

Ao longo da extração da manipueira, alguns agricultores se veem obrigados a descartar suas produções diretamente no solo devido não possuírem vasilhames para armazenarem o líquido, vindo a causar um sério desequilíbrio no solo e nos leitos dos rios SILVA et al (2017). Ocorrendo assim a poluição ambiental, proveniente da manipueira, resíduo líquido da prensagem da raiz de mandioca, que restringe fisicamente os locais de produção pela formação de enormes volumes deste líquido, provocando condições de insalubridade na população e afetando à saúde e a economia desta atividade (SANTOS, 2008).

Na etapa de beneficiamento da mandioca e posteriormente obtenção do tucupi, foi observada alguns fatores críticos que podem vim a prejudicar a sua qualidade e o sabor e posteriormente trazer sérios problemas aos consumidores.

Dentre os fatores considerados relevante temos: a precariedade na higiene-sanitárias das casas de farinhas, que não são assistidas pelo poder público para garantir uma melhor qualidade para os produtos, pois os produtores não possuem condições de investir melhor na sua produção.

No Estado do Pará o órgão competente para este fim é a Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará (ADEPARÁ), que diferentemente dos demais estados já possui normas para a produção do campo, e no Amapá, o Instituto de desenvolvimento Rural do Amapá (RURAP), que até o momento ainda não tem protocolo relacionado a uma padronização de produção do tucupi.

No entanto, o que se pode notar é que não há uma legislação específica para determinar o teor de cianeto no caldo, isso é preocupante, pois teores elevados desse composto podem estar relacionados a danos na saúde do consumidor. Devido à predominância de produção do tucupi em nível artesanal, há ausência de processos com parâmetros estabelecidos que garantam o padrão de identidade e qualidade recentemente estabelecido por órgão reguladores locais e nacionais (ABREU; MATTIETTO, 2014).

Diante deste contexto, estudos abordando parâmetros químicos e físico-químicos podem fornecer futuros protocolos para padronizar os variados procedimentos para a produção de tucupi, muitos autores são unânimes em debaterem essas questões, isso leva os pesquisadores a se motivarem a garantir a junção do conhecimento científico em prol da saúde.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Mandioca

A mandioca é uma planta dicotiledônea da família Euphorbiaceae e gênero *Manihot* (como mostra a figura 01). Este gênero apresenta pelo menos 5000 variedades de mandioca principalmente na América do Sul, África, Ásia e México, sendo que a única cultivada para fins alimentícios é a *Manihot esculenta* Crantz, a qual pode ser de variedade (cultivar) amarga (também chamada de brava) ou doce (também chamada de mansa), o que depende da quantidade do componente tóxico presente na planta (NASSAR; ORTIZ, 2010).

Sua toxicidade é classificada em função do teor de cianeto, como: mansa é denominação da mandioca que contém menos de 50 mg HCN/kg de raiz fresca sem casca, moderadamente venenosa apresenta de 50 a 100 mg de HCN/kg de raiz fresca sem casca, e venenosa ou brava, a qual apresenta um teor de HCN acima de 100 mg de HCN/kg de raiz fresca sem casca (CAGNON et al., 2002; BAYOUMI et al., 2010; SORNYOTHA et al., 2010).

Figura 01: *Manihot esculenta* Crantz



Fonte: Próprio autor.

A mandioca destaca-se como importante produto da agricultura familiar no Norte e Nordeste do Brasil, onde números expressivos de indivíduos de meio rural vivem da produção e processamento da farinha e outros produtos (figura 02), constituindo atividades de baixo

investimento e fácil comercialização (CEREDA; VILPOUX, 2003). A parte mais importante da planta é a raiz, rica em amido (fécula), utilizada como matéria-prima por indústrias (FILHO; BAHIA, 2010). A mandioca faz parte da cultura mais importante da agricultura familiar, assumindo papel de destaque na ocupação de mão-de- obra e geração de renda no meio rural (MENDES et al., 2015).

Figura 02: Produtos oriundos da mandioca: a) Plantação; b) Tubérculo; c) Tucupi; d) Goma.



Fonte: EMBRAPA, 2014.

O Nordeste e o Norte são duas Regiões que guardam uma forte semelhança pela quantidade de pequenas fábricas ou “casas de farinha” e pelo elevado consumo per capita deste produto. O estado do Pará continua líder na produção brasileira de mandioca, com 35% de participação na produção nacional, em 2015. A cadeia produtiva da mandioca tem forte presença no estado do Pará, com inúmeras fábricas e está presente nas feiras livres dos grandes centros consumidores (CONAB, 2015; COSTA, 2016).

2.2 Manipueira

Dentre os subprodutos do beneficiamento da mandioca destaca-se pelo volume gerado, a água residual ou de prensagem das raízes, denominada de manipueira, figura 03. Ela é

caracterizada como um extrato líquido, com aspecto leitoso, contendo fécula⁴ (5 a 7%), glicose, ácido cianídrico, bem como outras substâncias orgânicas (carboidratos, proteínas e lipídeos) e nutrientes minerais, e considera sua composição química variável, pois depende de fatores como variedade de mandioca processada e das condições edafoclimática do local onde foi cultivada (BARANA, 2001; FIORETTO, 2001).

Figura 03: Manipueira



Fonte: UFOPA, 2016.

A manipueira causa impacto negativo no meio ambiente quando dispensado diretamente em mananciais e no solo, devido à carga orgânica de poluente (CAMPOS et al., 2016). A preocupação com a manipueira é de importância relevante, já que a produção da farinha de mandioca gera entre 267 a 4419 litros desse resíduo para cada tonelada de raiz processada (CEREDA, 2002).

Dentre os resíduos oriundos da produção da fécula⁴ de mandioca (cascas, entrecasca e água residuária), a manipueira é a que apresenta maior potencial de poluição devido sua alta concentração de matéria orgânica e a sua deposição nos cursos de água, geralmente, sem o tratamento necessário (MATOS, 1995). Na industrialização da mandioca deve-se considerar

⁴ Conhecida também como goma, amido ou polvilho doce, a fécula de mandioca é um pó fino, branco, sem cheiro e sem sabor, que tem mais de 800 usos. <https://www.embrapa.br/mandioca-e-fruticultura> em: 06/07/2019.

identifica as melhores condições para promover a agregação de valores econômicos aos produtos, visando à redução dos impactos ambientais (PATINO, 2001).

Embora as manipueira sejam um resíduo que apresente riscos quando descartado “*in natura*” no meio ambiente (FERREIRA et al., 2001), a presença de nutrientes, sobretudo de potássio, magnésio, nitrogênio e do fósforo, sustenta a possibilidade de seu uso como fertilizante na atividade agrícola (DA PONTE, 2001). Na agroecologia pode ser utilizada na forma de defensivos agrícolas, fertilizantes e inseticidas.

No setor alimentício, no Estado do Pará, a manipueira é utilizada na fabricação do tucupi, ingrediente muito usado no preparo de caldos molhos de pimenta e pratos típicos (CAMPOS et al., 2009). Já no Estado do Maranhão, a manipueira é utilizada no preparo de uma bebida alcoólica de consumo local, conhecida por tiquira (COSTA, 2016). Relata-se ainda sua utilização no processo de fabricação de vinagre, sabão e tijolos ecológicos (; GAMEIRO et al., 2003).

2.3 Tucupi

O tucupi é um subproduto da produção da farinha de mandioca obtido durante sua fabricação. Em seu modo de preparo o tubérculo é descascado, higienizado e depois triturado resultando em uma massa úmida, que é levada a uma prensa onde se obtém a massa mais seca que será transformada em farinha e também a manipueira, de onde se faz a goma (fécula) e tucupi (CAGNON, 2002; CARVALHO et al., 2017).

A Agência de Defesa Agropecuária do Pará (ADEPARÁ, 2012) definiu o padrão de identidade qualidade ao tucupi. Nessa portaria ficaram asseguradas as ações de inspeção, fiscalização e controle dos aspectos higiênicos sanitários da produção de tucupi, e definiu o tucupi como sendo o produto e/ou subproduto obtido da raiz de mandioca e suas variedades, através de processo tecnológico adequado, com uso predominante na culinária paraense.

E quanto ao seu aspecto, ele deve ser um produto heterogêneo que apresenta duas fases distintas, uma sólida e a outra líquida, cujas características são perceptíveis quando o produto está em repouso. A cor do produto deve variar do amarelo claro ao amarelo intenso, quando homogeneizado (COSTA, 2016).

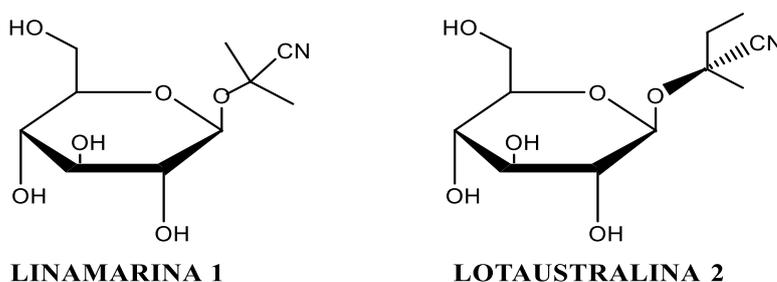
As práticas inadequadas de higiene dentro do ambiente onde são processados os alimentos podem resultar em contaminação de produtos por patógenos e, além disso, torna-los um risco para a segurança do produto. Vale ressaltar que todas as variações encontradas entre

os estabelecimentos podem estar relacionadas com etapas desde a colheita da mandioca até as condições do processamento, tais como manipulação, equipamentos, embalagem e pós-processamento, como acondicionamento, comercialização e distribuição (CAMPOS et al., 2016; CARMO, 2016; NASCIMENTO, 2017).

2.4 Glicosídeo cianogênico

A linamarina⁵ ainda segundo os autores, o processo fermentativo, anterior ao processo de fervura, permite a ação mais prolongada da linamarase, enzima que hidrolisa a linamarina (responsável pela liberação de HCN), que é aos poucos inibida pela acidificação e queda do pH em decorrência da fermentação. (CAMPOS; CARVALHO; MATTIETTO, 2016).

Figura 04: Estrutura molecular da linamarina e lotaustralina.



Fonte: ChemBioDraw Ultra (Próprio autor).

São consideradas plantas cianogênicas aquelas que contêm o princípio ativo o ácido cianídrico (HCN), este é um líquido incolor, muito volátil, considerado como uma das substâncias mais tóxicas que se conhece. Nas plantas, o cianeto encontra-se ligado a carboidrato denominados glicosídeos cianogênicos, sendo liberado após a hidrólise (CAMPOS, 2016; TOKARNIA et al., 2000).

Os principais problemas de saúde associados à dieta altamente rica em compostos cianogênicos incluem: hipertireoidismo, resultante do metabolismo do tiocianato no metabolismo de iodo; neuropatia atóxica tropical, uma desordem neurológica; e Konzo, uma

⁵ A linamarina foi isolada em 1906 a qual foi atribuída a responsabilidade pela toxicidade da mandioca somente em 1965 foi evidenciado que a maioria das plantas que continha linamarina apresentava também homólogo deste glicosídeo, a metil linamarina ou lotaustralina AMORIM, 2006.

paralisia rápida e permanente (HAQUE; SAYRE, 2002). O consumo regular e frequente de cianógenos causa a ocorrência bócio (CHISTÉ, 2011).

As folhas e os caules, em razão da mobilização para as raízes, são as partes que menos acumulam glicosídeos (JOSEPH; YEOH; LOH, 2001), por isso recomenda-se a utilização de folhas e caules mais maduros na alimentação animal, por apresentarem menor toxicidade, o que evitaria riscos de intoxicação (OLIVEIRA et al., 2012; SANTOS, 2008).

A concentração dos glicosídeos cianogênicos é variada em diversas espécies de plantas, dependendo do clima e outras condições que influenciam no crescimento da planta, como: adubação nitrogenada, deficiente de água e idade (LIMA JÚNIOR, 2010).

2.5 Material e Métodos

Os métodos empregados na pesquisa buscam contribuir para o melhoramento do subproduto (tucupi) para comercialização no estado do Amapá. “As amostras apresentaram grandes variações em suas características químicas e físico-químicas e microbiológicas, podendo oferecer um risco à saúde do consumidor” (CAMPOS et al., 2016). Em relação as análise feitas nas amostras, percebe-se a grande variante dos produtos, não havendo igualdades nas características físico-químicas do tucupi comercializado, fazendo-se necessária a realização de estudos para a elaboração de uma proposta visando a sua padronização e proporcionando um produto de melhor qualidade ao consumidor (CHISTÉ, 2007).

Estudos referentes aos parâmetros químicos e físico-químicos do caldo de tucupi, não comparam amostras puras vindas da roça com as que são encontradas em feiras de Macapá, Santana e Mazagão, pois muitas vezes são acrescentados aditivos como corante e água com a intenção de aumentar o rendimento do produto, prática muito comum nas feiras. Seria possível identificar as variações no produto caso houvesse acompanhamento do início ao fim no processo de fabricação, e desta forma os resultados seriam bem melhores (DUARTE, 2013).

2.6 Estudos da durabilidade do tucupi

Embora o tucupi apresente um baixo valor de pH (3,0 – 3,4) e uma elevada acidez (3,9 – 10,7 meq NaOH/100 mL), o produto é praticamente constituído por água (94,6 – 97,5% de umidade) o que o torna propenso a processos degradativos, de origem física, bioquímica e microbiológica (CHISTÉ et al., 2007).

Os alimentos são naturalmente perecíveis, pois numerosas mudanças ocorrem durante o processamento e a estocagem do tucupi, podendo influenciar adversamente na qualidade dos

alimentos, pois durante a estocagem, um ou mais atributos de qualidade podem alcançar um estado indesejável e o alimento poderá ser considerado impróprio para o consumo e venda comprometendo sua durabilidade (CAMPOS, 2016; MAN; ADRIAN, 2000).

2.7 Ensino e a aprendizagem de química

Verifica-se a necessidade de falar em educação química, priorizando o processo ensino-aprendizagem de forma contextualizada, ligando o ensino aos acontecimentos do cotidiano do aluno, para que estes possam perceber a importância socioeconômica da química, numa sociedade avançada, no sentido tecnológico. Para melhorar o processo ensino-aprendizagem, uma alternativa seria aumentar as atividades experimentais em laboratórios (TREVISAN; MARTINS, 2006; GONÇALVES; GALEAZZI, 2004; SILVA; ZANON, 2000; HODSON, 1994).

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Fazer um levantamento dos componentes químicos e físico-químicos do tucupi para identificar e avaliar o grau de acidez de cada amostra coletada.

3.2 Específicos

3.2.1-Identificar e avaliar as variantes de amostras de produção de tucupi das bancas de feirantes de Macapá, Santana e Mazagão.

3.2.2-Mostrar possíveis indicativos de padronização do tucupi e se está próprio para o consumo, para que não ocasione problemas de saúde aos consumidores.

4 MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de tucupi foram coletadas das principais feiras do estado Amapá, sendo duas de Macapá (FMACP1 e FMACP2), duas de Mazagão (FMAZB e FMAZP) e duas de Santana (FSANTM e FSANTT), foram coletadas também amostras do produtor rural (MAPC, MAZC e SANTC), com o intuito de serem analisadas e comparadas com as vendidas nas feiras, todas as análises foram feitas em triplicatas para uma maior precisão, seguindo os métodos analíticos do Instituto Adolfo Lutz (1985).

Figura 5: Amostras do tucupi da feira e campo.



Fonte: Próprio autor.

4.1 Determinação do pH do tucupi

No procedimento de determinação do pH, o potenciômetro (Linelab) foi calibrado previamente com as soluções tampões de pH 4 e 7 a 25 °C, onde 10 mL de cada amostra de tucupi foi separada em béqueres, após realizou-se leituras das amostras.

Figura 6: Análise do pH do tucupi



Fonte: Próprio autor.

4.1.1 Determinação do pH do tucupi após autoclavagem

Seguindo o procedimento anterior foram transferidos 10 mL de cada amostra para um erlenmeyer (125 mL) e autoclavados (20 min à 120 °C). Após resfriamento a temperatura ambiente, os mesmos tiveram seu pH aferido com o potenciômetro devidamente calibrado.

Figura 7: Análise do pH do tucupi esterilizado.



Fonte: Próprio autor.

4.1.2 Determinação do pH do tucupi após fervura

Em béquer de 50 mL foram transferidos 10 mL de cada amostra de tucupi e aquecido em chapa magnética, por 10 min à temperatura de aproximadamente 90 °C (até fervura). A determinação do pH das amostras foi realizada utilizando potenciômetro previamente calibrado.

Figura 8: Análise do tucupi fervido.

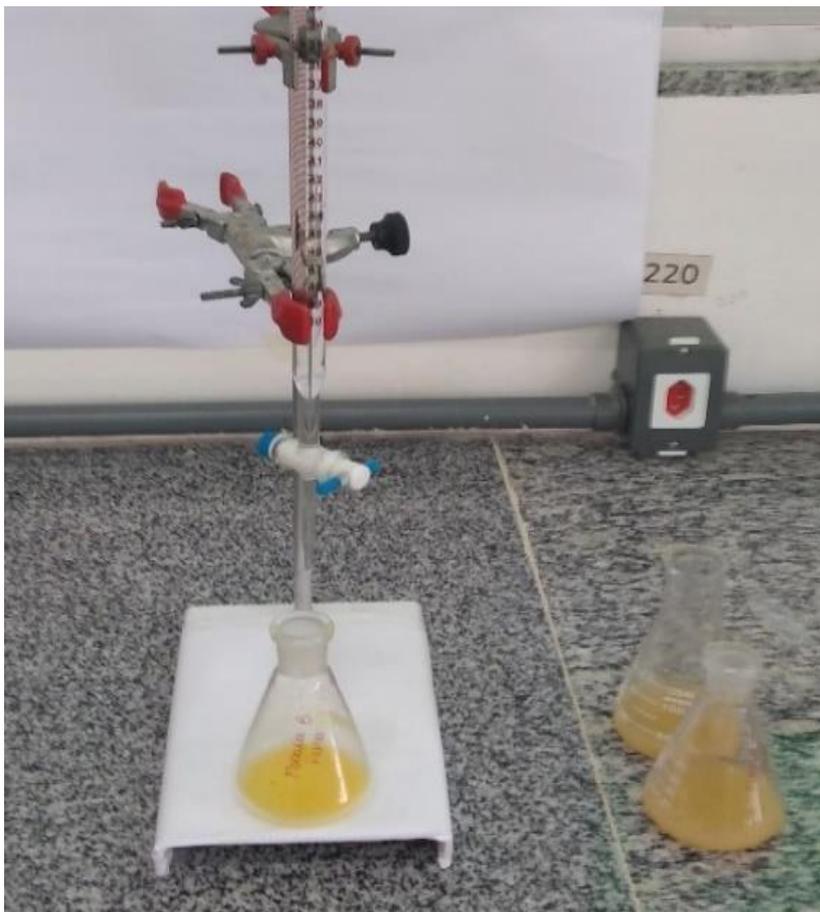


Fonte: Próprio autor.

4.1.3 Acidez total titulável do tucupi

Inicialmente foi preparado uma solução padrão de hidróxido de sódio a 0,1 M e transferida para uma bureta de 50 mL. Em seguida 10 mL do tucupi foi adicionado a um erlenmeyer de 125 mL e adicionado 2 gotas da solução alcóolica de fenolftaleína, o ponto de viragem da titulação foi observado quando a solução do erlenmeyer tornou-se rosa clara e em seguida anotou-se o volume de NaOH consumida durante a titulação.

Figura 9: Determinação da acidez total titulável.



Fonte: Próprio autor.

4.2 Perdas por dessecação (Umidade) – secagem direta em estufa a 105°C

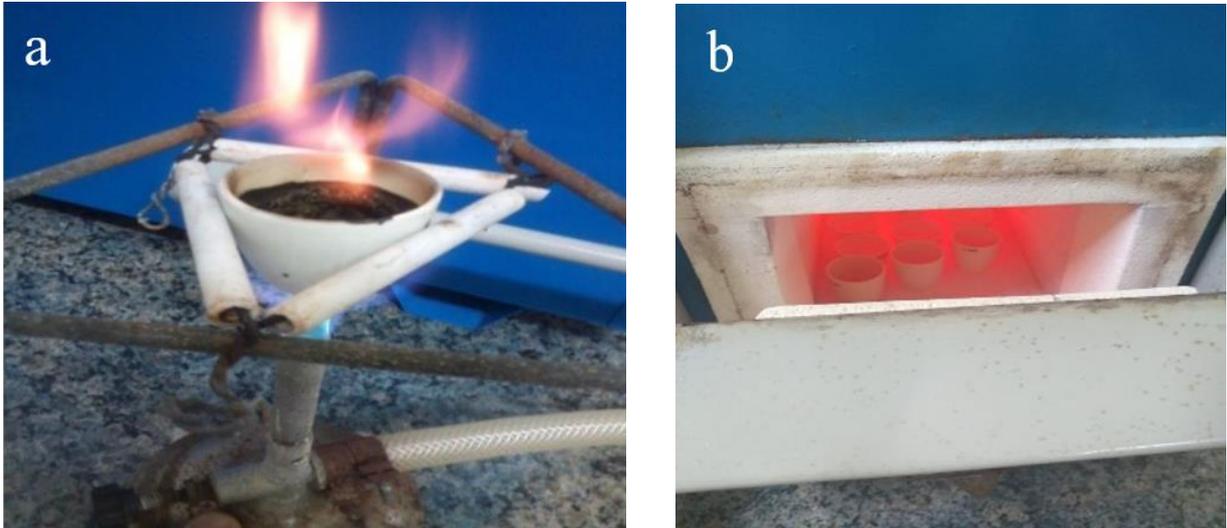
Em uma estufa de secagem e esterilização a 100 °C foram previamente secos cadinhos de porcelana para retirada da umidade, em seguida foram armazenados em um dessecador contendo sílica gel até completo resfriamento. Em seguida, os cadinhos foram pesados e adicionados 10 mL de tucupi. As amostras foram aquecidas durante três horas na estufa a 105 °C. Logo após os cadinhos foram colocados novamente no dessecador para resfriamento. O procedimento foi repetido até que o peso das amostras permanecesse constantes.

4.2.1 Teor de cinzas (Resíduo por incineração)

Para a determinação do teor de cinzas como descrito na figura 10, os cadinhos foram previamente secos e pesados, com o auxílio de uma proveta foi medido 10 mL de tucupi e transferidos para os cadinhos, após as amostras foram levadas para estufas a 100 °C até quase completa secura, em seguida foram armazenados em um dessecador contendo sílica gel até completo resfriamento, o resíduo resultante foi levado para forno mufla para a incineração a

550 °C até a completa eliminação do carvão. Em seguida os cadinhos foram levados novamente para o dessecador para resfriamento e então pesados para determinação do teor de resíduos.

Figura 10: a) carbonização do tucupi no bico de buíssem; b) calcinação do tucupi em mufla.



Fonte: Próprio autor.

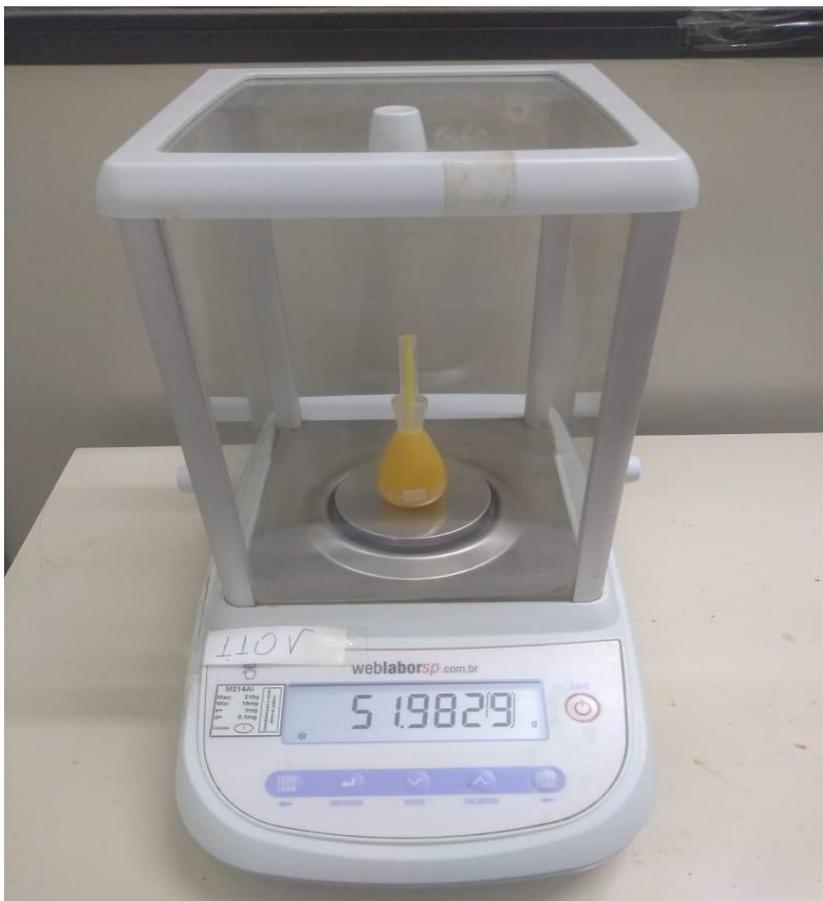
4.2.2 Medição da densidade do tucupi

Foram previamente pesados em balança analítica picnômetros vazios, e então foram transferidos 25 mL de cada amostra para os mesmos. Em seguida foram novamente pesados na mesma balança para a determinação da densidade de cada amostra de acordo com a seguinte equação.

- m_1 a massa do picnômetro vazio;
- m_2 a massa do picnômetro cheio com o líquido tucupi, cuja densidade relativa se deseja determinar;
- v volume do picnômetro.

$$p = \frac{m_2 - m_1}{v}$$

Figura 11: Determinação da densidade.



Fonte: Próprio autor.

4.2.3 Quantificação do teor de proteína

As amostras foram previamente identificadas e adicionadas em tubos de ensaios. A determinação de proteína do tucupi foi realizada pela adição de 500 μL de amostra em 1 mL do reagente de Bradford, preparado da seguinte forma: 100 mg de azul brilhante de coomassie G-250 em 50 mL de etanol 95% e 100 mL de ácido fosfórico 85% e o volume final da solução foi completado para um litro com água destilada. As amostras reagiram por 2 minutos em temperatura ambiente ($25\text{ }^{\circ}\text{C}$), em seguida a absorbâncias das amostras foram mediadas a 595 nm em espectrofotômetro (SHIMADZU UVmini-1240), a análise da proteína foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Treichel et al. (2016).

Figura 12: Quantificação do teor de proteínas.



Fonte: Próprio autor.

4.3 Determinação dos metais do tucupi por espectrometria de absorção atômica com chama (FAAS)

As concentrações dos minerais Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn e Zn nas amostras de tucupi foram realizadas de acordo com a metodologia de Alves (2013) com adaptações, utilizando espectrômetro de absorção atômica com chama, da marca Shimadzu (modelo AA-6300). As fontes de radiações utilizadas foram lâmpadas de catodo oco com comprimento de ondas de 422,7 nm, 324,8 nm, 248,3 nm, 766,5 nm, 285,2 nm, 279,5 nm e 213,9 nm, respectivamente. A corrente usada nas lâmpadas foram de 15 mA (Ca), 10 mA (Cu), 12 mA (Fe), 10 mA (K), 10 mA (Mg), 10 mA (Mn) e 10 mA (Zn). Mistura de ar e acetileno foi usada como gás oxidante e combustível respectivamente. Para se iniciar a determinação, 10 mL de cada amostra de tucupi foram digeridas em bloco digestor com 5 mL de ácido nítrico 50% (V/V) a 85 °C por duas horas, após a digestão as amostras foram filtradas e transferidas para balão de 50 mL e aferidas até o menisco com água deionizada. Foram construídas curvas analíticas utilizando quatro concentrações: (1,0; 2,0; 4,0; 0,5 mg. L⁻¹) para o Ca; (0,1; 0,5; 0,3; 0,4 mg. L⁻¹) para o Cu; (0,5; 1,0; 1,5; 2,0 mg. L⁻¹) para o Fe; (0,1; 0,2; 0,4; 0,8) para o K; (0,4; 0,2; 0,6; 1,0 mg. L⁻¹) para o Mg; (0,2; 0,1; 0,4; 0,6;) para o Mn e (0,1; 0,2; 0,4; 0,6 mg. L⁻¹) para o zinco das soluções padrões para cada elemento. Os valores de coeficiente correlação das curvas analíticas para

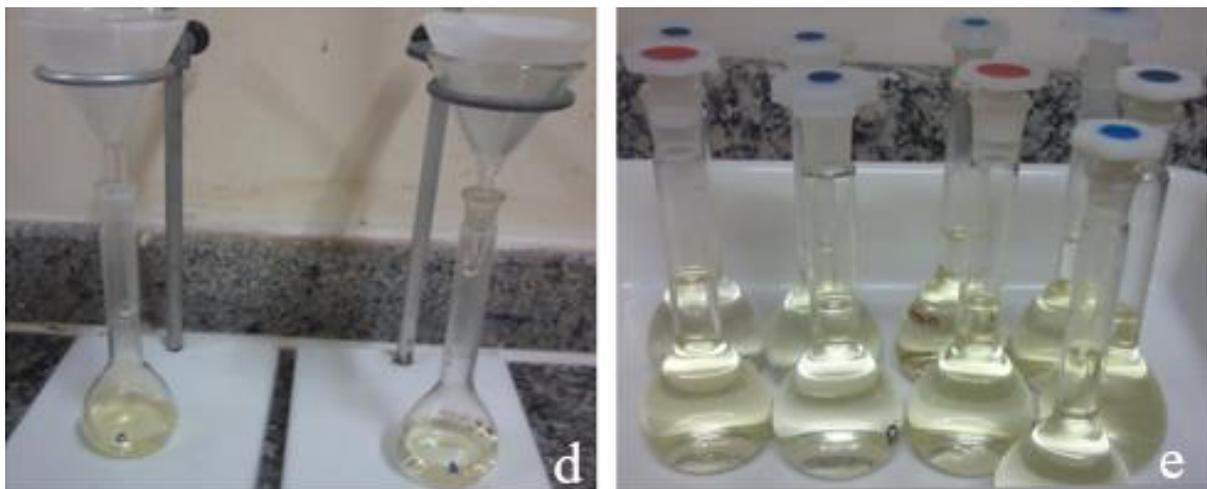
cada elemento foram 0,9996 (Ca), 0,9997 (Cu), 0,9993 (Fe), 0,9987 (K), 0,9980 (Mg), 0,9990 (Mn) e 0,9957 (Zn). O limite de detecção foi obtido pela leitura do branco em triplicas para cada elemento analisado. A exatidão do método foi determinada através do método de adição e recuperação, onde concentrações conhecidas de cada elemento analisado foram adicionadas a amostra e em seguida as mesmas foram submetidas a determinação dos elementos estudados por absorção atômica.

Figura 13: a) Amostras do tucupi, b) Digestor, c) Amostras do tucupi digeridas no ácido nítrico.



Fonte: Próprio autor.

Figura 14: Preparo das amostras para leitura. d) Aferição como água destilada, e) Amostras prontas para leitura.



Fonte: Próprio autor.

Figura 15: Espectrofotômetro de absorção atômica. a) Aparelho de absorção, b) Leitura das amostras do tucupi



Fonte: Próprio autor.

4.3.1 Análise estatística

Os dados foram expressos em médio e desvio padrão das triplicatas usando o programa Microsoft Excel (2016).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Determinação do pH do tucupi

Os resultados da caracterização físico-química das amostras de tucupi que são vendidas nas principais feiras de Macapá, Mazagão e Santana está listado na tabela 1.

Tabela 1 – Valores das médias e desvios padrões do pH das diferentes amostras de tucupi.

Amostras de tucupi		pH inicial	pH pós fervura	pH pós autoclave
Mac. Feira	FMCP1	3,55 ± 0,00	3,54 ± 0,01	3,49 ± 0,01
Mac. Feira	FMCP2	3,81 ± 0,00	3,76 ± 0,00	3,78 ± 0,00
Mac. Campo	MAPC	3,78 ± 0,00	3,72 ± 0,00	3,80 ± 0,00
Maz. Feira	FMAZB	4,06 ± 0,00	4,03 ± 0,00	4,02 ± 0,00
Maz. Feira	FMAZP	3,85 ± 0,00	3,81 ± 0,00	3,79 ± 0,00
Maz. Campo	MAZC	4,09 ± 0,00	3,98 ± 0,01	4,07 ± 0,01
San. Feira	FSANTM	3,90 ± 0,00	3,86 ± 0,00	3,88 ± 0,00
San. Feira	FSANTT	3,48 ± 0,00	3,40 ± 0,00	3,46 ± 0,00
San. Campo	SANTC	3,73 ± 0,00	3,73 ± 0,01	3,73 ± 0,01

Os valores de pH das amostras comercializadas e colhidas nas diversas fontes produtoras, mostrou uma variação entre 3,4 e 4,09, indicando que o tucupi é um alimento de pH baixo e, respectivamente, de alta acidez. Não foi observado variação significativa entre as amostras, após o processo de fervura e autolavagem. Mostrando que tais processos não influenciam no teor de acidez das amostras, muito embora, o tempo que se sucedeu na fervura seja a metade do tempo que o agricultor costuma, que é de 24 min.

A importância do pH pode estar ligada a influência de atividade enzimática. Em consenso com CEREDA (2002), quando ocorre dilaceração dos tecidos vegetais das raízes de mandioca, o glicosídeo cianogênico presente é clivado em glicose e acetonacianoidrina, devido à ação catalisadora da enzima β -glicosidase (linamarase). Na etapa que leva ao processo final das ações enzimáticas por meio da hidrólise, a acetonacianoidrina sofre um processo de transformação em ácido cianídrico e acetona, para essa fase a catalise da enzima hidroxinitriloliase se perpetua nua faixa de 3,5 a 0,6.

Nas análises feitas nas amostras apenas a da feira de Santana da localidade do ramal da totoia ficou abaixo dessa faixa com um pH de 3,48, as demais ficaram dentro do esperado para essa faixa de ação da enzima, podendo levar a hidrólise da linamarina. Os dados verificados das amostras mostraram uma falta de padronização no processamento de produção do tucupi.

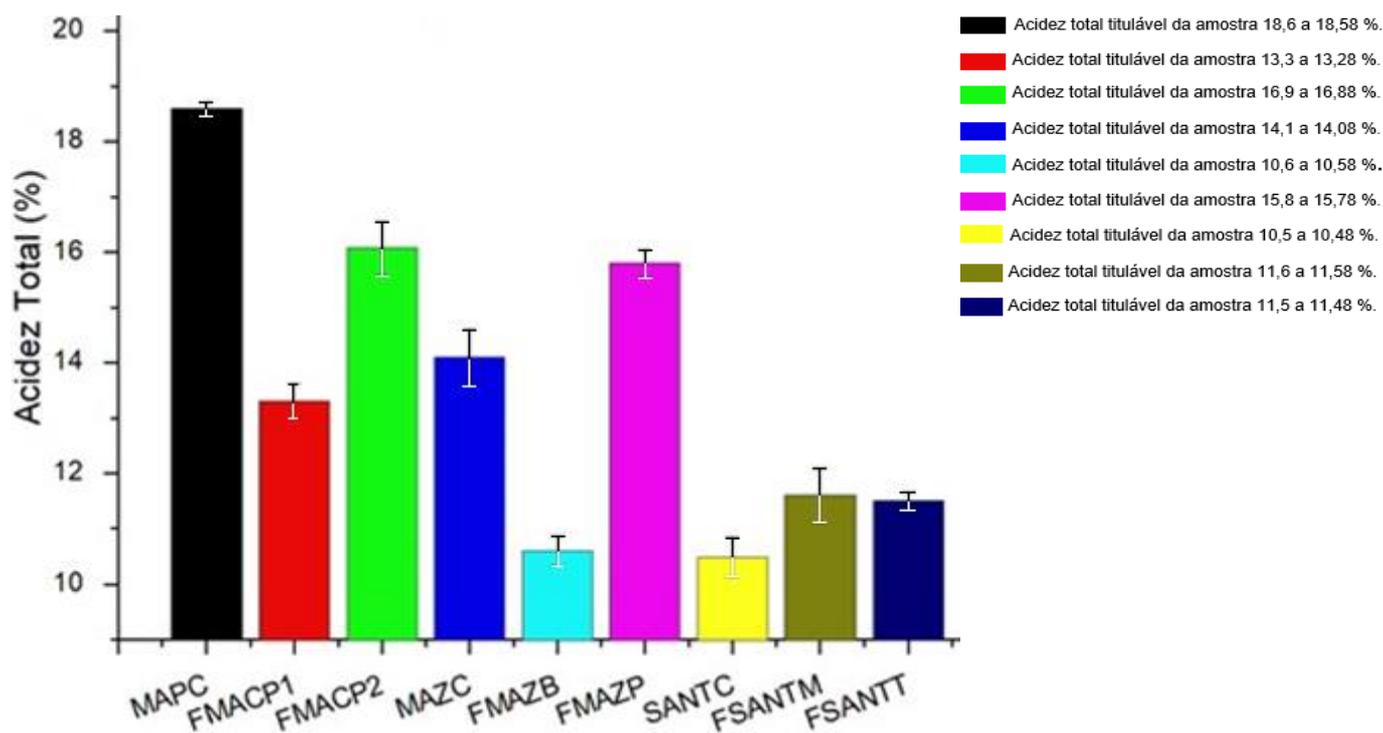
5.2 Acidez total titulável do tucupi

O teor de acidez das amostras listados na tabela 2, foi observado uma variação de 10,5 e 18,6 meq NaOH/50 mL (igual a 0,95 g e 1,67 g de ácido láctico/50 mL) estatisticamente temos ($p > 0,05$). Isso ocorre por que o teor de acidez tende a estar diretamente ligado a redução do pH que durante a fermentação ocorre a liberação de ácido. Valores semelhante foram encontrados por CAMPOS (2016) e CHISTÉ et al., (2007).

Tabela 2 – Acidez Total Titulável.

Amostras de tucupi		Acidez Total Titulável (meq NaOH/50 mL)	% de ácido láctico
Mac. Feira	FMCP1	13,3 ± 0,40	1,19
Mac. Feira	FMCP2	16,9 ± 0,64	1,52
Mac. Campo	MAPC	18,6 ± 0,15	1,67
Maz. Feira	FMAZB	10,6 ± 0,34	0,95
Maz. Feira	FMAZP	15,8 ± 0,35	1,42
Maz. Campo	MAZC	14,1 ± 0,66	1,26
San. Feira	FSANTM	11,6 ± 0,64	1,04
San. Feira	FSANTT	11,5 ± 0,20	1,03
San. Campo	SANTC	10,5 ± 0,50	0,94

Gráfico 1: Dados de acidez do tucupi.

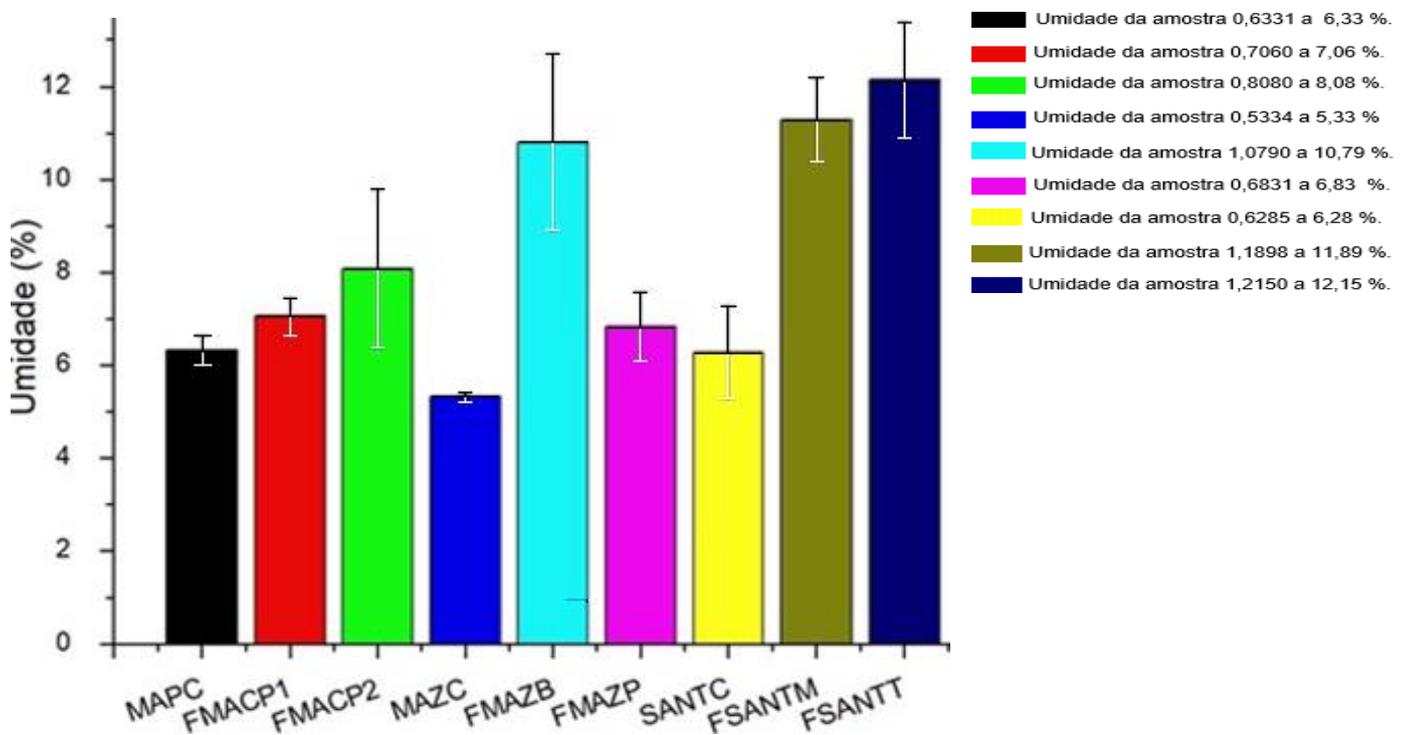


Podemos destacar as amostras FMACP2 16,9 e MAPC 18,6 como sendo as que tiveram uma acidez titulável maior, já as que mostraram menor acidez titulável foram as amostras FMAZB 10,6 e SANTC 10,5.

5.3 Umidade do tucupi

A determinação da umidade no tucupi mostrou valores percentuais na faixa de 94,67% a 87,85%, desse modo, pode-se inferir que os valores de sólidos totais encontrados nas amostras foram de 5,33% MAZC a 12,15% FSANTT, tau resultado pode ser atribuído ao adicionamento de água no produto pelos feirantes.

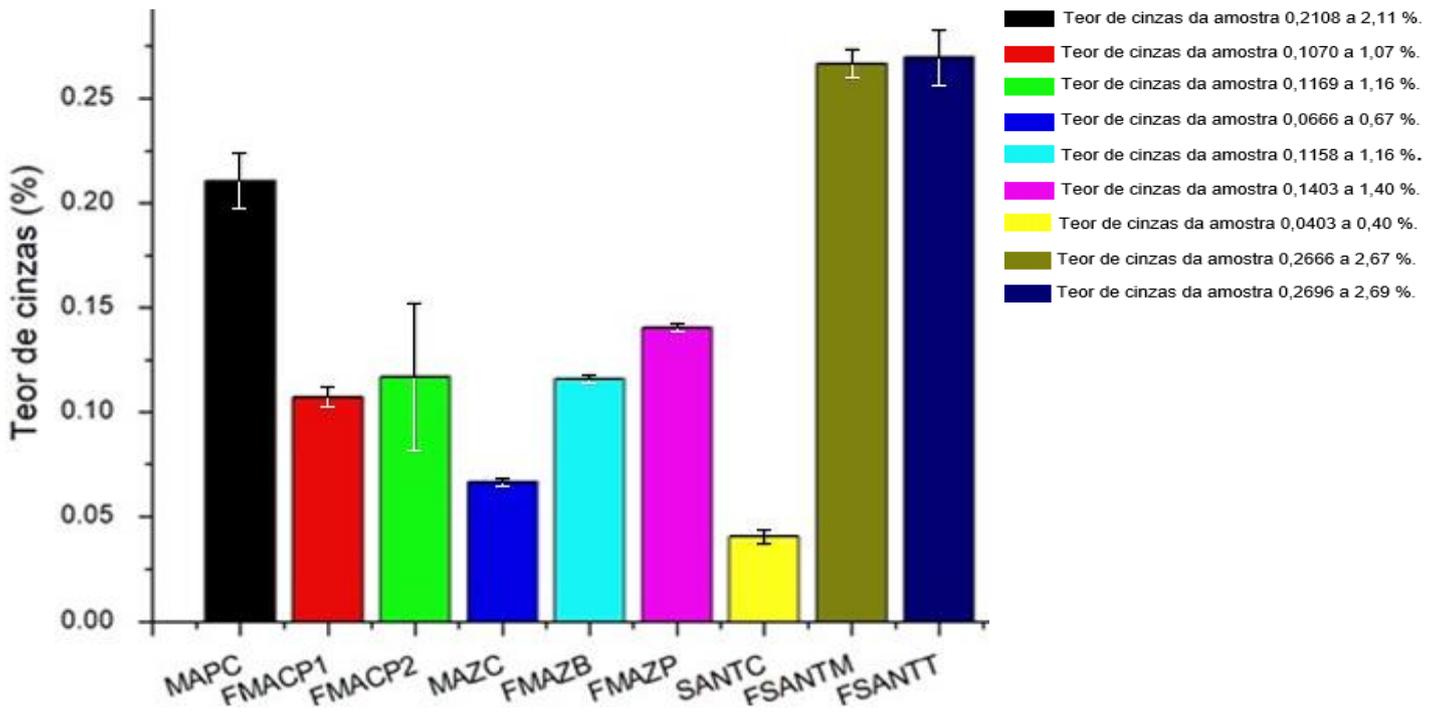
Gráfico 2: Umidade das amostras de tucupi.



5.4 Teor de cinzas do tucupi

Na determinação de teor de cinzas, foi observado uma grande variação entre os grupos, feira, cidade e amostra coletada diretamente do manejo, variando entre 0,40% a 2,69%. Vale destacar as duas amostras da feira de Santana que tiveram uma equiparação de 2,67% a 2,69%, essa diferença, está ligado ao armazenamento e a transporte desse produto pelos feirantes, contudo, o solo dessa região pode influenciar também.

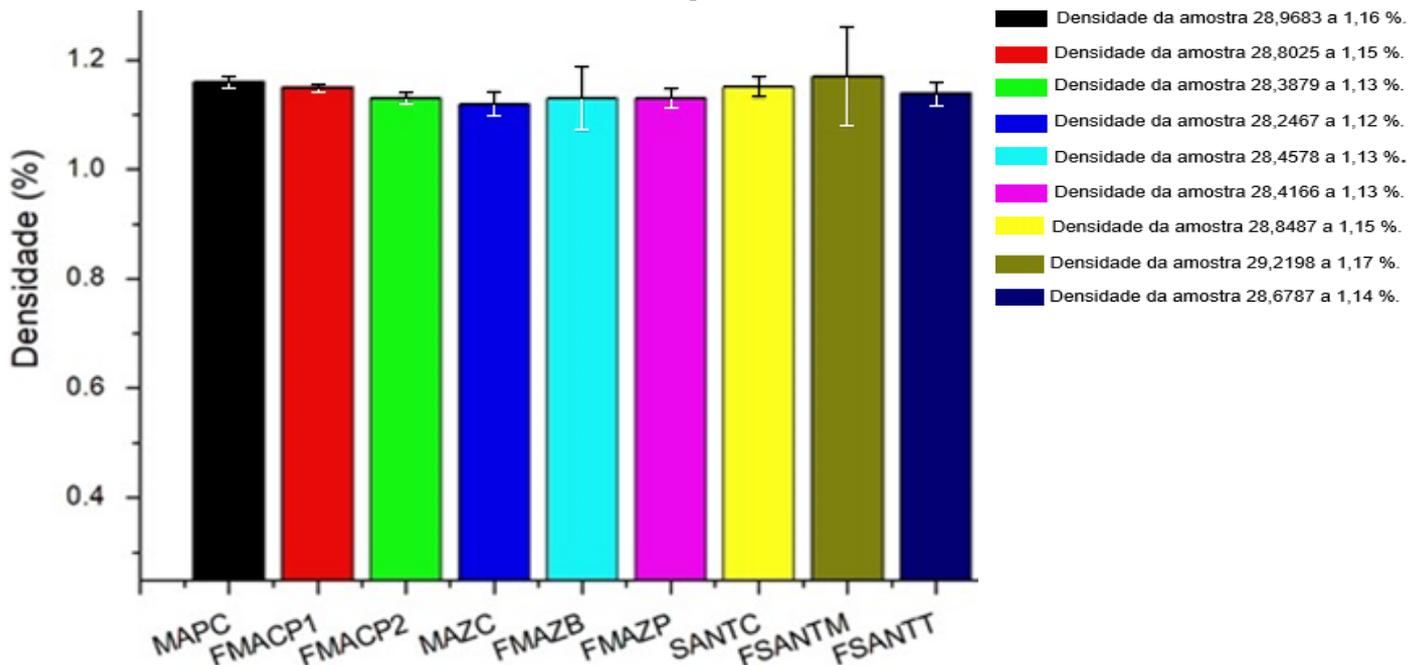
Gráfico 3: Teor de cinzas do tucupi.



5.5 Densidade do tucupi

Sobre as análises de densidade, para todas as amostras de tucupi empregadas no teste foi observado um padrão de valor de densidade, sem variações significativas, contudo, amostra do MAZC se mostrou com uma densidade menor (1,12) em relação as outras e a FSANTM com uma densidade mais acentuada (1,17).

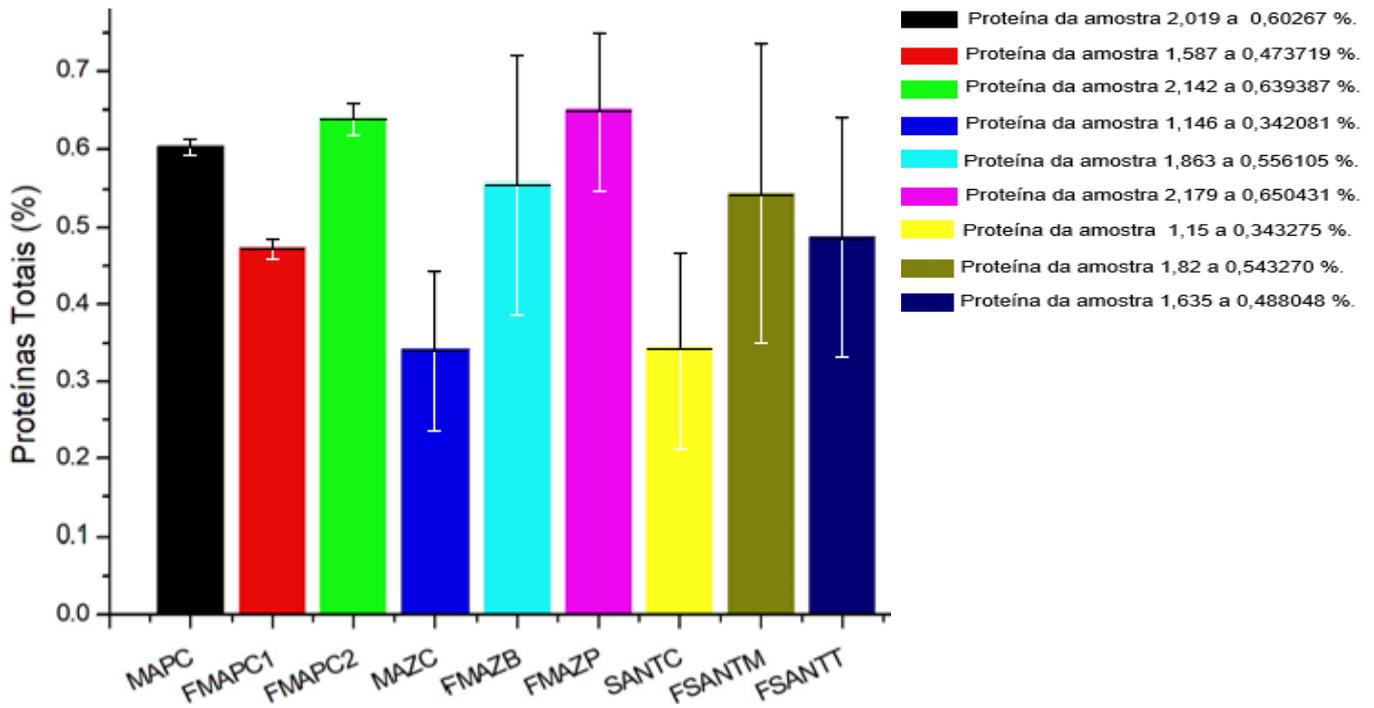
Gráfico 4: Densidade do tucupi.



5.6 Determinação de proteína do tucupi

Na determinação da proteína do tucupi, foi observado uma grande variação entre as amostras, entretanto, os valores foram poucos significativos estatisticamente ($p > 0,05$), o tucupi apresentou valores baixos, entre 0,34 SANTC a 0,65% FMAZP, resultados semelhantes foram encontrados por CHISTÉ et al., (2007).

Gráfico 5: Proteína do tucupi.



5.7 Teores de micronutrientes minerais do tucupi

Os teores dos micronutrientes minerais são amplamente descritos na literatura para outros líquidos e raízes, mas ainda há carência de informações envolvendo micronutrientes em líquidos provenientes da mandioca. Os minerais Cu, Fe, Mn, Zn, Ca, Mg e K encontrados nas análises do tucupi são dados novos como observado na tabela 3.

Figura 3: Valores médios e desvios padrão dos teores de Cu, Fe, Mn, Zn, Ca, Mg, k no tucupi.

LOCALIDADE	ÍONS (mg/L)						
	Cu	Fe	Mn	Zn	Ca	Mg	K
MAPC	0.4957 ± 0.0172	8.6635 ± 0.0570	2.6695 ± 0.038	4.5972 ± 0.0837	54.0800 ± 1.0101	455.7333 ± 2.5012	2780.5000 ± 25.6666
FMAPC1	0.4365 ± 0.0270	8.5540 ± 0.1131	2.5268 ± 0.0285	5.0583 ± 0.0584	58.1100 ± 1.4366	413.4000 ± 3.1333	2411.1667 ± 25.5555
FMAPC2	0.7063 ± 0,0122	6.1727 ± 08352	1.6405 ± 0.0116	2.3375 ± 0.0781	48.0567 ± 0.4788	365.9500 ± 4.7333	1236.0000 ± 9.0001
MAZC	0.2442 ± 0.0295	5.1510 ± 0.0153	2.0878 ± 0.0171	3.0907 ± 0.0371	43.9467 ± 1.0111	232.4833 ± 1.3222	1093.5000 ± 10.3333
FMAZB	0.3812 ± 0.0048	5.9193 ± 0.0217	2.3652 ± 0.0144	3.2017 ± 0.1401	50.2500 ± 0.7088	255.0167 ± 2.7888	978.0000 ± 17.6666
FMAZP	0.6250 ± 0.0763	7.9462 ± 0.0711	1.8617 ± 0.0172	3.0352 ± 0.0408	59.2267 ± 0.9844	263.0500 ± 2.7333	2003.1667 ± 20.5555
SANTC	0.5253 ± 0.0271	8.2267 ± 0.0361	2.5798 ± 0.0257	3.4060 ± 0.0623	52.7633 ± 1.2222	373.3167 ± 4.8555	1851.8333 ± 11.8888
FSANTM	0.2443 ± 0.0368	5.9792 ± 0.0151	1.0513 ± 0.0171	3.0702 ± 0.0818	46.6600 ± 0.9033	480.7833 ± 6.4556	1434.8333 ± 17.7777
FSANTT	0.4255 ± 0.042	6.4360 ± 0.0236	3.3583 ± 0.0465	3.4438 ± 0.0837	41.5117 ± 1.3044	342.3333 ± 6.088	2160.5001 ± 2.3333

O resultado das análises de micronutrientes estão apresentados na tabela 4, onde a média de cada mineral é exibida respectivamente com seu desvio padrão. Os teores de minerais foram estatisticamente significantes para os seguintes elementos: Cu, Fe e Ca nas amostras (MAPC, SANTC). Entretanto, a amostra (MAZC) foi estatisticamente diferente para esses elementos. Os elementos Mg e K foram estatisticamente diferentes para todas as amostras (MAPC, MAZC e SANTC) respectivamente. As amostras coletadas nas feiras (FMAPC1, FMAPC2, FMAZB, FMAZP, FSANTC, FSANTT) foram diferentes estatisticamente para os elementos Cu, Fe, Mn e Ca. Em relação ao elemento Zn as amostras (FMAP1 e FMAP2) foram as únicas a apresentar valores estatisticamente diferentes, as amostras (FMAZB, FMAZP, FSANTC e FSANTT). O elemento Mg apresentou diferença estatística somente para a amostra (1 e 2), (2 e 3) isso pode estar diretamente ligado ao solo dessa região e o elemento K foi o único que exibiu diferença estatística para todas as amostras analisadas nessa análise. As recuperações obtidas no método de adição de cada analito para os elementos Cu, Fe, Mn, Zn, Ca, K foi (90%-110%) e para o Mg foi (85%-115%). A técnica de absorção atômica foi eficaz na quantificação dos metais presente em todas as amostras do estudo que apresentaram variações diferentes dependendo do local e tipo de amostra analisadas. Existem poucos estudos relacionados a concentração desses nutrientes no tucupi, até mesmo relacionado a concentração desses nas raízes de mandioca.

Tabela 4: Dados estatísticos das análises do tucupi.

ÍONS (mg/l ⁻¹)								
CDIGO	LOCALIDADE	CU	Fe	Mn	Zn	Ca	Mg	K
1	MCP	0,4957	8,6635	2,6695	4,5972	54,0800	455,7333	2780,5000
1	MCP	0,4365	8,5540	2,5268	5,0583	58,1100	413,4000	2411,1667
1	MCP	0,7063	6,1727	1,6405	2,3375	48,0567	365,9500	1236,0000
2	MZG	0,2442	5,1510	2,0878	3,0907	43,9467	232,4833	1093,5000
2	MZG	0,3812	5,9193	2,3652	3,2017	50,2500	255,0167	978,0000
2	MZG	0,6250	7,9462	1,8617	3,0352	59,2267	263,0500	2003,1667
3	SAN	0,5253	8,2267	2,5798	3,4060	52,7633	373,3167	1851,8333
3	SAN	0,2443	5,9792	1,0513	3,0702	46,6600	480,7833	1434,8333
3	SAN	0,4255	6,4360	3,3583	3,4438	41,5117	342,3333	2160,5001
anova		F _[2,6] =0,75 P>0,05	F _[2,6] =1,26 P>0,05	F _[2,6] =0,20 P>0,05	F _[2,6] =0,57 P>0,05	F _[2,6] =0,93 p>0,05	F _[2,6] =9,6 p<0,01	F _[2,6] =1,27 P>0,05

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

Pode-se confirmar que o ensino de química ganha um novo sentido quando interligado à realidade social e a valorização cultural dos alunos. O tucupi é um alimento obtido a partir da fermentação da maniveira de forma não padronizada, como se pode observar nos resultados dos parâmetros físico-químicos desse estudo. Vários estudos relacionados a esses parâmetros, bem como este, observa a necessidade de elaboração de um documento por parte das agências fiscalizadoras como a ADEPARA e a DIAGRO que possa padronizar de fato a manipulação desse produto, para que dessa forma seja fornecida a população um produto de qualidade, a ADEPARA criou apenas critérios para a produção do tucupi nada muito abrangente principalmente com relação a redução do teor de cianeto, o que não traz uma segurança alimentar e que pode fornecer risco a saúde do consumidor.

7 REFERÊNCIA

ABREU, L. F.; MATTIETTO, R. A. **Procedimentos de fabricação dos derivados de mandioca: recomendações para obtenção de produtos seguros e de qualidade.** In: MODESTO JÚNIOR, M. S.; ALVES, R. N. B. *Cultura da mandioca: apostila.* Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, p. 165-182. 2014.

ADEPARÁ. Decreto Estadual N.º 106/2008, de 20 de junho de 2011 da Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará (ADEPARÁ). **Norma de identidade, qualidade, acondicionamento e rotulagem do tucupi.** Cartilha: tucupi. Gerencia de Inspeção de Produtos de Origem Vegetal – GIPOV, 2012. Disponível em: <https://www.normasbrasil.com.br/norma/instrução-normativa-1-2008-pa_147065.html>. Acesso em: mar. 2019.

AMORIM, S. L. de.; MEDEIROS, R. M. T. de.; CORREA, F. **Intoxicação por plantas cianigênicas no Brasil.** Patos-PARAÍBA, 2006.

BAYOUMI, S. A. L.; ROWAN, M. G.; BEECHING, J. R.; BLAGBROUGH, I. S. **Svconstituents and secondary metabolite natural products in fresh and deteriorated cassava roots.** *Phytochemistry*, New York, v. 71, n. 5-6, p. 598-604, 2010.

BARANA, A. C. **Avaliação de tratamento de manipueira em biodigestores fase acidogênica e metanogênica.** Tese (Doutorado em agronomia – área de concentração em energia na agricultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Faculdade Estadual Paulista, Botucatu (SP), 2001.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.** Lei nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/leis/L9394.htm>. Acesso em: 26 mar. 2019.

CAGNO, J. R.; CEREDA, M. P.; PANTAROTTO, S. **Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas In: CEREDA, M. P. (Coord.) Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas.** São Paulo: Fundação Cargill, (Fundação Cargill. *Cultura de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas*, 2). v. 2, p. 13-37, 2002.

CAMPOS, A. P. R.; CARMO, J. R. do; CARVALHO, A. V.; MATTIETTO, R. de A. **Avaliação das características físico-químicas e microbiológicas de tucupi comercial.** Embrapa Amazônia, Oriental Belém, PA 2016.

CAMPOS, A. P. R.; CARVALHO, A. V.; MATTIETTO, R de A. **Efeito da Fermentação e Cocção nas Características Físico-Químicas e Teor de Cianeto Durante o Processamento de Tucupi.** Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA, 2016.

CEREDA, M. P. (Coord). **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca.** São Paulo: Fundação Cargill, V. 4, cap. 1, p. 13-37, 2002.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. **Produtos regionais e base de mandioca ou derivados.** Ln: C.: São Paulo: Fundação Cargill, p.683-693, 2003.

CAMPOS, D.; ANTONIASSI, R.; DELIZA, R., FREITAS, S. C.; FELBERG, I. **Molho cremoso à base de extrato de soja: estabilidade, propriedades reológicas, valor nutricional**

e aceitabilidade do consumidor. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 29, n. 4, p. 919-926, 2009.

CAMPOS, D.; ANTONIASSI, R.; DELIZA, R., FREITAS, S. C.; FELBERG, I. **Avaliação das características Físico-Químicas e microbiológicas de tucupi comercial.** Embrapa Amazônia Oriental Belém, PA, 2016.

CARVALHO, A. V.; MATTIETTI, R. DE A.; CARMO, J. R.; CAMPOS, A. P. R. **Caracterização físico-química do tucupi durante as etapas de processamento.** Embrapa Amazônia Oriental Belém, PA, 2017.

CHISTÉ, Renan Campos; COHEN, Kelly de Oliveira. **Teor de cianeto total e livre nas etapas de processamento do tucupi.** Ver. Inst. Adolfo. Pág. 45. São Paulo, 2011.

CHISTÉ, R.C.; COHEN, K. de O.; OLIVEIRA, S.S. **Estudo das propriedades físico-químicas do tucupi.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.27, p.437-440, 2007.

CONAB – **Companhia Nacional de Abastecimento.** Perspectivas para Agropecuária-Safra, 2015/2016. Brasília, v. 2, p. 1-155, 2015.

COSTA, T. dos S. **Estudo do processo de concentração do tucupi da elaboração de produtos base de tucupi concentrado.** Belém, 2016.

DA PONTE, J. J. **Uso da Manipueira como Insumo Agrícola: Defensivo e Fertilizante.** In: **CEREDA. Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca.** Vol. 4. Fundação Cargill: São Paulo, 2001.

DUARTE, A. de S.; ROLIM, M. M.; SILVA, Ê. de F.; PEDROSA, E. M. R.; ALBUQUERQUE, F. da S.; MAGALHÃES, A. G. **Changes in the physical and chemical attributes of a Neosol after application of doses of manipueira.** Vol. 17. Nº 9. Pág. 938-946. Campina Grande, PB. 2013.

FERREIRA, W. A.; BOTELHO, S. M.; CARDOSO, E. M. R.; POLTRONIERI, M. C. **Manipueira: Um adubo Orgânico em Potencial.** Belém, PA Embrapa Amazônia Oriental, p. 21, 2001

FILHO, G. A. F.; BAHIA, J. J. S. **Mandioca.** Acesso em:05/04/2019. Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br/radar/mandioca.htm>. 2012.

FIORRETTI, R. A. **Uso direto da manipueira em fertirrigação.** In: **CEREDA, M. P. (Coord.). Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca.** São Paulo: Fundação Cargill, v.4, p.67-79, 2001.

GAMEIRO, A. H.; CARDOSO, C. E. L.; BARROS, G. S. C.; GUIMARÃES, V. A. **A indústria do amido de mandioca.** Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF, p. 90, 2003.

GONÇALVES, F.P.; GALIAZZI, M.C. **A natureza das atividades experimentais no ensino de Ciências; um programa de pesquisa educativa nos cursos de Licenciatura.** In: Educação em Ciências- Produção de Currículos e Formação de Professores, Ijuí: Unijuí, p.237-252, 2004.

HAQUE, M.R.; BRADBURY, J.H. **Total cyanide determination of plants and foods using the picrate and acid hydrolysis methods.** Food Chemistry, v.77, p.107-114, 2002.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las Ciencias**, 12 (3), 299-313, 1994.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4 ed. 1 ed. Digital. Capítulo IV – Análise Sensorial, 2008.

JOSEPH, T.; YEOH, H.H.; LOH, C.S. **Linamarin content and genetic stability of cassava plants derived by somatic embryogenesis**. *Euphytica*, v.120, p.7-13, 2001.

JÚNIOR, M. de S. M.; ALVES, R. N. B. **Rentabilidade da Produção Artesanal de Derivados de Mandioca: Tucupi e Goma**. EMBRAPA, 2014.

LIMA JÚNIO, D. M.; MONTEIRO, P. B. S.; RANGEL, A. H. N.; MACIEL, M. V.; OLIVEIRA, S. E. O.; FREIRE, D. A. **Fatores anti-nutricionais para ruminantes**. *Acta veterinária*, Brasília, v. 3, n. 4, p. 132-143, 2010.

MAN, D.; ADRIAN, J. **Shelf life evolution of foods**. Gaithersburg: Aspen, 2000.

MATOS, A. T.; SEDIYAMA, M. A. N.; VIDIGAL, S. M. **Características químicas, físicas e microbiológicas do solo influenciadas pela aplicação de compostos orgânicos ou dejetos líquido de suínos**. EPAMIG. Viçosa. P. 33-34, 1995.

MENDES, J. M.; INOUE, L. A.; JESUS, R. S. **Influência do estresse causado pelo transporte e método de abate sobre o rigor mortis do tambaqui** (*Colossoma macropomum*). *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 18, n.2, 2015.

NASCIMENTO, B. R. do.; PERDIGÃO, L. M. R.; FILHO, A. J. M. de S. **Microbiota Cultivável do Molho de Tucupi: Estudos em amostras na cidade de Manaus/AM**. 69ª Reunião anual da SBPC –UFMG – Belo Horizonte/MG, 16 a 22 de julho de 2017.

NASSAR, N.; ORTIZ, R. **Breeding cassava to feed the poor**. *Scientific American Magazine*, New York, v. 302. N° 5, 2010.

OLUWOLE, O. S. A. **Cyclical Konzo Epidemics And Climate Variability**. *Annals of neurology* 77 (3), 371-380, 2015.

OLIVEIRA, N. T. de.; UCHÔA, S. C. P.; ALVES, J. M. A.; SEDIYAMA, T.; ALBUQUERQUE, J. de A.; SOUZA, E. D.; MELVILLE, C. C. **Ácido cianídrico em tecidos de mandioca em função da idade da planta e adubação nitrogenada**. *Pesq. Agropec. bras.*, Brasília, v. 47, n. 10, p. 1436-1442, out. 2012.

PATINO, M. T. O. **Viabilidade econômica de aproveitamento de biogás a partir de digestão anaeróbica da manipueira**. In CEREDA, M. P. *Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americana*, v. 4, 2001.

RIBEIRO, E. de B.; BARBOSA, P. S.; DAMASCENO, A. C.; CAVALCANTI, M. C. A.; OLSZEWSKI, N. **Efeitos da manipueira oriunda de lagoa de disposição sobre o solo no município de Araripina-PE**. CONBEA, 2015.

SANTOS, A. **Usos e impactos ambientais causados pela manipueira na microrregião sudoeste da Bahia-Brasil**. p. 1, 2008.

SEGOVIA, J. F.O. **Dimensão da Agricultura Familiar e Periurbana no Estado do Amapá: Desafios para o Abastecimento Frente à Urbanização**. Belém, 2011.

SILVA, M. R. DE M.; COSTA, L. T. T. **Congresso Internacional Interdisciplinar em Ciências Sociais e Humanidade. “como se Parensse desse jeito?”: farinha de mandioca e a representação da identidade cultura Paraense através das mídias sociais.** Universidade Federal do Pará, Belo Horizonte, 2013.

SILVA, L. H. de A.; ZANON, L. B. **A experimentação.: Ensino de Ciências: Fundamentos e Abordagens.** Piracicaba: CAPES/UNIMEP, 182 p. 2000.

SILVA, I. B. da; THOMAS, H. Y.; NACIMENTO, J. F. do; MOURA, I. A. A.; SILVA, M. C. D.; MORAES, S. O. de O.; PEREIRA, A. B. C. **Análise dos Impactos Socio Ambientais dos Resíduos das Casas de Farinha de Mandioca: Um Estudo de Caso de Duas Casas de Farinha no Município de Pedra do Fogo-Paraíba.** Vol. 5: ISSN 2318-7603, 2017.

SORNTOTHA, S.; KYU, K. L.; RATANAKHANOKCHAI, K. **Na eficiente treatment for detoxification processo of cassava starch by plant cell wall-degrading enzymes.** *Jornal of Bioengineering*, Osaka, v. 109, 2010

TOKARNIA, C. H.; DOBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V. **Plantas tóxicas do Brasil.** Rio de Janeiro: Editora Helianthus, 310, p. 2000.

TREVISAN, T. S.; MARTINS, P. L. O. **A prática pedagógica do professor de química: possibilidades e limites.** UNIrevista. Vol. 1, nº 2: abril, 2006.

UFOPA. **Universidade Federal do Oeste do Pará.** Disponível em: <www2.ufopa.edu.br/ufopa/arquivo>. Acesso em: julho. 2019.

ZACARIAS, C. H. **Avaliação da exposição de trabalhadores de casas-de-farinha ao ácido cianídrico proveniente da mandioca, *Manihot esculenta*, Crantz, no agreste alagoano.** São Paulo, 2011.