

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E TECNOLOGIA  
CURSO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO



LEONARDO BRICIO PAMPLONA GONÇALVES  
RODRIGO CORRÊA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA,  
MICROBIOLÓGICA E MORFOLÓGICA DA  
FÉCULA DA MANDIOCA (*MANIHOT ESCULENTA*)  
COMERCIALIZADA EM UM MERCADO SITUADO  
NA CIDADE DE BELÉM-PA.**

BELÉM  
2019

LEONARDO BRICIO PAMPLONA GONÇALVES  
RODRIGO CORRÊA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA,  
MICROBIOLÓGICA E MORFOLÓGICA DA FÉCULA DA  
MANDIOCA (*MANIHOT ESCULENTA*)  
COMERCIALIZADA EM UM MERCADO SITUADO NA  
CIDADE DE BELÉM-PA.**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito para  
obtenção de grau de Tecnólogo de  
Alimentos, da Universidade do  
Estado do Pará.

Orientador (a): Profa. Dra. Luciane  
do Socorro Nunes dos Santos Brasil.

BELÉM  
2019

LEONARDO BRICIO PAMPLONA GONÇALVES  
RODRIGO CORRÊA SILVA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA,  
MICROBIOLÓGICA E MORFOLÓGICA DA FÉCULA DA  
MANDIOCA (*MANIHOT ESCULENTA*)  
COMERCIALIZADA EM UM MERCADO SITUADO NA  
CIDADE DE BELÉM-PA.**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito para  
obtenção de grau de Tecnólogo de  
Alimentos, da Universidade do  
Estado do Pará.

Data de aprovação: 18 / 10 / 2019

Banca examinadora:

Luciane Brasil - Orientadora

Prof<sup>a</sup>. Luciane do Socorro Nunes dos Santos Brasil.

Dr<sup>a</sup>.em Química – Universidade Federal do Pará

Universidade do Estado do Pará

Carmelita de F. F. Ribeiro - Membro

Prof<sup>a</sup>. Carmelita de Fátima Amaral Ribeiro

Dr<sup>a</sup>.em Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Campinas

Universidade do Estado do Pará

Rairiana Simone R. Pereira - Membro

Prof<sup>a</sup>. Rairiana Simone Rocha Pereira

Mestranda do Programa de Pós-Graduação de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária

Universidade Federal Rural da Amazônia

BELÉM  
2019

Às nossas famílias, em especial  
nossas mães, irmãos, avós por todo  
carinho, apoio, atenção e palavras de  
incentivo durante esta jornada  
acadêmica.

Dedicamos

## AGRADECIMENTOS

A Deus por me guiar e sempre me mostrar o caminho, por não ter deixado em momento algum que eu desistisse, sendo refúgio sempre que precisei.

A minha mãe, Claudia Pamplona, por todo amor, carinho, confiança e por cada palavra de incentivo que me foi dada. Sem você nada disso seria possível!

Ao meu irmão, Lucas Pamplona, por todo o companheirismo e conselhos que me foram dados durante esses anos. Obrigado, irmão!

A minha irmã caçulinha, Vitória Pamplona. Essa conquista é por ti também.

A minha família, em especial a minha vó Elizete Pamplona, que em cada gesto e palavra me incentivou a buscar o melhor, que em todos os momentos me deu o suporte que eu precisava, sempre se dispondo a me ajudar. A você, vó, o meu mais profundo agradecimento.

Ao Emerson Pereira, por se fazer presente na minha fase final acadêmica, me incentivando, me ensinando, dando sempre apoio e sendo meu pai de coração.

A Universidade do Estado do Pará, a qual me deu suporte para que eu pudesse concluir mais um ciclo na minha vida. Minha gratidão a todos os profissionais que fizeram parte desta jornada.

A Profa. Dra. Luciane Brasil por todo o conhecimento transmitido, atenção dada e suporte oferecido, por se dispor a enfrentar esse desafio, tornando possível a realização dessa conquista.

Aos meus amigos por me darem apoio em momentos difíceis, nunca me deixando abalar com adversidades. Em especial a minha amiga Bianca Nogueira que esteve comigo durante esses quatro anos acadêmicos sempre me estendendo a mão, fazendo com que a realização dessa jornada fosse possível. Essa conquista é nossa!

A Maria Clara Fernandes, que sempre acreditou e esteve torcendo por mim, me incentivando a ser a minha melhor versão. Obrigado por ter sido base para mim na Universidade e na vida.

A minha dupla de TCC, Rodrigo Silva, por estar presente e se dispor a realizar essa conquista junto a mim, por tornar este trabalho e essa última etapa acadêmica menos árdua. Sabemos que não foi fácil, amigo, mas conseguimos. Juntos.

E a todos que, de alguma forma, fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado!

**Leonardo Pamplona**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre me ajudar espiritualmente em todos os dias. Principalmente, nos dias em que pensei desistir.

A minha família, gostaria de dizer: muito obrigado. Pois sempre me apoiou em tudo que fiz, relacionado ao estudo e lutou para me fazer entender que o conhecimento é um dos principais nutrientes da vida perante a sociedade e da alma.

Aos meus colegas de universidade, meu muito obrigado. Vocês foram um grande suporte para que eu chegasse até aqui. Sou grato por cada palavra, conselho dado, cada momento vivido. Não foi fácil, estaremos iniciando um novo ciclo, a partir de agora, teremos que ser autodidata, não teremos mais ajuda direta dos nossos queridos professores.

Ao meu parceiro de TCC Leonardo Pamplona, sem palavras além de gratidão. Muito obrigado por esses seis meses de convivência, foram muitos questionamentos, vários momentos de desabafos, horas na frente do computador, para que tudo desse certo. Muito obrigado pela confiança e companheirismo. Obrigado por conseguir me aturar, uma tarefa nada fácil, pois quem me conhece sabe o ser genioso que sou. Sem você isso não seria possível. Obrigado por tudo, amigo Léo!

Gostaria de agradecer ainda minhas amigas Amanda Gentil e Larissa Fernandes, por todo o companheirismo nesses quatro anos de lutas. Vocês foram muito importantes nesse período da minha caminhada.

A minha querida orientadora Prof. Dra. Luciane Brasil, muitíssimo obrigado por todo o conhecimento transmitido. Por confiar na gente, sempre ser ativa, e na maioria das vezes, ser uma mãe. Por nunca medir esforços para a conclusão desse trabalho. Que a nossa amizade ultrapasse as barreiras da universidade.

A nossa banca avaliadora composta por duas profissionais de excelência, Prof. Dra. Carmelita Ribeiro, que sem medir esforços se deslocou de Salvaterra e a mestrandia Rairiana Pereira, que aceitaram nos ajudar nessa jornada. Muito obrigado!

A todos os profissionais da UEPA, que de alguma forma ajudaram, até mesmo com um simples bom dia mencionado, agradeço também.

## RESUMO

GONÇALVES, Leonardo Bricio Pamplona; SILVA, Rodrigo Corrêa. **Caracterização físico-química, microbiológica e morfológica da fécula da mandioca (*manihot esculenta*) comercializada em um mercado situado na cidade de Belém-PA.** 2019. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos) – Universidade do Estado do Pará, Belém, 2019.

A fécula de tapioca é o amido obtido do processo de extração aquosa da massa ralada de mandioca a partir de lavagem, descascamento, moagem, extração com água, separação das fibras e do material solúvel e secagem. Devido a suas características sensoriais neutras é extremamente utilizada no preparo de formulações consumidas em refeições, conquistando a simpatia dos consumidores na região Norte do Brasil. Entretanto, apresenta fatores que favorecem a contaminação microbiana, o que compromete sua qualidade comercial. Diante disso, este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade de vinte amostras de fécula de mandioca (goma de tapioca, como é popularmente conhecida) comercializada em um mercado de grande comercialização da cidade de Belém do Pará. As análises físico-químicas foram realizadas de acordo com as metodologias descritas por AOAC (2011), IAL (2005), MAPA (2005). Para as análises microbiológicas utilizou-se a metodologia descrita por Silva *et al* (2010). Todas as amostras analisadas apresentaram umidade acima do permitido pela legislação (<14%), as quais obtiveram valores entre 53,83% e 57,49%. Para análise de resíduos por incineração – cinzas, todas as amostras encontraram-se com valores de acordo com os padrões exigidos no Brasil ( $\leq 0,20$  g/100 g). Para a análise de pH, 60% das amostras de fécula de mandioca apresentaram resultados que se diferenciam das literaturas pesquisadas. Na análise de fator ácido, todas as amostras encontraram-se dentro do padrão exigido pela legislação, sendo classificadas assim, como féculas do tipo 1. As análises microbiológicas realizadas mostraram que a presença de *Salmonella ssp* foi observada em 55% das amostras. Em relação a coliformes totais e termotolerantes, 30% das amostras não se encontraram de acordo com a RDC 12, de 02/01/2001. Este estudo concluiu que maiores cuidados devem ser tomados em relação a colheita, transporte, armazenamento e manipulação dos subprodutos da mandioca, principalmente a fécula, com melhorias no que concerne as Boas Práticas.

**Palavra Chave:** Manihot esculenta, fécula, produto amiláceo, propriedades, microscopia.

## ABSTRACT

GONÇALVES, Leonardo Bricio Pamplona; SILVA, Rodrigo Corrêa. **Caracterização físico-química, microbiológica e morfológica da fécula da mandioca (*manihot esculenta*) comercializada em um mercado situado na cidade de Belém-PA.** 2019. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos) – Universidade do Estado do Pará, Belém, 2019.

Tapioca starch is a product derived from cassava, it is the starch obtained from the process of aqueous extraction of cassava grating from washing, peeling, grinding, water extraction, separation of fibers and soluble material and drying. Due to its neutral sensory characteristics is extremely used in the preparation of consumed formulations in meals, winning the sympathy of consumers in the northern region of Brazil, however, it has factors that favor microbial contamination, which compromise its commercial quality. Based on the above, this study aimed to evaluate the quality of twenty samples of cassava starch (tapioca gum, as it is popularly known) sold in a market in the city of Belém do Pará. The physicochemical analyzes were performed according to the methodologies described by AOAC (2011), IAL (2005), MAPA (2005). For microbiological analyzes, the methodology described by Silva *et al* (2001) was used. All samples analyzed presented humidity above the allowed by the legislation (<14%), which obtained values between 53.83% and 57.49%. For the residue analysis by incineration - ashes, all samples were with values of according to the standards required in Brazil ( $\leq 0.20$  g / 100 g). For the pH analysis, 60% of cassava starch samples presented results that differ from researched literature. In the acid factor analysis, all samples were within the standard required by the legislation, being classified as type 1 starch. The microbiological analyzes showed that the presence of *Salmonella ssp* was observed in 55% of the samples. Regarding total and thermotolerant coliforms, 30% of the samples are at odds to the RDC 12, of 02, january, 2001. This study concluded that the utmost care should be taken regarding the collection, transport, storage and handling of cassava by-products, especially starch, with improvements that do not matter as good practices.

**KEYWORDS:** Manihot esculenta, starch, starchy product, properties, microscopy.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ilustração esquemática da planta da mandioca.	15
<b>Figura 2.</b> Tipos de ligação entre as unidades de glicose na amilase (1) e amilopectina (2).	17
<b>Figura 3.</b> Fluxograma de processamento das féculas de mandioca.	22
<b>Figura 4.</b> Processo da análise de coliformes 45°C e 35°C.	25
<b>Figura 5.</b> Pesquisa para <i>Salmonella spp.</i>	27
<b>Figura 6.</b> Eletromicrografias das 20 amostras de fécula de mandioca	32

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Limites de tolerância para os produtos amiláceos derivados da raiz da mandioca.	19
<b>Tabela 2.</b> Padrões microbiológicos sanitários para alimentos destinados ao consumo humano.	20
<b>Tabela 3.</b> Composição físico-química da fécula da mandioca.	29
<b>Tabela 4.</b> Resultados das análises microbiológicas das féculas comercializadas em um mercado da cidade de Belém.	31

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**AOAC** - Association of Official Analytical Chemists

**ABAM** – Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca

**ANVISA** – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

**CCNT** – Centro de Ciências Naturais e Tecnologia

**CNS** – Conselho Nacional de Saúde

**DTA'S** – Doenças Transmitidas por Alimentos.

**EMATER** - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará

**EPI'S** - Equipamento de Proteção Individual

**IAL** – Instituto Adolfo Lutz

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**MAPA** – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

**MEV** – Microscopia Eletrônica de Varredura

**RDC** - Resolução da Diretoria Colegiada

**UEPA** – Universidade do Estado do Pará

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	14
2.1 OBJETIVO GERAL.....	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	15
3.1 GENERALIDADES SOBRE A MANDIOCA E SEU SUBPRODUTO FÉCULA DE MANDIOCA.....	15
3.2 LEGISLAÇÕES SOBRE FÉCULA DE MANDIOCA VIGENTES NO BRASIL..	18
3.3 PROCESSOS DE OBTENÇÃO DA FÉCULA DE MANDIOCA.....	20
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	23
4.1 UMIDADE.....	23
4.2 DETERMINAÇÃO DO PH.....	23
4.3 FATOR ÁCIDO.....	24
4.4 CINZAS.....	24
4.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	24
4.5.1 Coliformes 45°C e 35°C.....	24
4.5. Pesquisa para <i>Salmonella spp</i> .....	26
4.6 ANÁLISES MORFOLÓGICA.....	28
4.6.1 Morfologia da fécula.....	28
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	29
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	34
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	35

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2017 a produção brasileira da mandioca foi de cerca de 25 milhões de toneladas, sendo a região Norte a responsável pela maior produção, girando em torno de 8,3 milhões de toneladas, onde o estado do Pará foi o principal produtor, representando 25% da produção total brasileira.

É uma excelente fonte de amido para a indústria de alimentícia, destacando-se no cenário nacional e internacional. O Brasil é um dos principais países produtores e a sua maior contribuição destina-se a fabricação de farinha, sendo o restante utilizado na alimentação humana, animal e na obtenção da fécula (SILVA *et al*, 2013; SILVA, 2011).

A fécula de mandioca, foco deste estudo, é o amido obtido do processo de extração aquosa da massa ralada a partir de lavagem, descascamento das raízes, moagem, extração com água, separação das fibras e do material solúvel e secagem. Apresenta como características 15% de umidade, 3% de acidez, 1,5% de cinzas e amido variando entre 70 e 75% (SILVA *et al*, 2013; DÓSEA *et al*, 2010).

Há uma preferência do consumidor por feiras livres, devido à crença de que os alimentos ali comercializados são sempre frescos e de qualidade superior. Entretanto, vale ressaltar que nas feiras livres, inclusive nas de produtos orgânicos, os alimentos estão expostos a várias situações que propiciam a sua contaminação, das quais podem ser citadas: a contaminação por meio do manipulador quando o mesmo não adota práticas adequadas de manipulação; exposição do alimento para venda, bem como o seu acondicionamento e armazenamento em condições inapropriadas (FRANÇA *et al*, 2014).

Neste sentido, sabe-se que o produto pode sofrer impactos relevantes no aspecto higiênico-sanitário, comprometendo a qualidade microbiológica, físico-química e sensorial do produto final.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Analisar a qualidade físico-química, microbiológica e morfológica de 20 amostras da fécula da mandioca visando verificar se as mesmas encontravam-se dentro dos padrões legais.

### **2.2. Objetivos Específicos**

Realizar análise físico-química (umidade, resíduo por incineração - cinzas, determinação do pH e fator ácido) em amostras de fécula de mandioca.

Realizar análises microbiológicas de coliformes fecais, *Salmonella* spp. de acordo com a legislação vigente -RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001.

Realizar análise microscópica (morfológica) das amostras da fécula de mandioca.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

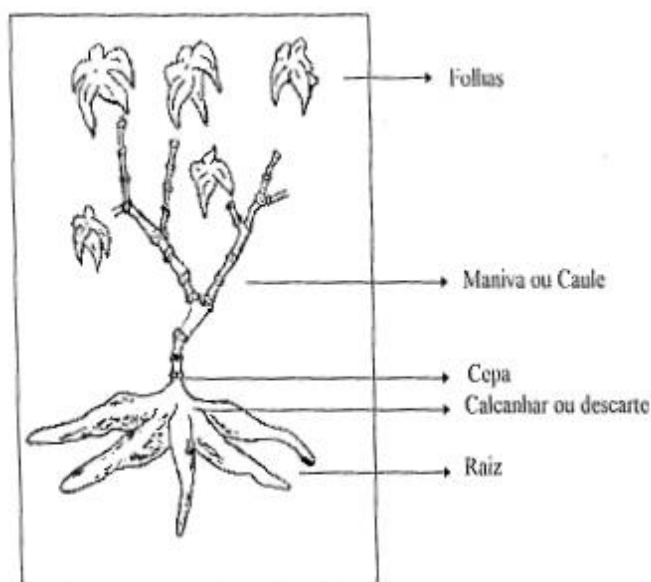
#### 3.1 GENERALIDADES SOBRE A MANDIOCA E SEU SUBPRODUTO FÉCULA DE MANDIOCA

A mandioca é uma planta da família *Euphorbiaceae*, segundo Moraes-Dellaqua e Coral (2002), a raiz adventícia dessa planta apresenta o padrão anatômico normal de desenvolvimento até o início do processo de tuberização, estabelecendo-se uma diferenciação maior de células parenquimáticas do xilema para o acúmulo de grãos de amido.

É uma planta heliófila, perene, tolerante a seca e possui ampla adaptação às mais variadas condições de clima e solo. A parte mais utilizada da planta é a raiz tuberosa, rica em amido, usada na alimentação humana e de animais ou como matéria-prima para diversas indústrias (CEREDA, VILPOUX E TAKAHASHI, 2003).

Segundo Partelli *et al.* (2010), os frutos e sementes são denominadas cápsulas deiscentes triloculares. As ramas podem ser eretas (uma haste), dicotômicas (formação de duas hastes), tricotômicas (três hastes) e tetracotômicas (quatro hastes), assim como mostra a figura 1.

Figura 1. Ilustração esquemática da planta da mandioca.



Fonte: Partelli *et al.* (2010).

Um dos aspectos mais significativos da planta é a presença de dois glicosídeos cianogênicos: a linamarina (93%) e a lotaustralina (7%) que, sob determinadas

condições, como a ruptura celular da raiz e pH ácido, podem se transformar em ácido cianídrico (NIBA *et al*, 2001; ARYEE *et al*, 2006).

A percepção desse fenômeno fez com que tradicionalmente no Brasil se fizesse uma distinção entre tipos diferentes de mandioca. No Norte e no Nordeste do país, as plantas recebem popularmente nomenclaturas diferenciadas, herdadas de denominações indígenas: as doces, com baixo teor de linamarina, são chamadas de macaxeira, ou aipim; e as bravas, que apresentam mais de 100 miligramas de linamarina por quilo, são conhecidas como mandiocas. Nas demais regiões prevalecem, no uso popular, indistintamente as denominações mandioca e aipim (SCHWENGBER, SMIDERLE E MATTIONI, 2005; SOUZA *et al*, 2008).

Segundo Lima (2001) a raiz é composta basicamente de película parda, entrecasca e polpa. Sua parte mais importante é a polpa ou parênquima, que está constituída, basicamente, de vasos de xilema distribuídos em forma de estrias nas quais se encontra o amido. No centro da raiz encontram-se os vasos xilógenos e fibra e na periferia o córtex ou casca.

O amido de mandioca (fécula, polvilho doce ou goma) é um carboidrato extraído da raiz da mandioca. Apresenta-se como um pó branco, inodoro e sem sabor, utilizado como ingrediente em uma série de produtos, em diversas áreas de atividade industrial, como as de alimentos embutidos, de embalagens, de colas, de mineração, têxtil e farmacêutica (BABY *et al*. 2005)

Para a Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca (ABAM), o amido de mandioca, também conhecido como fécula ou polvilho doce, é um pó fino, branco, sem cheiro e sem sabor, que produz ligeira crepitação quando comprimido entre os dedos. O produto é extremamente versátil, sendo habitualmente utilizado como componente nos mais variados segmentos domésticos e industriais (ABAM, 2010).

A Legislação Brasileira define amido como a fração amilácea encontrada nos órgãos aéreos, tais como grãos e frutos, e fécula como a fração amilácea encontrada nas raízes e tubérculos (BRASIL, 2005). A diferença de denominação indica uma diferença, não de composição química, mas de origem do produto amiláceo, além de uma forte diferenciação funcional e tecnológica (CARDOSO, 2005).

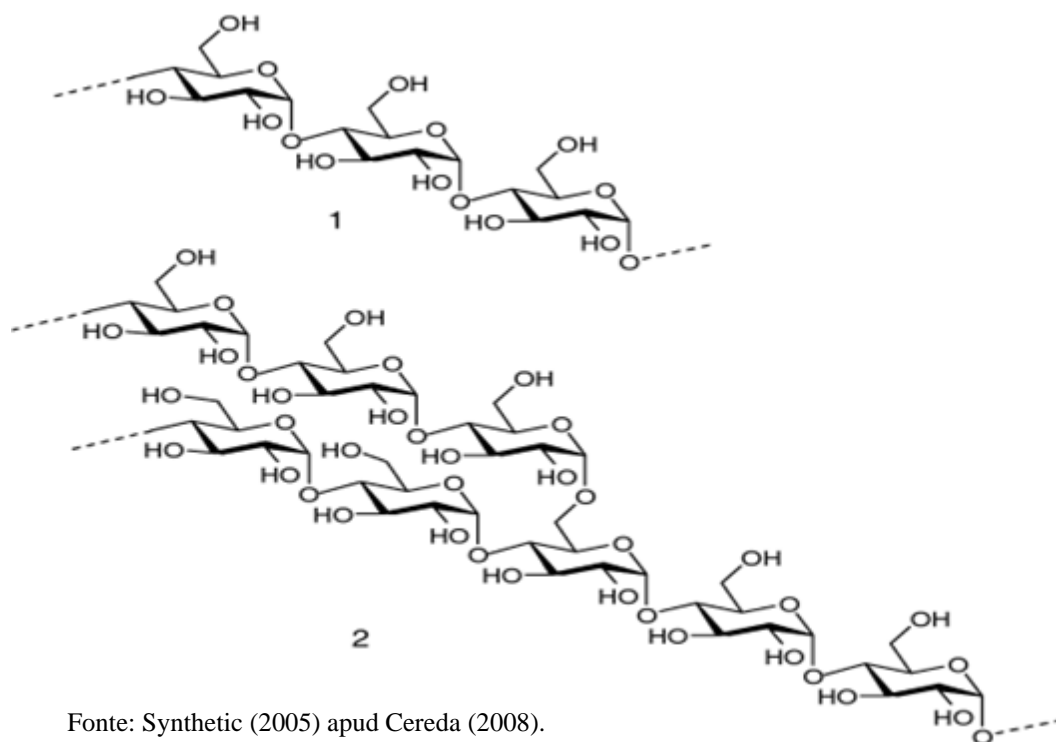
A fécula de mandioca é a forma mais ampla de aproveitamento industrial da mandioca; é um produto muito valorizado, podendo ser empregado como matéria-prima para processamento de outros alimentos, com a finalidade de aumentar o valor agregado

dos produtos e, conseqüentemente, elevar a renda dos setores envolvidos (CARVALHO *et al*, 2010 E SILVA, 2011).

A fécula de mandioca é constituída, em média, por 18% de amilose e 82% de amilopectina (CEREDA *et al*, 2001). A faixa de temperatura de gelatinização do amido de milho é 75-80°C, enquanto para a fécula de batata é de 60-65°C e para a fécula de mandioca é de 65-70°C (ARIAS, 2000). Essa propriedade permite que, em processos no qual o amido seja substituído pela fécula, os processos térmicos ocorram em temperaturas mais baixas.

De acordo com Cereda (2008) as plantas amiláceas tuberosas têm composição em que predominam os carboidratos e entre estes o amido. O amido é classificado como um carboidrato complexo formado de resíduos de glicose, unidos em sua maioria por ligações glicosídicas  $\alpha$ -1,4 além de  $\alpha$ -1,6. Esse arranjo define os dois polímeros do amido,  $\alpha$ -amilose e  $\alpha$ - amilopectina. Na amilose há somente as ligações do tipo  $\alpha$ -1-4 enquanto que a amilopectina, com peso molecular maior, é composta de ligações glicosídicas do tipo  $\alpha$ - 1-4 e  $\alpha$ -1-6 como mostra a figura 2.

**Figura 2.** Tipos de ligação entre as unidades de glicose na amilose (1) e amilopectina (2).



Fonte: Synthetic (2005) apud Cereda (2008).

O rendimento do processo de transformação da mandioca em fécula depende muito do porte da empresa e da tecnologia empregada. Pode ser realizado em escala artesanal ou semi-industrial (CARDOSO, 2005).

### 3.2 LEGISLAÇÕES SOBRE FÉCULA DE MANDIOCA VIGENTES NO BRASIL

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), aprovou o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Produtos Amiláceos Derivados da Raiz de Mandioca, através da Instrução Normativa nº 23, de 14 de Dezembro de 2005 (BRASIL, 2005). Essa legislação estabelece os limites de tolerância para os produtos amiláceos derivados da raiz de mandioca e enquadra-os em grupo, subgrupo e tipo, respectivamente, como é apresentado a seguir:

**Grupos:** de acordo com a tecnologia de fabricação utilizada, o produto amiláceo é classificado em 2 (dois) grupos:

Grupo I – Fécula

Grupo II – Tapioca

O grupo II apresenta dois subgrupos de acordo com forma dos grânulos, que são eles:

Tapioca Granulada – Tapioca “Flakesgranulated” (flocos granulados): é o produto sob forma de grânulos, poliédricos irregulares, de diversos tamanhos.

Tapioca perola ou sagu artificial – “Pearl” (pérola) tapioca: é o produto sob forma de grânulos esféricos irregulares, de diversos tamanhos.

Os produtos amiláceos derivados da raiz de mandioca do Grupo I são classificados em 3 (três) Tipos e os do Grupo II em 2 (dois) Tipos, de acordo com a sua qualidade, em função dos parâmetros e respectivos limites de tolerância estabelecidos na Tabela 1.

Tabela 1. Limites de tolerância para os produtos amiláceos derivados da raiz da mandioca.

Grupos	II – Tapioca						
	I - Fécula			Granulada		Pérola ou Sagu artificial	
Subgrupos				1	2	1	2
Tipos	1	2	3	1	2	1	2
Fator Ácido (mL)	4,00	4,50	5,00	*	*	*	*
pH	4,5-6,5	4,5-6,5	4,0-7,0	*	*	*	*
Amido (%)	>84,00	>82,00	>80,00	*	*	*	*
Cinzas (%)	<0,20	<0,25	<0,75	<0,20	<0,50	<0,20	<0,50
Vazamento (%)	0,105	0,105	0,105	*	*	*	*
Abertura (mm)	99,00	98,00	97,00				
Ponto Rompimento	>58°<66 o	>58°<66 o	>58°<66 o	*	*	*	*
Umidade (%)	<14,00	<14,00	<14,00	<15,0 0	<15,00	<15,0 0	<15,0 0
Matéria estranha ou impurezas (%)	Isento	Isento	Isento	Isento	Isento	Isento	Isento
Polpa (mL)	0,50	1,00	1,50	*	*	*	*
Odor		Peculiar			Peculiar		

Legenda: \*Não se aplica

Fonte: BRASIL (2005).

A Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária no uso da atribuição que lhe confere o art. 11, inciso IV, do Regulamento da ANVISA aprovado pelo Decreto 3029, de 16 de abril de 1999, em reunião realizada em 20 de dezembro de 2000, aprova o Regulamento Técnico Sobre Padrões Microbiológicos Para Alimentos (BRASIL, 2001). Essa resolução estabelece os Padrões Microbiológicos Sanitários para Alimentos Destinados ao Consumo Humano, os quais são apresentados na tabela a seguir:

Tabela 2. Padrões microbiológicos sanitários para alimentos destinados ao consumo humano.

<b>FARINHAS, MASSAS ALIMENTÍCIAS, PRODUTOS PARA PANIFICAÇÃO, (INDUSTRIALIZADOS E EMBALADOS) E SIMILARES</b>		
GRUPO DE ALIMENTOS	MICRORGANISMO	TOLERÂNCIA PARA AMOSTRA INDICATIVA
	B.cereus/g	$3 \times 10^3$
<b>a) amidos, farinhas, féculas e fubá, em pó ou flocados</b>	Coliformes a 45°C/g	$10^2$
	Salmonellas/25g	Aus

Fonte: BRASIL, 2001

### 3.3 PROCESSOS DE OBTENÇÃO DA FÉCULA DE MANDIOCA

O processo de produção de goma é realizado na denominada casa de farinha e ou casa de goma. A diferença entre casa de farinha e casa de goma está nos equipamentos que a compõe. Em geral a casa de farinha é equipada com alguns instrumentos básicos como raladeira elétrica (motor de cevar), caixa de prensa ou prensa, tipiti peneira de massa e forno de lenha, (AGUIAR *et al*, 2011). Já a casa de goma não possui o forno a lenha, mas possui todos os outros equipamentos da casa de farinha.

Na obtenção das féculas de mandioca toma-se como base a metodologia sugerida por técnicos da EMATER (2004), cujas etapas são descritas a seguir:

**Colheita:** as raízes de mandioca, para processamento, são colhidas com idade de 14 meses, quando apresentam elevado rendimento em amido (EMBRAPA, 2005). O processamento acontece logo após a colheita para evitar perdas e escurecimento, o que resulta em produtos de qualidade inferior. São evitados atritos e danos mecânicos nas raízes, o que pode provocar o início de processo fermentativo, resultando na diminuição da qualidade do produto.

**Seleção:** na etapa de seleção são eliminadas as raízes ou as porções destas que apresentam sinais de contaminação microbiana, danos físicos ou outras características que as tornem impróprias para o processamento.

**Lavagem:** as raízes são lavadas e escovadas em água corrente para eliminar sujidades aderidas à casca que prejudicam a qualidade do produto final.

**Descascamento:** é realizado manualmente, com auxílio de facas de aço inoxidável. Após o descascamento as raízes são novamente lavadas para eliminar impurezas aderidas durante essa etapa.

**Sanitização:** as raízes, descascadas e lavadas, são submetidas ao processo de sanitização, por imersão em água contendo 100mg/L de cloro ativo, durante 20 minutos (OLIVEIRA, PANTAROTO E CEREDA, 2003). A seguir as mesmas são lavadas em água potável, para eliminar o excesso de cloro.

**Trituração:** a trituração das raízes é realizada com auxílio de triturador mecânico.

**Peneiramento e lavagem da massa triturada:** o peneiramento/lavagem da massa é realizado em peneira de pano de algodão e tem como objetivo extrair o máximo possível da fécula, utilizando água em abundância.

**Sedimentação e lavagem:** a separação da fécula é realizada por sedimentação natural a 25°C por 24 horas, quando o sobrenadante (manipueira) é drenado. Em seguida, é adicionada água potável e realizada uma leve agitação manual. Este procedimento é aplicado novamente após 24 horas, para purificação do amido.

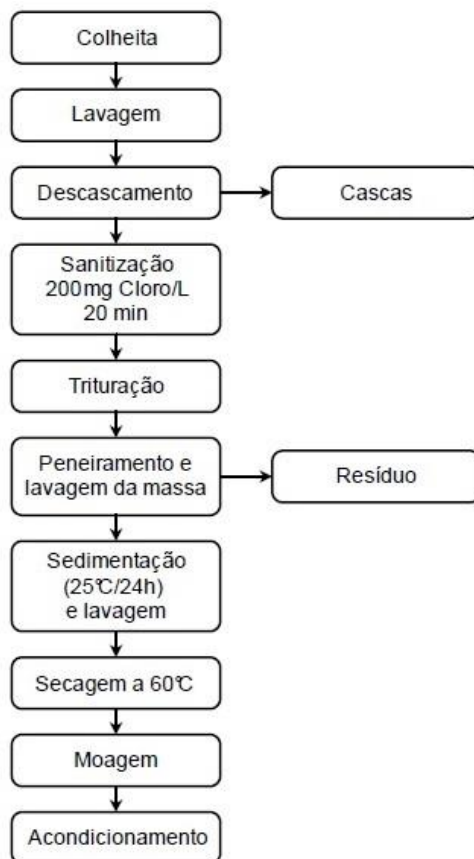
**Secagem:** as féculas são submetidas à secagem em estufa com circulação de ar, a 60°C, até umidade final de 10-12%.

**Moagem:** após a secagem as féculas são trituradas em moinho de facas, até tamanho de partículas inferior a 150 *mesh*.

**Acondicionamento:** as féculas são embaladas a vácuo, em sacos de polietileno e armazenadas à temperatura ambiente (25-35°C) até o momento das análises e processamento das farinhas de tapioca.

Para uma melhor visualização dessas etapas, na figura 3 é exposto um fluxograma com todas as etapas do processo da fécula.

Figura 3. Fluxograma de processamento das féculas de mandioca.



FONTE: ADAPTADO DE SILVA, P. (2011).

#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

Foram adquiridas na forma de consumidor 20 amostras de fécula da mandioca (*M. esculenta*), no período do mês de março, em um mercado de grande comercialização e veiculação de pessoas, levadas posteriormente ao laboratório de química e análise de alimentos da Universidade do Estado do Pará – Campus V.

As análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas em triplicata segundo metodologias da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2011) e Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Já as determinações do pH e fator ácido foram realizadas segundo a metodologia descrita pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/MAPA (2013).

As análises físico-químicas, exigidas na Instrução Normativa nº 23, de 14 de dezembro de 2005 (BRASIL, 2005), foram realizadas nos Laboratório de Química e de Alimentos da UEPA.

As análises microbiológicas foram realizadas no laboratório de microbiologia da UEPA, de acordo com a RDC 12, de 01 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

##### 4.1 UMIDADE

A análise de umidade foi realizada de acordo com a metodologia 9.6.1(b) do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Neste caso, a amostra foi deixada em estufa a 105 °C até peso constante e o percentual de umidade determinado pela Equação 1.

Equação 1. Equação para calcular percentual de umidade.

$$\%Umidade = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

Legenda:

Pi: peso inicial da amostra.

Pf: peso final.

##### 4.2 DETERMINAÇÃO DO pH

Na determinação do pH utilizou-se a metodologia do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/MAPA para Determinação do pH e Fator Ácido em Produtos Amiláceos derivados da Raiz de Mandioca.

No processo eletrométrico empregou-se aparelhos que são potenciômetros especialmente adaptados e permitiram uma determinação direta, simples e precisa do pH.

#### 4.3 FATOR ÁCIDO

Na determinação de fator ácido utilizou-se a metodologia do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento/MAPA para Determinação do pH e Fator Ácido em Produtos Amiláceos derivados da Raiz de Mandioca.

Após verificação do pH, adicionou-se gota a gota a solução de HCl 0,1N até atingir pH 3,00. O resultado é expresso em mililitros de solução de HCl gastos multiplicado pelo fator da solução, caso esse seja diferente de 1,00.

#### 4.4 CINZAS

O teor de cinzas foi determinado por incineração da amostra em forno mufla a 600 °C até peso constante segundo metodologia 44.4.04 da AOAC (AOAC, 2011).

Pesou-se 5 g da amostra em cadinhos previamente calcinados e pesados, sendo levados para o forno por 5 horas. Após esse tempo, os cadinhos foram retirados e colocados em dessecadores para esfriar e posteriormente serempesados. Com a obtenção do peso, o processo se repetiu até a obtenção do peso constante.

#### 4.5 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas realizadas foram para coliformes totais, fecais e *Salmonella* spp.. Os resultados obtidos foram comparados aos parâmetros de tolerância exigidos pela RDC 12, de 01 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

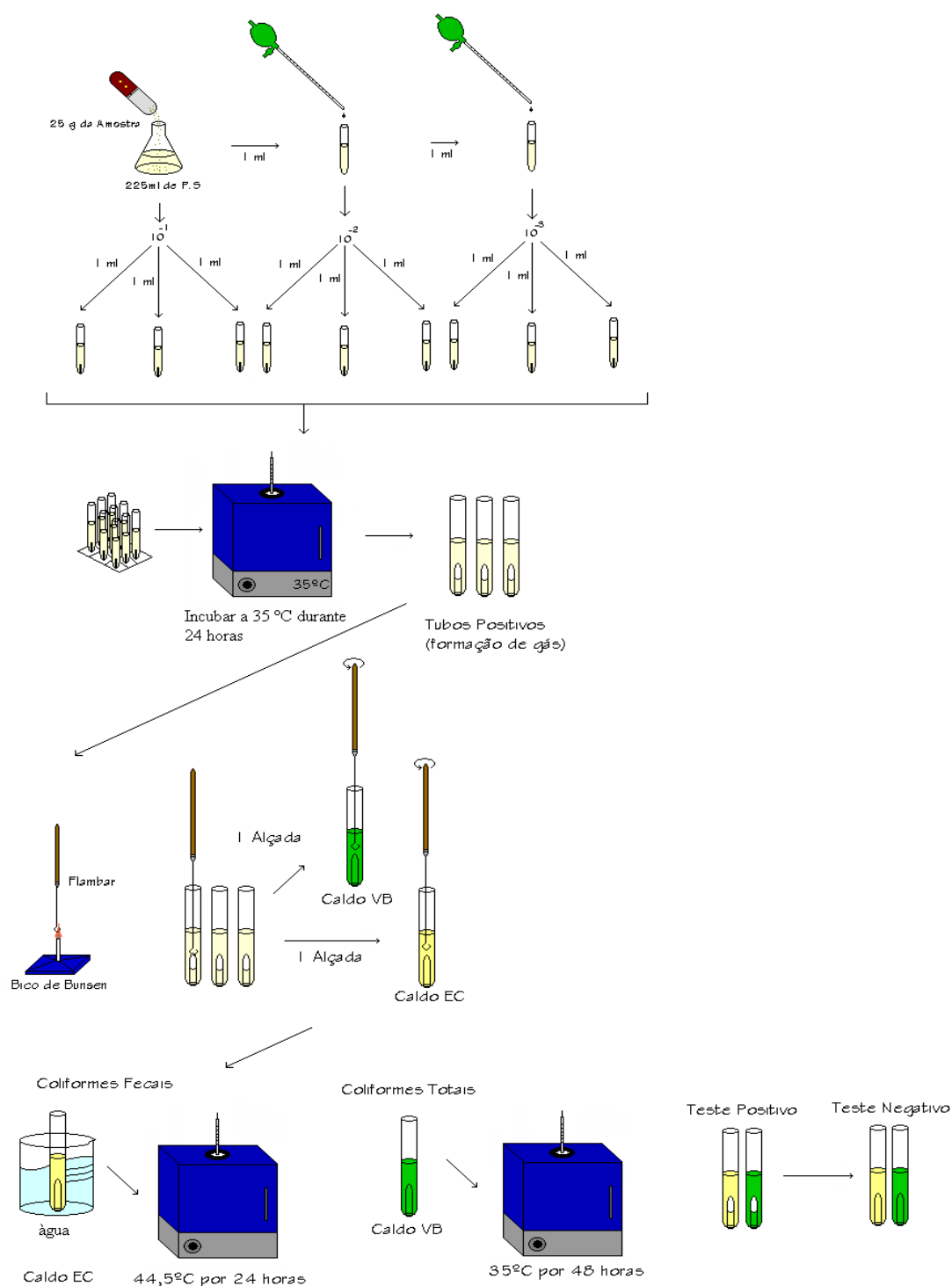
##### 4.5.1 Coliformes 45°C e 35°C

Para a contagem de coliformes fecais, pesou-se 25 g da amostra, transferiu-se para um frasco contendo 225 mL de água peptonada simples a 0,1% (diluição 10<sup>-1</sup>) sendo na sequência preparadas as diluições 10<sup>-2</sup> e 10<sup>-3</sup>.

A partir destas diluições foi realizado, em triplicata, o teste presuntivo em caldo Lauril Sulfato Triptose, sendo estes incubados a 35°C/48h. Para o teste confirmativo foi retirada uma alçada dos tubos com formação de gás e inoculados em tubo contendo caldo *Escherichia coli*. (EC), e incubados em estufa em banho Maria a 45,5/24 horas.

Após esse período anotou-se o número de tubos de caldo E. coli com produção de gás, sendo determinado o Número Mais Provável (NMP)/g ou mL utilizando as tabelas de NMP (SILVA *et al*, 2007). Como ilustrado na figura 4.

**Figura 4.** Processo da análise de Coliformes 45°C e 35°C.



Fonte: BRASIL (2008).

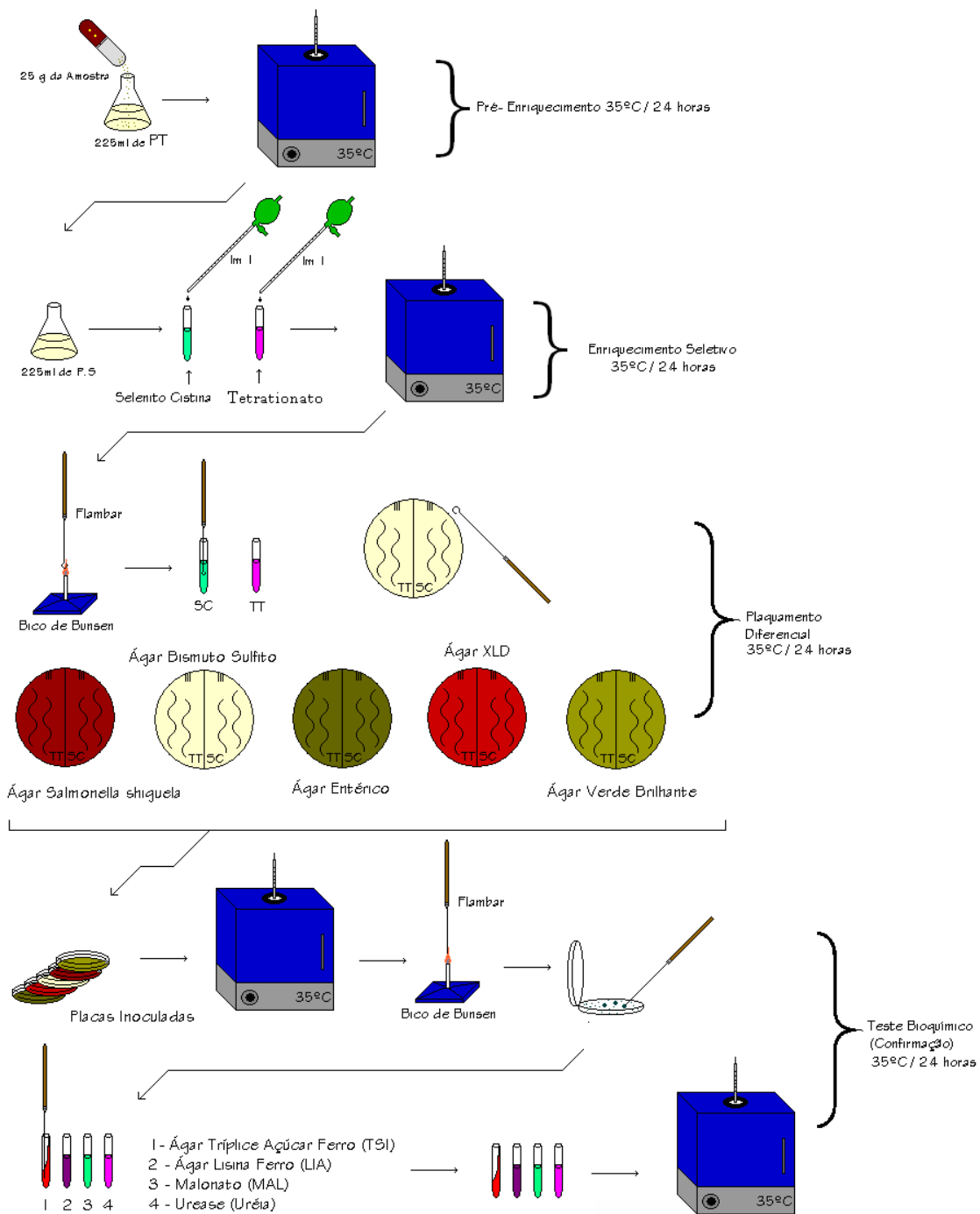
#### 4.5.2 Pesquisa para *Salmonella* spp.

Pesou-se 25 g da amostra, e adicionou-se em 225 mL de peptona tamponada a 1%. Após a homogeneização amostra foi incubada em uma estufa a 35°C por 24 horas (etapa de pré-enriquecimento).

Em seguida foi transferido 1mL do caldo de pré-enriquecimento para tubos de ensaio contendo caldo Tetrionato (TT) e caldo Selenito Cistina (SC), incubando-os a 35°C/24 horas (etapa a de enriquecimento em caldo seletivo).

Na sequência foi iniciada a etapa de plaqueamento diferencial. Com auxílio de uma alça em anilha foi realizada a semeadura por esgotamento a partir de uma alçada de caldo SC e TT para as placas de ágar Entérico Hectoen (HE), ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD), ágar Verde Brilhante (VB), ágar Bismuto Sulfito (BS) e ágar *Salmonella*Shiguella (SS). As placas foram incubadas invertidas a 35°C/24 horas. Nas placas em que houve crescimento típico de *Salmonella* spp. foi realizado a etapa do teste bioquímico, para a confirmação da presença ou ausência de *Salmonella* spp. em 25 g. O processo descrito é ilustrado na figura a seguir.

Figura 5. Pesquisa para *Salmonella* spp.



Fonte: BRASIL (2008).

## 4.6 ANÁLISE MORFOLÓGICA

### 4.6.1 Morfologia da fécula

As amostras foram secas em estufa a 105°C em um período de 24 horas e, posteriormente, as mesmas permaneceram em dessecador até o momento da realização da análise morfológica.

As amostras foram diluídas em álcool etílico 100% (1/10 p/v) e posteriormente duas gotas da solução foram colocadas sobre os “stubs”. Após este procedimento as amostras foram cobertas em 10 µm de ouro metalizador (MED-010 da Balzers) e avaliadas em microscópio eletrônico de varredura (JEOL, JSM6610, Scotia, USA), sob tensão de 20KV e tamanhos de 50, 100, 500, 2000, 10000 vezes. Foram escolhidas as microscopias com tamanho de 2000 e 10000 vezes para serem apresentadas neste trabalho devido à melhor visualização das características estudadas.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 são apresentados os resultados das análises de caracterização físico-química. Os valores obtidos foram comparados aos exigidos pela legislação vigente e aos encontrados em outros estudos.

Tabela 3. Composição físico-química da fécula de mandioca.

ANÁLISES				
AMOSTRA	UMIDADE (%)	CINZAS (%)	pH	FATOR ÁCIDO (mL)
A1	56,19 ± 0,22	0,049 ± 0,013	8,06 ± 0,09	2,11 ± 0,36
A2	56,54 ± 0,12	0,029 ± 0,014	7,08 ± 0,03	1,85 ± 0,20
A3	55,42 ± 0,17	0,049 ± 0,010	6,79 ± 0,10	1,78 ± 0,59
A4	56,70 ± 0,07	0,009 ± 0,000	7,40 ± 0,84	1,39 ± 0,07
A5	56,30 ± 0,16	0,089 ± 0,014	5,52 ± 0,84	1,08 ± 0,07
A6	56,19 ± 0,46	0,099 ± 0,000	4,11 ± 0,26	1,18 ± 0,07
A7	57,49 ± 0,27	0,074 ± 0,007	3,31 ± 0,00	0,66 ± 0,00
A8	55,89 ± 0,04	0,029 ± 0,014	5,82 ± 1,05	1,23 ± 0,00
A9	54,99 ± 0,37	0,029 ± 0,000	3,44 ± 0,03	1,15 ± 0,07
A10	53,83 ± 0,48	0,044 ± 0,020	4,13 ± 0,24	1,15 ± 0,07
A11	56,84 ± 0,03	0,089 ± 0,014	3,37 ± 0,02	1,00 ± 0,00
A12	56,65 ± 0,75	0,163 ± 0,130	4,62 ± 0,01	1,10 ± 0,00
A13	56,05 ± 0,00	0,069 ± 0,014	5,05 ± 0,07	2,05 ± 0,07
A14	57,13 ± 0,02	0,059 ± 0,000	4,24 ± 0,14	1,10 ± 0,14
A15	56,17 ± 0,08	0,034 ± 0,007	7,73 ± 0,12	2,31 ± 0,21
A16	55,52 ± 0,04	0,029 ± 0,000	7,52 ± 0,00	1,54 ± 0,00
A17	56,31 ± 0,11	0,129 ± 0,013	4,01 ± 0,12	0,87 ± 0,07
A18	57,24 ± 0,05	0,109 ± 0,000	6,68 ± 0,03	1,08 ± 0,21
A19	56,64 ± 0,05	0,142 ± 0,015	4,91 ± 0,07	1,65 ± 0,07
A20	56,18 ± 0,12	0,149 ± 0,027	5,25 ± 0,02	2,10 ± 0,14

Fonte: AUTORES (2019).

Em relação ao teor de umidade todas as amostras apresentaram valores que variaram entre 53,83-57,49%, maiores do que o exigido pela legislação, que é no máximo 14% e maiores, também, quando comparados com estudos de Vieira *et al.* (2010) com média 13,53%; Starling (2010), 11,95%; Fiorda (2013), 12,65%; Vieira *et al.* (2010), 13,99%.

Os altos teores de umidade nas amostras de fécula analisadas são um fator desfavorável, pois isso aumenta a possibilidade de ocorrer a fermentação e o crescimento de micro-organismos indesejáveis. Alguns dos possíveis motivos para esse alto valor pode estar associado à colheita prematura, transporte e armazenamento incorreto dessas féculas.

Quanto ao teor de cinzas, todas as mostras encontraram-se dentro dos valores exigidos pela legislação ( $\leq 0,20$  g/100 g), as quais variaram de 0,009-0,163%, e estão de acordo com valores encontrados em estudos de Starling (2010), de 0,05%; Fiorda (2013), 0,12% e Vieira (2010), 0,11%. A partir do resultado do teor de cinzas é possível identificar a qualidade ou se houve alguma irregularidade nas féculas durante seu processamento. Ele também indica a quantidade de minerais presentes na fécula.

Os resultados obtidos nas análises de pH mostraram que 60% das amostras apresentaram-se com valores fora do intervalo preconizado na legislação (4,5-7,0). As amostras que estão de acordo com a legislação apresentaram resultados semelhantes aos encontrados em estudos de Starling (2010), que foi de 5,48 e Silva (2012), 6,06.

Em relação ao fator ácido, pôde-se observar que todas as amostras apresentaram valores dentro do exigido pela legislação ( $\leq 4,00$  mL). Os resultados encontrados apresentaram valores próximos quando comparados com Santana *et al.* (2014).

Na Tabela 4 estão expressos os resultados obtidos das análises de microbiologia. Os dados foram comparados aos preconizados pela legislação vigente e demais literaturas.

Tabela 4. Resultados das análises microbiológicas da fécula comercializada em um mercado da cidade de Belém.

AMOSTRA	COLIFORMES A	SALMONELLA
	45°C (NMP/g)	SPP. (25g)
A1	3,6	Presença
A2	93	Presença
A3	>1.100	Presença
A4	< 3	Presença
A5	> 1.100	Presença
A6	< 3	Ausência
A7	11	Ausência
A8	>1.100	Presença
A9	>1.100	Ausência
A10	< 3	Presença
A11	6,2	Ausência
A12	43	Ausência
A13	< 3	Presença
A14	< 3	Presença
A15	11	Ausência
A16	< 3	Presença
A17	>1.100	Ausência
A18	>1.100	Presença
A19	3	Ausência
A20	< 3	Ausência

Fonte: AUTORES (2019).

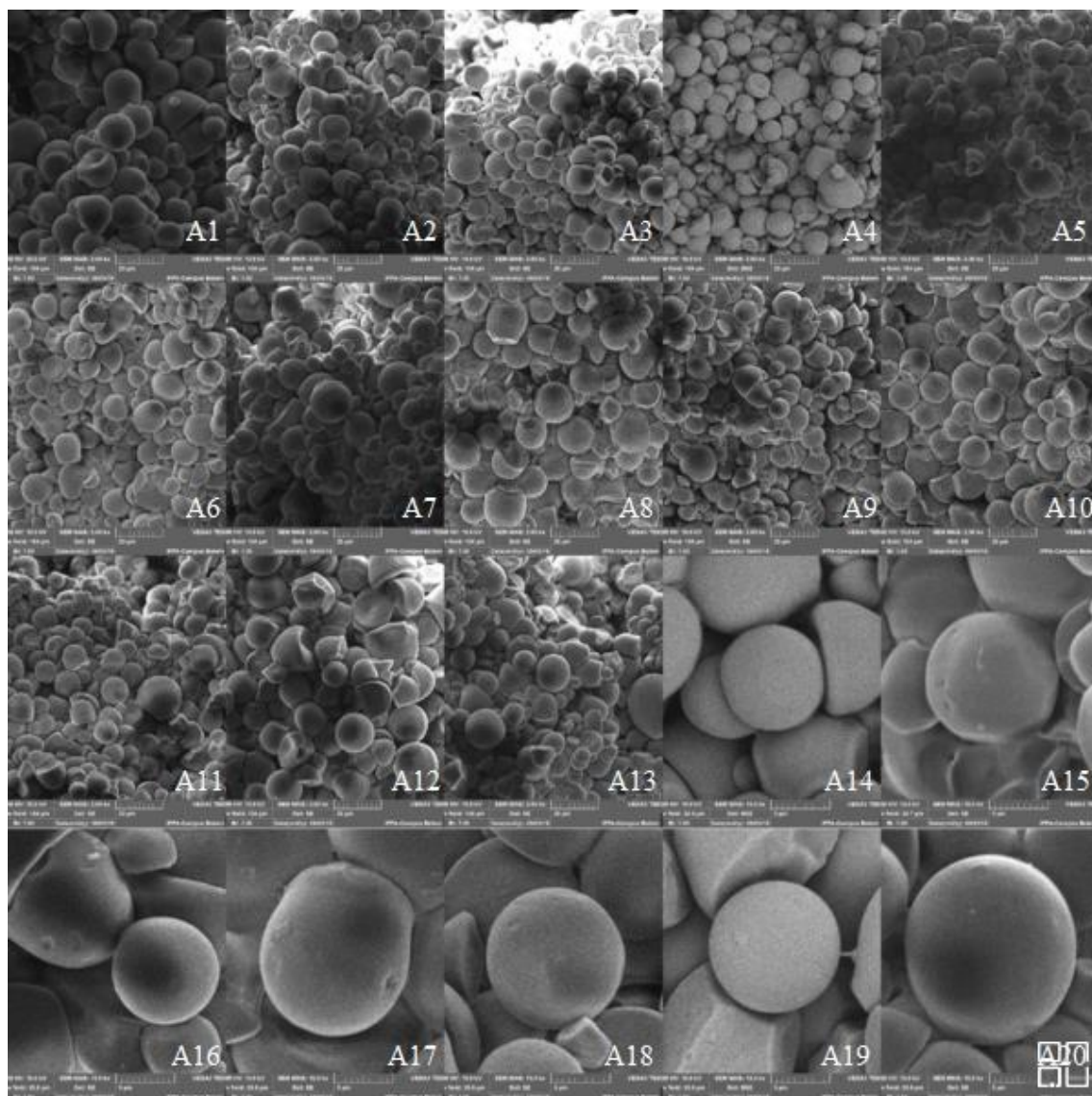
Foi verificada a presença de *Salmonella spp.* em 25g em 55% das amostras, as quais não estão de acordo com a legislação, o que torna o alimento inseguro, pois sua presença pode provocar desde a febre tifóide até gastroenterite (SHINOHARA *et al.*, 2008).

Já para a análise de coliformes, foi verificada a presença de contaminação pelo microrganismo em 30% das amostras, as quais tornaram impróprias para o consumo. Shinohara *et al.* (2018) também encontrou resultados parecidos. A presença de coliformes totais e termotolerantes devem-se, provavelmente, ao excesso de manuseio dos manipuladores sem o uso EPI'S (Equipamento de Proteção Individual) e à exposição do produto durante o processamento (DÓSEA *et al.*, 2010).

Cereda e Vilpoux (2003) explicam que o tamanho e a forma do grânulo de amido estão entre os fatores importantes utilizados para estabelecer os usos potenciais dos amidos. Grânulos pequenos ( $2,0\ \mu\text{m}$ ), por exemplo, podem ser usados como substitutos de gordura devido ao tamanho ser semelhante ao dos micélios de lipídeos.

As seguintes figuras representam as estruturas morfológicas dos grânulos das amostras estudadas, nota-se que todas apresentaram semelhanças em relação a sua origem morfológica, com aspectos arredondados e levemente achatados. Sendo que alguns grânulos conferiram depressões em sua superfície, formando um aspecto irregular e truncado.

Figura 6. Eletromicrografias das 20 amostras de fécula da mandioca.



Fonte: AUTORES (2019).

Cereda (2002) explica que o reconhecimento da origem botânica do amido, através de microscopia é importante porque possibilita mesmo a pessoas com pouca especialização, a descoberta de fraudes em partidas de amido, ocasionadas por mistura indevida de produtos amiláceos de diferentes origens botânicas.

O aspecto alterado da superfície dos grânulos de amido de mandioca, com perfurações e rachaduras, comprova o efeito do ataque das amilases, as quais se assemelham com o estudo realizado por Cereda (1995).

## 6. CONCLUSÃO

De acordo com o estudo realizado, conclui-se que todas as amostras encontraram-se em desacordo com a instrução normativa nº 23, de dezembro de 2005 em relação às análises físico-químicas, as quais evidenciaram possíveis falhas no processo da colheita, obtenção, armazenamento e manipulação do subproduto em questão, tornando-se, assim, impróprio para o beneficiamento das preparações culinárias e consumo.

É importante ressaltar que dentre as análises físico-químicas realizadas, a umidade das amostras foi responsável pela maior discrepância quando comparada com a legislação vigente, onde a mesma apresentou valores de até três vezes mais do que o permitido.

Já para as análises microbiológicas, foi detectado um alto teor de contaminação das amostras, tanto para os microrganismos salmonella spp. como para coliformes fecais e termotolerantes. Transfigurando-se, assim, como um risco a população, pela possível ocorrência de transmissão de DTA'S (Doenças transmitidas por alimentos). Esse fator pode ser correlacionado com a possível falta de higiene por parte dos manipuladores no momento da obtenção e venda do produto.

Em relação a morfologia das féculas de mandioca, foi possível a caracterização das mesmas, onde pôde-se evidenciar semelhanças morfológicas entre si.

Diante do exposto, é importante salientar a necessidade de maiores cuidados nos processos para obtenção do produto, principalmente em relação à colheita, transporte, armazenamento e manipulação dos subprodutos da mandioca, dentre eles a fécula, com melhorias no que concernem as Boas Práticas.

## REFERÊNCIAS

ABAM – Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca. Derivados. **Servidor de arquivos**. 2019. Disponível em: <www.abam.com.br>. Acesso: 10 jan. 2019.

AGUIAR, Janaina de; SOUSA, Marília de Jesus da Silva e; FRAXE, Therezinha de Jesus Pinto; PEREIRA, Henrique dos Santos. *Objetos artesanais no contexto da produção da farinha de mandioca: bens e saberes materiais e imateriais do mundorural amazônico*. (p. 335 a 374) In: FRAXE, Therezinha de Jesus Pinto, Org.; WITKOSKI, Antônio Carlos, Org.; PEREIRA, Henrique dos Santos, Org. *Amazônia:cultura material e imaterial*. São Paulo: Annablume; Manaus: UFA, 2011. 380 p.

AOAC- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **International. Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18. ed. 4 rev. Gaithersburg: AOAC, 2011.

ARIAS, L.V.B. Fécula de mandioca e polvilho azedo para fabricação de pão de queijo. In: PIZZINATTO, A; ORMENESE, R.C.S.S. **Seminário pão de queijo**: ingredientes, formulação e processo. Campinas: Governo do estado de São Paulo/ Secretaria de Agricultura e Abastecimento/Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios/Instituto de Tecnologia de Alimentos/Centro de Tecnologia de Cereais e Chocolate, 2000. p.1-14.

BABY, A. R.; ZAGUE, V.; MACIEL, C.P.M.; KANEKO, T. M.; CONSIGLIERI, V. O.; VELASCO, M. V. R. Development of cosmetic mask formulations. *Rev. Bras. Cienc. Farm.*, v.40, supl.1, p.159-161, 2004.

ARYEE, F. N. A.; ODURO, I.; W.O. ELLIS, W. O.; AFUAKWA, J. J. The physicochemical properties of xour samples from the roots of 31 varieties of cassava. *FoodControl*, Amsterdam, v. 17, n. 11, p. 916–922, 2006.

BRASIL, L. S. N. S. **Esquema de análises microbiológicas de Coliformes a 45°C e 35°C**. Roteiro de aulas práticas de Microbiologia de Alimentos. Belém: Centro Universitário de Pará, 2008.

BRASIL, L. S. N. S. **Esquema de análises microbiológicas de Salmonella spp.** Roteiro de aulas práticas de Microbiologia de Alimentos. Belém: Centro Universitário de Pará, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 23, de 14 de dezembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Produtos Amiláceos derivados da raiz da mandioca. **Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]**, Brasília p.5, dez. 2005. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº12, de 02/01/2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 10 jan. 2001. Seção I, p. 45-53.

CARDOSO, E. **Uso de manipueira como biofertilizante no cultivo do milho: avaliação do efeito no solo, nas águas subterrâneas e na produtividade do milho.** 2005. 35 f. Dissertação (Ciências Ambientais) – Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, 2005.

CARVALHO, A V.; VASCONCELOS, M. A M. DE; SILVA, P. A; ASSIS, G. T.; ASCHERI, J. L. R Caracterização tecnológica de extrusado de terceira geração à base de farinhas de mandioca e pupunha. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, v. 34, n. 4, p. 995-1003, 2010.

CEREDA, M. P. Brazilian fermented cassava starch: a low cost acidic starch with modified functional properties. *Science*, v. 13, n. 1, p. 43-49, 1995.

CEREDA, M. P.; FRANCO, C. M. L.; DAIUTO, E. R.. **Propriedades gerais do amido.** [S.l: s.n.], 2001.

CEREDA, M. P. **Cultura de Tuberosas amiláceas Latino Americanas**, São Paulo: Fundação Cargill, v.1, p. 203, 2002.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. Polvilho azedo, critérios de qualidade para uso em produtos alimentares. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. **Tecnologia, Usos e Potencialidades de Tuberosas Amiláceas Sul Americanas.** São Paulo: Fundação Cargill, v. 3, Cap. 13, p. 333-354, 2003.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F.; TAKAHASHI, M. Balança hidrostática como forma de avaliação do teor de massa seca e amido. In: CEREDA, M.P.; VILPOUX, O.F. **Tecnologia, Usos e Potencialidades de Tuberosas Amiláceas Sul Americanas.** São Paulo: Fundação Cargill, v. 3, Cap. 2, p. 30-46, 2003.

CEREDA, M. P. **Tuberosas e a produção de agroenergia**– Centro de Tecnologia e Análise do Agronegócio, Universidade Católica Don Bosco, Anais do CONBIEN Uberlândia, M.G, Brasil, 2008.

DÓSEA, R. R.; MARCELLINI, P.S.; SANTOS, A. A.; RAMOS, A. L. D.; LIMA, A. S. (2010). Qualidade microbiológica na obtenção de farinha e fécula de mandioca em unidades tradicionais e modelo. *Ciência Rural*, 40(2), 441-446.

EMATER – **Processamento Artesanal da Mandioca** – on-line (2004). Disponível em: <<http://www.emater.mg.gov.br/doc/site/sereviceoseprodutos/livraria/AgroindC3%B3A7C3%A3o%20do%20polvilho.pdf>>. Acesso em: 17 jun. 2019.

EMBRAPA – **Mandioca: o pão do Brasil = Manioc, lepaindu Brésil.** Brasília: Embrapa, 2005. 530p.

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

FRANÇA, BR; BONNAS, DS; SILVA, CM. O. **Qualidade higiênico sanitária de alfaces (*Lactuca sativa*) comercializadas em feiras livres na cidade de Uberlândia, MG, Brasil.** BioscienceJournal, v.30, n.1, p.458-466, 2014.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos.** 4<sup>a</sup> ed. (1<sup>a</sup> Edição digital), 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levant. Sistem. Prod. Agríc.** Rio de Janeiro v.30 n.1 p.1-81 janeiro. 2017.

LIMA J. W. C. **Análise ambiental: processo produtivo de polvilho em indústrias do extremo sul de Santa Catarina.** 2001. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2001.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Determinação do pH e Fator Ácido em Produtos Amiláceos derivados da Raiz de Mandioca.** 2013.

MORAES-DALLAQUA, M. A. de; CORAL, D.J. Morfo – anatomia. In: CEREDA, M. P. (Coord). **Agricultura: tuberosas amiláceas latino-americanas.** São Paulo: Fundação Cargill, 2002. v.2. 540p. (Culturas de tuberosas amiláceas latino-americanas).

NIBA, L. L.; BOKANGA, M. M.; JACKSON, F. L.; SCHLIMME, D. S.; LI, B. W. Physicochemical properties and starch granular characteristics of flour from various *Manihot Esculenta* (Cassava) genotypes. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 67, n. 5, p. 1701-1705, 2001.

OLIVEIRA, M. A.; PANTAROTO, S.; CEREDA, M. P. Efeito da Sanitização e de Agente Antioxidante em Raízes de Mandioca Minimamente Processadas. **BrazilianJournalofFood Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 339-344, 2003.

PARTELLI, F. L.; TAKEUCHI, K. P.; NAVES, R. V.; CHAVES, L. J. **Frutas do Cerrado: Alternativa sustentável.** A Lavoura, Rio de Janeiro, v. 113, p. 12-15, 2010.

SANTANA, H. M; FIUZA, A. U. R; SILVA, J. F. M; SILVA, L. A. O; SILVA, M. C. S. M; OLIVEIRA, L. A; JESUS, J. L.; OLIVEIRA, E. J. Caracterização do amido de acessos de mandioca. **8<sup>a</sup> Jornada Científica – Embrapa Mandioca e Fruticultura.** 2014.

SCHWENGBER, D. R.; SMIDERLE, O. J.; MATTIONI, J. A. M. **Mandioca: recomendações para plantio em Roraima.** Boa Vista, RO: Embrapa Roraima, (Circular Técnica, 5), 2005. 30p.

SILVA, P. *et al.* Obtenção e caracterização das féculas de três variedades de mandioca produzidas no estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 9, 2012. Búzios. **Anais...** Búzios: COBEQ, 2012.

SILVA, P. A. **Estudo do Processamento e da Qualidade Física, Físico-Química e Sensorial da Farinha de Tapioca.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.

SILVA, P. A.; CUNHA, R. L.; LOPES, A. S.; PENA, R. S. (2013). Caracterização de farinhas de tapioca produzidas no estado do Pará. **Ciência Rural**, 43(1), 185-191.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A.; TANIWAKI, M.H.; SANTOS, R.F.S.; GOMES, R.A.R. (2007). **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos** (3. ed.). São Paulo: Ed. Varela.

SHINOHARA, N.K.S.; PADILHA, M. R. F.; MACEDO, I. M. E.; NASCIMENTO, K. C. B. L.; CAMPOS, M. V. N.; CAMPOS, C. A. C. M. *Análise microbiológica em goma de mandioca industrializada. Journal of Environmental Analysis and Progress. V. 03 N. 02 (2018) 226-231. 2018.*

SHINOHARA, N.K.S.; BARROS, V. B.; JIMENEZ, S. M. C.; MACHADO, E. C. L.; DUTRA, R. A. F.; FILHO, J. L. L. *Salmonella* spp., importante agente patogênico veiculado em alimentos. **Cadernos de Saúde Pública**, São Paulo, v.13, n.5, p.1675-1683, 2008.

STARLING, C. **Otimização dos parâmetros de produção do amido de mandioca fermentado**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

SOUZA, J. M. L.; ÁLVARES, V. S.; LEITE, F. M. N.; REIS, F. S.; FELISBERTO, F. A. V. Caracterização físico-química de farinhas oriundas de variedades de mandioca utilizadas no Vale do Juruá, Acre. **ACTA Amazônica**, Manaus, v. 38, n. 4, p. 761- 766, 2008.

VIEIRA, J. C; MONTENGRO, F. M; LOPES, A. S; PENA, R. S. Influência da adição de fécula de mandioca nas características do pão tipo chá. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 28, n. 1, p. 37-48, jan./jun. 2010.

VIEIRA, J. C; MONTENGRO, F. M; LOPES, A. S; PENA, R. S. Qualidade física e sensorial de biscoitos doces com fécula de mandioca. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.12, p.2574-2579, dez, 2010.



Universidade do Estado do Pará  
Centro de Ciências Naturais e Tecnologia  
Curso de Tecnologia de Alimentos  
Travessa Enéas Pinheiro, 2626 – Marco  
66095-490. Belém – PA  
[www.uepa.br](http://www.uepa.br)