



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CURSO DE QUÍMICA INDUSTRIAL



**CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO ARTESANAL DA FARINHA
DE MANDIOCA NA COMUNIDADE INDÍGENA TATUYO, AMAZONAS**

ANNE CAROLINE PINHEIRO DE ALCANTARA

ITACOATIARA - AM
2021

ANNE CAROLINE PINHEIRO DE ALCANTARA

**CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO ARTESANAL DA FARINHA
DE MANDIOCA NA COMUNIDADE INDÍGENA TATUYO, AMAZONAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas - ICET/UFAM, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Bacharel em Química Industrial.

ORIENTADORA: PROFa. DRa. MARGARIDA CARMO DE SOUZA

ITACOATIARA - AM

2021

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pela autora.

A347c Alcantara, Anne Caroline Pinheiro de
Caracterização do sistema de produção artesanal da
farinha de mandioca na comunidade indígena Tatuyo,
Amazonas / Anne Caroline Pinheiro de Alcantara. 2021
47 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Margarida Carmo de Souza
TCC de Graduação (Química Industrial) - Universidade
Federaldo Amazonas.

1. Manihot esculenta. 2. Tukanos. 3. Casas de farinha.
4. Operações unitárias. 5. Farinha de mandioca. I. Souza,
Margarida Carmo de. II. Universidade Federal do
Amazonas III. Título

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao Prof. Dr. Wagner Gomes Rodrigues Junior, foi o primeiro a me enxergar no ICET, sou eternamente grata a você.

Aos membros da comunidade Tatuyo, Jaider Dias Godinho e Aldenira Dutra Caldas, que me auxiliaram ao máximo na elaboração dessa presente pesquisa, sempre com muita gentileza.

Gostaria também de agradecer a imensa oportunidade que foi cursar Química Industrial na UFAM e pelo imenso apoio do Prof. Dr. Hidelbrando Ferreira Rodrigues durante a graduação.

Não posso deixar de agradecer imensamente a minha orientadora de TCC, Profa. Dra. Margarida Carmo de Souza, por ter confiado na minha ideia desde o início, e ter sido muito paciente e muito humana.

RESUMO

Em função do isolamento das propriedades rurais e da preservação de tradições, o processo produtivo da farinha de mandioca na comunidade Tatuyo, visa suprir a própria subsistência. Sua produção é realizada empiricamente, de forma manual, com auxílio de ferramentas artesanais e produzidas pela própria comunidade. O presente trabalho, tem como objetivo estudar o processo produtivo artesanal da farinha de mandioca mista da tribo indígena Tatuyo, à margem esquerda do Rio Negro no estado do Amazonas, contribuindo cientificamente para um melhor entendimento da sua cadeia produtiva. Os dados foram coletados por meio de entrevistas qualitativas semiestruturadas de caráter descritivo, levantamento bibliográfico e etnográfico digital. O sistema de produção da farinha de mandioca na comunidade Tatuyo é dividido em doze etapas, com suas respectivas operações unitárias presentes. Observou-se no processo de produção o cuidado com as matas, não as desgastando em longo prazo, até mesmo reaproveitando os resíduos gerados no beneficiamento da mandioca. Concluímos que por adotar produção completamente manual, é importante a adoção de Boas Práticas de Fabricação da farinha, para colaborar na obtenção de um produto com padrões definidos e duráveis.

Palavras-chave: Manihot esculenta, Tukanos, casas de farinha, operações unitárias.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Visão da comunidade indígena Tatuyo e Manaus, Amazonas no Google Maps.	11
Figura 2. Visão do corte transversal da mandioca em detalhe para película, córtex e polpa da raiz.....	13
Figura 3. Fórmulas estruturais dos glicosídeos cianogênicos: linamarina ($C_{10}H_{17}NO_6$) e lotaustralina ($C_{11}H_{19}NO_6$).	14
Figura 4. Esquema da atuação das enzimas responsáveis pela formação do ácido cianídrico (HCN): degradação enzimática da linamarina.....	15
Figura 5. Fluxograma de processamento de farinha de mandioca seca, mista, d'água	18
Figura 6. Atividades agrícolas aplicadas à tribo Tatuyo.....	23
Figura 7. Os três componentes da agricultura de coivara.	24
Figura 8. Tatuyos depositando as manivas no solo para o plantio da mandioca na mata secundária (capoeira).....	25
Figura 9. (a) Maniva de mandioca com a cicatriz da folha, gema, corte com a liberação de seiva, corte transversal da maniva de mandioca mostrando medula e córtex; (b) manivas depositadas no solo	26
Figura 10. (a) Paneiro para o transporte de raízes de mandiocas e manivas; (b) mulher Tatuyo transportando raízes da mandioca com paneiro apoiado na cabeça; (c) cesta com mandiocas recém-colhidas.	27
Figura 11. Raiz da mandioca com destaque no colo (zona entre a raiz e o caule) cortado e na coifa (extremidade da raiz que protege a estrutura).	28
Figura 12. Homem Tatuyo realizando o descascamento das raízes de mandioca recém-colhidas, com um terçado	29
Figura 13. (a) Mulher Tatuyo realizando o descascamento das raízes das mandiocas maceradas em água; (b) mandiocas descascadas.	29
Figura 14. (a) Ralador artesanal de mandioca (b); mulher Tatuyo ralando raízes de mandioca.....	30
Figura 15. (a) Cumatá suspensa por um tripé, exposta ao sol para secagem da massa da mandioca; (b) e mulher Tatuyo peneirando a massa da mandioca no cumatá	31

Figura 16. (a) Tipiti com destaque na alça superior na boca; (b) alça inferior, alavanca, mulher Tatuyo como objeto de peso, e o sumo venenoso extraído da raiz da mandioca.....	32
Figura 17. Esquema da alavanca inter-resistente da comunidade Tatuyo	33
Figura 18. Massa da mandioca compactada (a); mulher Tatuyo realizando o desmembramento da massa (b); massa já desmembrada (c).....	34
Figura 19. (a) Base do forno a lenha; (b) tacho de ferro acoplado a base com homem Tatuyo torrando a massa da mandioca; (c) mulher Tatuyo exibindo a farinha mista de mandioca seca (pronta).	34
Figura 20. Esquema de transferência de calor no tacho de forno a lenha da comunidade Tatuyo, por condução, convecção (correntes convectivas) e irradiação.	35
Figura 21. Condução de calor nos grãos de farinha, aquecidos pelo contato direto com o tacho, com diferença de temperatura entre o núcleo e a superfície do grão ..	36
Figura 22. Estrutura molecular da amilose e da amilopectina	37
Figura 23. Mecanismo de gelatinização do amido.....	37
Figura 24. (a) Peneira de arumã nova, com menor diâmetro de abertura entre as malhas; (b) peneira desgastada, de maior diâmetro de abertura entre as malhas que dão origem a farinha grossas.	38
Figura 25. Fluxograma do sistema de produção da farinha de mandioca mista da comunidade Tatuyo.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

PPFM	Processo de Produção da Farinha de Mandioca
Kg	Quilograma
pH	Potencial Hidrogeniônico
F	Força
d	Distância
F ₁	Força Potente
F ₂	Força Resistente
CO ₂	Dióxido de Carbono
BPF	Boas Práticas de Fabricação
OPA	Operações Unitárias

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo Geral	12
2.2 Objetivos Específicos	12
3. REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1 A mandioca	13
3.2 Processamento artesanal de mandioca	16
3.3 Farinha de mandioca	17
4. METODOLOGIA	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5.1 Preparo do solo	23
5.2 Plantio das manivas	26
5.3 Colheita e replantio	27
5.4 Lavagem, maceração e descascamento das raízes	28
5.5 Trituração e prensagem das raízes	30
5.6 Esfarelamento e torrefação	33
5.7 Boas práticas de fabricação (BPF) da farinha de mandioca	39
6. CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	47

1. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é originária do Brasil, região amazônica, um alimento de suma importância na mesa do brasileiro e se constitui em alimento energético para mais de 400 milhões de pessoas no mundo, é cultivada por pequenos agricultores, em áreas reduzidas e com baixa produtividade, devido suas raízes se adaptarem a diferentes tipos de solos (CHISTÉ, COHEN, 2006).

O estado do Amazonas é o segundo maior produtor de mandioca da região Norte, regionalmente seu beneficiamento é realizados nas chamadas casas de farinha, caracterizadas pelo baixo nível tecnológico e controle de qualidade, obtendo-se a farinha como principal subproduto de consumo, em torno de 58 kg de farinha de mandioca por pessoa anualmente, garantindo a subsistência alimentar, cultural e econômica de diversas comunidades amazonenses (SIVIERO et al, 2012; IDAM, 2019, p. 4).

A farinha de mandioca é a principal fonte de carboidratos e aporte de energia para comunidades nativas, e em função do isolamento das propriedades rurais e preservação de tradições, o cultivo das roças de mandioca é predominante nas comunidades indígenas às margens do Rio Negro, tendo em vista seu histórico de cultivo e sobrevivência (XAVIER; LIMA, 2020).

Nesse contexto, nosso objeto de estudo é o processo de produção da farinha de mandioca (PPFM) na tribo indígena Tatuyo, também conhecida como Tukano Orientais, localizada à margem esquerda do Rio Negro no estado do Amazonas à cerca de 80 km de Manaus (Figura 1). Originalmente advindos das fronteiras entre Brasil, Venezuela e Colômbia, a tribo foi fundada em 2006, composta por mais dez (10) famílias de outras etnias, como Wananos, Tukanos, Kubeos, Tuyukas, Tarianos, Dessanas, Puinabes, Mukanas, etc., atualmente, 60 indígenas. Cada tribo se comunica em seu idioma, e cada indígena fala de 5 a 14 idiomas, sendo o Tukano o dialeto usual.

Os Tatuyos são produtores rurais que detêm conhecimento empírico para a fabricação da farinha de mandioca, visando à própria subsistência e como segundo plano o interesse comercial. Suprindo a necessidade alimentar da comunidade e havendo excedente do produto, esse é comercializado para as comunidades indígenas próximas (FERNANDES, 2009, p.1).

Figura 1. Visão da comunidade indígena Tatuyo e Manaus, Amazonas no Google Maps.



Fonte: Adaptado de Google Maps, 2021.

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho é estudar e caracterizar a cadeia produtiva da farinha de mandioca, identificar e descrever as etapas do processo de produção, elaborar fluxogramas, bem como analisar os conhecimentos tradicionais empregados aos procedimentos utilizados, visando contribuir com o aumento do rendimento e da melhoria na qualidade da farinha produzida.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Estudar e caracterizar o sistema de produção da farinha de mandioca, a fim de manifestar o conhecimento científico, visando contribuir com a qualidade da farinha produzida na comunidade indígena Tatuyo.

2.2 Objetivos Específicos

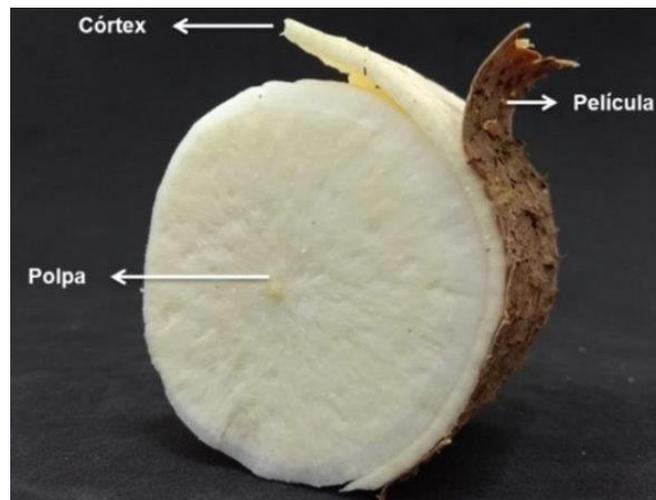
- a. Estudar o processo de produção da farinha de mandioca (PPFM), técnicas de produção, funcionamento dos processos químicos;
- b. Determinar as etapas do processo produtivo;
- c. Identificar e definir as operações unitárias (OPA) presentes na cadeia produtiva da farinha de mandioca;
- d. Elaborar fluxograma do sistema de produção da farinha de mandioca da comunidade empregando as operações unitárias.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A mandioca

A mandioca pertence à ordem Malpighiales da família Euphorbiaceae, gênero *Manihot* e espécie *Manihot esculenta* Crantz (MATTOS; FARIAS; FILHO, 2006, p.16). Sua raiz é constituída externamente por uma película marrom fina (Figura 2), logo abaixo desta película existe uma camada branca ou amarelada, denominada entrecasca ou córtex da raiz. Abaixo da entrecasca é formada a parte interna da raiz, rica em amido e pequenas partes de celulose, conhecida como polpa (GRACE, 1977 apud SILVA, 2011).

Figura 2. Visão do corte transversal da mandioca em detalhe para película, córtex e polpa da raiz.



Fonte: Adaptado de Pedri, 2018.

Segundo Sarmento (2013), em cada parte das raízes de mandioca apresentam composições químicas diferentes entre si, e sua composição média (Tabela 1) é de cerca de 60 a 65% de umidade (água), 30 a 35% de carboidratos (principalmente amido), 1 a 2% de proteínas e pequena quantidade da maioria das vitaminas e minerais.

Tabela 1. Composição média percentual da raiz da mandioca.

MANDIOCA (%)	
Umidade	69,0
Proteína	1,5
Gordura	0,2
Fibra	0,7
Cinza	0,6
Amido	28,0

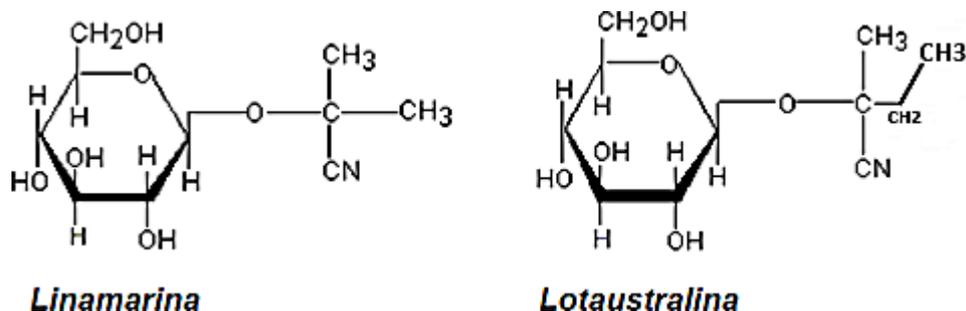
Fonte: Adaptado de Sarmento, 2013.

As raízes da mandioca são classificadas segundo suas etnov variedades e toxicidade das espécies, denominadas bravas e mansas (XAVIER; LIMA, 2020). Sua identificação depende de análises laboratoriais ou deve-se levar em conta a informação fornecida pelo produtor com experiência no cultivo. Ferreira (2010), Júnior e Alves (2014) também destacam outras formas de diferenciar a mandioca mansa da brava:

- A mandioca mansa ou macaxeira, são destinadas ao consumo “in natura”, contêm baixo teor de glicosídeos cianogênicos e são consumidas com ou sem qualquer processamento. Pode ser diferenciada por seu sabor doce da polpa crua e o fácil descascamento da entrecasca.
- A mandioca brava dá origem aos produtos como farinha, tucupi, goma, entre outros. Para alguns produtores essa divisão é feita em função do sabor amargo da mandioca brava, que contém maior quantidade de compostos cianogênicos. Além do sabor pode-se identificar o alto teor tóxico da mandioca observando se a mesma fica mais protegida do ataque de animais, insetos e doenças.

Na mandioca encontra-se elevado teor de glicosídeos cianogênicos solúvel em água e potencialmente tóxicos, conhecidos como linamarina (95% de teor de cianeto total) e lotaustralina (5%), ilustrados na Figura 3 (CHISTÉ; COHEN, 2006).

Figura 3. Fórmulas estruturais dos glicosídeos cianogênicos: linamarina ($C_{10}H_{17}NO_6$) e lotaustralina ($C_{11}H_{19}NO_6$).

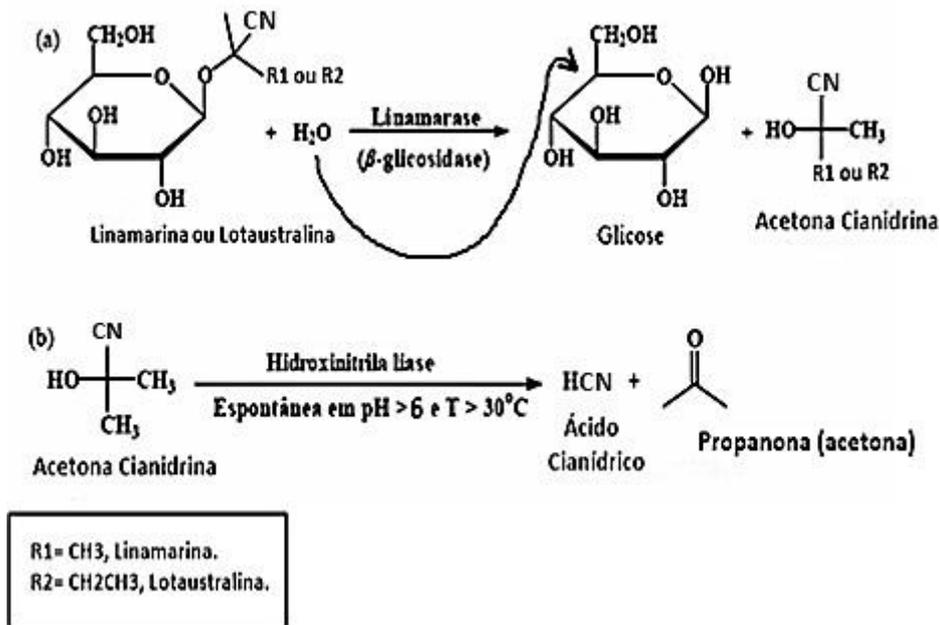


Fonte: Adaptado de Jecfa, 1993 apud Silva, 2011.

A linamarina é um β -glicosídeo, e está presente principalmente na casca da raiz e nas folhas da mandioca, ela não é tóxica por si só, até sofrer hidrólise por ação da enzima linamarase, essa reação ocorre espontaneamente em $pH > 6$, ou quando o tecido vegetal é triturado, como no processamento ou na ingestão. (OLIVEIRA, 2012).

A remoção efetiva dos glicosídeos cianogênicos inicia com a detoxificação das raízes, através da fermentação, moagem (trituração ou ralação), secagem (cozimento ou torrefação). Sob condições de alta umidade e baixa temperatura, as estruturas celulares das raízes são rompidas, e as enzimas linamarase, presentes na parede celular e tecido foliar, degradam a linamarina e lotaustralina (Figura 4), que sofrem hidrólise e liberam acetona, açúcar e ácido cianídrico (CHISTÉ; COHEN, 2006; FERREIRA, 2010).

Figura 4. Esquema da atuação das enzimas responsáveis pela formação do ácido cianídrico (HCN): degradação enzimática da linamarina.



Fonte: Adaptado de Montagnac, 2009 apud Junior, 2018.

A planta da mandioca é também conhecida tradicionalmente como maniva, e seu ciclo cultural é um fator predominante porque influencia no desenvolvimento e produtividade da mandioca. Os cultivares são classificados com base na duração desse ciclo, como: precoces (ciclo de 10 a 12 meses), semi-precoces (ciclo de 14 a 16 meses) e tardias (ciclo de 18 a 20 meses) (SILVA, 2011).

O ciclo de desenvolvimento pode ser definido em cinco fases fisiológicas principais, como é descrito por Ferniman (2004):

- a) brotação da maniva, sob condições favoráveis de umidade e temperatura, surgem às primeiras raízes fibrosas após o 7^o dia do plantio;
- b) formação do sistema radicular, continua sendo formado o sistema radicular, constituído por raízes fibrosas, com duração aproximada de 70 dias;

- c) desenvolvimento da parte aérea, tem duração de 90 dias, ocorre simultaneamente o espessamento de algumas raízes fibrosas pelo acúmulo de amido;
- d) engrossamento das raízes de reserva, corresponde à migração das substâncias de reserva para as raízes de armazenamento que se inicia na fase anterior e acentua-se no 5º mês
- e) repouso vegetativo, a planta armazena o máximo de reserva de amido nas raízes, perde a folhagem naturalmente, encerrando a sua atividade vegetativa, permanecendo apenas a migração das substâncias de reserva para as raízes.

Logo após o fim do ciclo cultural da mandioca a raiz é colhida, com 1 ou 2 ciclos de cultivo, seus pequenos caules remanescentes devem ser eliminados, pois sua presença dificulta o descascamento e aumenta o teor de fibra no material (PORTELLA, 2015).

3.2 Processamento artesanal de mandioca

O modelo de produção artesanal se tornou uma fonte de desenvolvimento social, econômico, histórico e cultural da produção de base artesanal. Saberes tradicionais conservam a diversidade cultural que é essencial para a conservação da diversidade biológica de culturas como a mandioca (XAVIER; LIMA, 2020).

No Amazonas, os rendimentos da produção de mandioca são inferiores quando comparados aos outros estados, o que evidencia o sistema de plantio rudimentar, com nenhuma ou pouca inovação tecnológica (ALMEIDA, SANTOS, 2011). Por outro lado, diante do alto custo de tecnologias modernas, se observa o desgaste do solo pela atividade intensa da aradura, ao reduzir o arado, é possível reduzir a erosão do solo, ajudando na retenção de água e acúmulo de matéria orgânica. Logo se destaca a importância de resgatar, divulgar e discutir sobre a valorização de conhecimentos tradicionais, permitindo o direcionamento de pesquisas e colaborando com a conservação da agrobiodiversidade (XAVIER; LIMA, 2020).

Em vista disso, se torna essencial a intervenção integrada da academia, que contribui no desenvolvimento deste setor e que estuda as técnicas produtivas artesanais, a cultura que envolve a comunidade produtora, construindo parâmetros

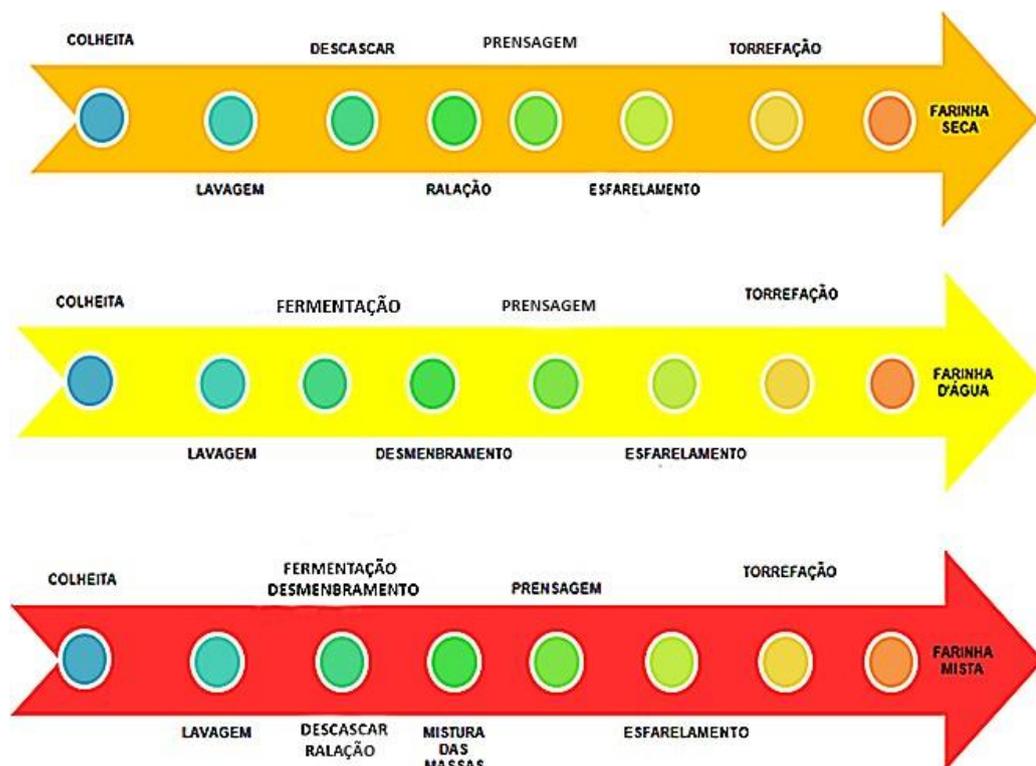
de qualidade, que vão desde melhorias na qualidade do produto, maior produtividade, melhoria no padrão de vida dos produtores e maior proteção ao meio ambiente, fundamentando ações de incrementação do setor produtivo (FREITAS, 2006; OLIVEIRA, 2015; ARAÚJO et al, 2009).

3.3 Farinha de mandioca

A farinha de mandioca é classificada por grupos, subgrupos, classes e tipos (SARMENTO, 2010). Sua classificação é estabelecida em função dos seus requisitos de identidade e qualidade, e suas classes estão relacionadas à coloração do produto torrado. Os requisitos de identidade (grupos) são definidos pelo gênero e pelo processo tecnológico de fabricação da mesma. Os requisitos de qualidade (subgrupos) da farinha são definidos em função da granulometria, da coloração e dos tipos (SARMENTO, 2010).

Segundo Ferreira (2010), a farinha de mandioca também pode ser classificada, em função do processo tecnológico empregado na sua produção, em três grupos: farinha seca (ralada), farinha d'água (fermentada) e farinha mista. O fluxograma na Figura 5 descreve as etapas dos processos de produção da farinha por grupo.

Figura 5. Fluxograma de processamento de farinha de mandioca seca, mista, d'água.



Fonte: Adaptado de Portella, 2015.

A farinha d'água, também chamada de puba, é o produto obtido de raízes de mandioca sadias, maceradas (fermentadas), descascadas, trituradas ou moídas. A massa resultante é prensada esfarelada e torrada em forno brando, podendo ser novamente peneirada (ÁLVARES, 2014).

A farinha seca, também chamada de farinha de mesa segue o mesmo fluxograma de processamento da farinha d'água, apenas não existindo etapa de maceração (ÁLVARES, 2014).

A farinha mista é o resultado da mistura de farinha seca com a farinha d'água, antes da prensagem, na proporção de 75% a 80% da massa ralada e 25% a 20% da massa fermentada (BEZERRA, 2006).

Durante o PPFM as operações unitárias estão presentes através das transformações físicas sofridas pela matéria-prima, e são baseadas em princípios teóricos ou empíricos de transferência de massa, transferência de calor e transferência de quantidade de movimento, classificados de ordem física, química, físico-química e biológica. Uma combinação de diversos procedimentos que determinam a natureza final do produto elaborado.

As primeiras operações unitárias no processamento de alimentos são as de pré-tratamento, a partir colheita, grau de maturação, transporte, limpeza, classificação, seleção e armazenamento da matéria prima.

A colheita da mandioca é feita pelas pessoas da própria comunidade, e acontece com o sol das primeiras horas da manhã e ao entardecer. Ao arrancar o pé de mandioca separam-se, com as mãos, as raízes do caule (ramas). As raízes arrancadas são reservadas para transporte, assim como as ramas (VIZOLLI; SANTOS; MACHADO, 2012).

O transporte das raízes deve ser feito para casa de farinha no período máximo de 24 horas após a colheita, pois já inicia a fermentação das raízes e ataques de microrganismos, principalmente fungos, devido ao atrito e esfolamentos das raízes, uma vez que o material é exposto à temperatura média da região, aumenta-se a acidez do produto. Por essa razão o processamento deve ser iniciado num prazo máximo de 36 horas pós-colheita (CEREDA; VILAPOUX, 2010; CHISTÉ; COHEN, 2011; PORTELLA, 2015).

O descascamento das raízes da mandioca deve ser feito manualmente, ou mecanicamente, através do lavador-descascador que permite simultaneamente a lavagem com fluxo contínuo de água e o descascamento das raízes, uma operação

mais penosa e lenta, porém mais efetiva por conseguir remover toda a entrecasca da raiz (ARAÚJO; LOPES, 2009; VILAPOUX, 2010).

Nessa operação a lavagem deve ser realizada em dois momentos, o primeiro para ser eliminado o excesso de terras aderidas à casca das raízes, e no segundo quando concluído o descascamento, para remoção da casca ou impurezas remanescentes. O descascamento feito manualmente com o auxílio de faca ou raspador, elimina as fibras celulósicas presentes nas cascas, compostos fenólicos que escurecem a farinha, e parte do ácido cianídrico que se concentra em maior proporção nas entrecascas. Após a lavagem, as raízes limpas devem ser imersas em solução 0,5% de água clorada reduzindo em até 90% a carga microbiana nos alimentos, e em seguida são acondicionadas em tambores plásticos devidamente higienizados. (CHISTÉ; COHEN, 2006; CEREDA; VILAPOUX, 2010; PORTELLA, 2015).

Na produção de farinha d'água, o descascamento acontece após a fermentação das raízes de mandioca, mediante a maceração ou embebição em água, que diminui o princípio tóxico da mandioca e os agentes responsáveis pela deterioração. A maceração é o repouso das raízes de mandioca por um período de quatro dias até que comecem a soltar a casca, que consiste no amolecimento dos tubérculos durante o processo fermentativo, e é realizada em águas paradas ou correntes (igarapés ou rios), a qual confere às raízes características sensoriais peculiares, como sabor e odor da farinha (CHISTÉ; COHEN, 2006, 2011; PEREIRA, 2015).

Os resíduos gerados durante o processamento da farinha são cascas (18%), manipueiras (30%) e crueiras (24%), que são reaproveitadas para reduzir a contaminação do solo e das fontes de água, como rios e lagos. As cascas geralmente são aproveitadas para adubação, espalhando-se no terreno de plantio e incorporando-se ao solo durante a aração. Já o efluente líquido com presença de manipueira é um resíduo rico em ácido cianídrico (HCN), que deverá ser separado para obter a recuperação do amido em tanques de sedimentação. Quando recuperadas, a manipueira recebe tratamento adequado para a sua estabilização, por intermédio da fermentação e cocção obtendo o tucupi, sendo também reaproveitadas como pesticidas, adubos e fertilizantes já que apresentam em sua composição química altos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio,

cobre, zinco e manganês e outros micronutrientes (ZOLDAN, 2006; ARAÚJO; LOPES, 2009; MAGALHÃES et al, 2013; SENAR, 2018; AMARAL et al, 2021).

O processamento da mandioca em farinha pode ser definido por seis operações unitárias: redução de tamanho, misturas, separação, aplicação de calor, resfriamento e conservação (VIZOLLI; SANTOS; MACHADO, 2012).

A trituração das raízes é uma operação realizada de maneira manual ou mecanizada. Esse processo se dá a uniformidade do tamanho das partículas do produto, auxiliando na homogeneização. Consiste na transformação das raízes em massa (um substrato pastoso). As raízes limpas são colocadas no ralador para trituração, a massa ralada vai caindo diretamente no recipiente, colocado embaixo do ralador. A ralagem é feita para que as células das raízes sejam rompidas, liberando os grânulos de amido e manipueira (PORTELLA, 2015; MORAIS, 2016; XAVIER; LIMA, 2020).

A prensagem sucede-se após a trituração, seu objetivo é impedir a fermentação e o escurecimento da farinha. É realizada em prensas manuais ou prensas hidráulicas, podendo também ser prensada no tipiti (peça de origem indígena) ou na prensa de madeira, com o objetivo de reduzir o excesso de água na massa triturada em até 20%, economizando tempo e combustível na torração, reduzindo a formação excessiva de grumos e a oxidação, pois a massa fica aglomerada em blocos, oferecendo menor exposição ao ar. Nesta etapa ocorre a maior produção de manipueira, a água extraída nesta operação é rica em amido, não devendo ser misturada às outras águas residuais da lavagem (CHISTÉ; COHEN, 2006; PORTELLA, 2015; AMARAL et al, 2021).

Logo depois da massa ser prensada, é realizada seu peneiramento com a finalidade de remover a crueira, pequenos pedaços de mandioca remanescentes da ralação (pedaços de raízes e cascas). O esfarelamento ou desmembramento é efetuado por meio de um processo mecânico ou manual. No mecânico, utiliza-se peneira vibratória com motor elétrico, melhorando a eficiência do processo e elevando a qualidade do produto. Manualmente, o esfarelamento é feito pela passagem repetida de um rodo sobre a massa prensada colocada sobre a peneira, que precisa ser limpa periodicamente para que não haja acúmulo de crostas de massa que causem fermentação (ARAÚJO; LOPES, 2009; VIZOLLI et al, 2012).

Após a massa ser peneirada ela irá ser secada e em seguida torrada. A secagem pode ser feita naturalmente e/ou artificialmente. A secagem solar é mais

efetiva, pois remove 82,94% do cianeto livre e 62,77% do cianeto total, enquanto a secagem em forno remove 69,76% do cianeto livre e 24,36% do cianeto total. Isso acontece pela redução na temperatura, que por fazer o processo mais lentamente permite a ação da enzima linamarase, já a secagem artificial há um rápido aumento de temperatura que prejudica a ação da enzima linamarase (AMARAL et al, 2021).

A torrefação é realizada manualmente ou mecanicamente em fornos ou tachos alimentados por lenha, que ao desidratar a farinha crua inativa microrganismos e enzimas, e retira a última fração de manipueira que possa causar sabor amargo à farinha, é a operação que mais influencia na qualidade do produto final, pois a cor, sabor, textura e conservação durante o transporte e armazenamento dependem desta fase de processamento. Nessa operação deve-se mexer a massa constantemente de 30 a 40 minutos, com o auxílio de um rodo de madeira, de cabo longo e liso. O ponto ideal de torração pode ser visto pelo término da saída de vapor da massa, que em seguida é transferida para um depósito, onde se realiza o resfriamento da farinha, que consiste na remoção de calor da farinha, evitando a formação de bolores e grumos (ARAÚJO; LOPES, 2009; PORTELLA, 2015; DENARDIN; KOMARCHESKI, 2015; PEREIRA, 2015).

A qualidade da farinha dá-se as condições do forno e da escolha do processo, com a finalidade de dar uniformidade à granulometria da farinha. Um forno mais frio proporciona uma farinha mais fina, enquanto que um mais quente, uma farinha mais granulada de cor mais amarelada e aparência cristalina, ou seja, quanto maior o volume de farinha no forno e maior a temperatura, mais grossa será a farinha (AMARAL et al, 2021).

Após o resfriamento da farinha, o amido gomifica, tornando-se necessária uma segunda peneiração, descartando os grânulos maiores dando uniformidade à granulometria final da farinha (VIZOLLI; SANTOS; MACHADO, 2012; AMARAL et al, 2021).

4. METODOLOGIA

A coleta dos dados foi obtida através de entrevistas qualitativas semiestruturadas de caráter descritivo, a fim de realizar o estudo de cunho exploratório por fontes primárias, aplicadas remotamente aos membros da comunidade Tatuyo, com o propósito de descrever as características das atividades e processos na visão da comunidade, em conjunto com suas tradições, valores culturais e técnicas. O roteiro elaborado conteve questões abertas, sendo apenas um meio de organização para a interação com a comunidade (MANZINI, 2004; ERAZO, 2017).

No que se refere às fontes secundárias compreendeu o levantamento bibliográfico, a organização e análise dos dados e também a etnografia digital, empregando às redes sociais dos membros da comunidade Tatuyo, contribuindo com o conhecimento das tradições, informações, filmagens, fotos, anotações e observações (BARROS JÚNIOR; PACHECO; CARDOSO, 2016).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados alcançados nessa presente pesquisa foram possíveis pelo intermédio da revisão da literatura e de entrevistas remotas realizadas via chat, com três (3) membros da comunidade indígena Tatuyo, que prontamente se disponibilizaram para descrever o sistema de produção de farinha de mandioca, com base nas suas vivências e tradições de forma qualitativa e quantitativa, retirando dúvidas, disponibilizando imagens, vídeos, etc.

5.1 Preparo do solo

As atividades agrícolas realizadas pela comunidade Tatuyo podem ser definidas por sete etapas, como descritas na Figura 6. As mulheres agricultoras participam das atividades de plantio, colheita, adubação, raspagem e torra da mandioca e capinas leves, os demais serviços como abertura de áreas, coivara e capinas pesadas, e também a torra da mandioca são serviços exclusivos dos homens (SANTOS, 2006).

Figura 6. Atividades agrícolas aplicadas à tribo Tatuyo.



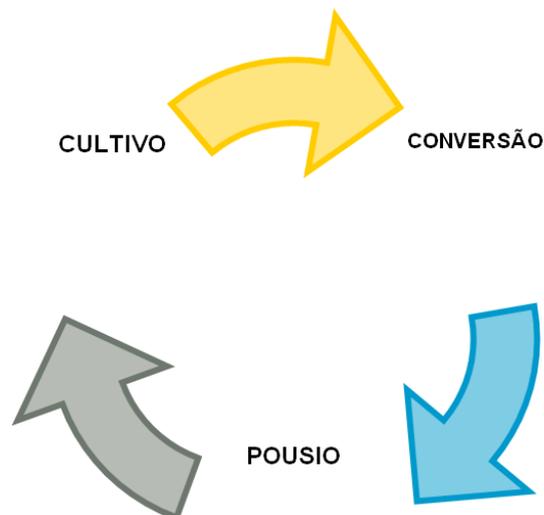
Fonte: Autora, 2021.

O preparo manual da área vegetativa para a cultura da mandioca é praticada por agricultores familiares da própria comunidade, cada membro

demarca a área que irá trabalhar, e a dimensão do solo a ser trabalhada irá depender de quantos homens por família irão participar dessa atividade. Rotineiramente o preparo da área, plantio e produção são feitos por cada família, entre 5 a 11 pessoas.

A técnica tradicional aplicada para o preparo do solo é conhecida como coivara (Figura 7), trata-se da limpeza do solo antes do plantio, expondo o solo fisicamente pela sua derruba e queima, controlando plantas daninhas e melhorando a disponibilidade de nutrientes ao solo (que, antes, estavam fixados na vegetação derrubada e queimada), fornecendo condições favoráveis ao plantio, brotação das manivas-semente, crescimento das raízes e tratos culturais no mandiocal (NEVES, 2012; JÚNIOR; ALVES, 2014).

Figura 7. Os três componentes da agricultura de coivara.



Fonte: Adaptado de Neves, 2012.

Na comunidade, a coivara consiste na roçagem e derruba manual de árvores na área vegetativa (prática de conversão), em que os troncos e matos caídos são deixados para secarem ao sol, por aproximadamente três meses, dando tempo de secar até mesmo troncos maiores, e por fim realizar uma boa queima do roçado (prática de conversão). O roçado queimado, ou cinzas, dão origem ao adubo, em conjunto com galhos, troncos e folhas de árvores em decomposição, e até mesmo cascas das raízes de mandioca.

As áreas de plantio são chamadas de mata primária (mata virgem) e mata secundária (capoeira). A mata primária é composta por grandes árvores frutíferas, e a secundária por pequenas árvores e capim.

A mata virgem trata-se de uma vegetação que nunca foi derrubada ou utilizada para o plantio, nela o preparo do solo é realizado em um determinado espaçamento, e logo após a primeira colheita essa mata passa por um “repouso” de roçagem, conhecido também como pousio, que dura de 3 a 5 anos, o tempo necessário para que a vegetação volte a ser dominante, devolvendo a vitalidade do solo, tornando-o mais fértil e por consequência menos ácido. Após o período de pousio, a mata que antes era primária, torna-se secundária, podendo ser realizado mais dois plantios, no máximo, pois a cada plantio a produtividade da cultura de mandioca é reduzida com o aumento das ervas daninhas no solo.

A prática de adubação pela técnica de coivara é a “perturbação” da vegetação primária e secundária (Figura 8), que incorpora nutrientes ao solo, nas primárias são realizadas em uma pequena parte do solo sendo completadas por resíduos vegetais de mandioca, como plantas e cascas, farelos de árvores em decomposição, etc. Já nas matas secundárias, a coivara é aplicada em toda dimensão do plantio, por ser uma área com deficiência de nutrientes.

Figura 8. Tatuyos depositando as manivas no solo para o plantio da mandioca na mata secundária (capoeira).

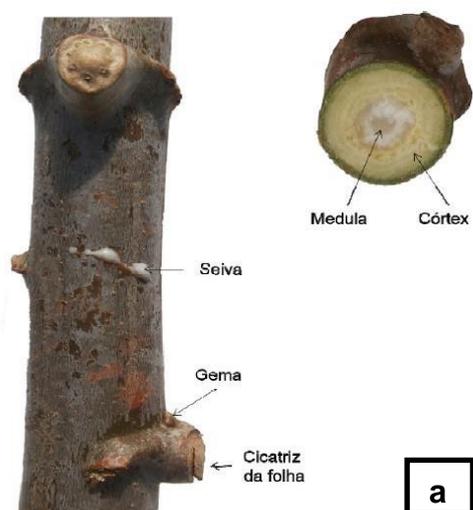


Fonte: Melissa Godinho, 2021.

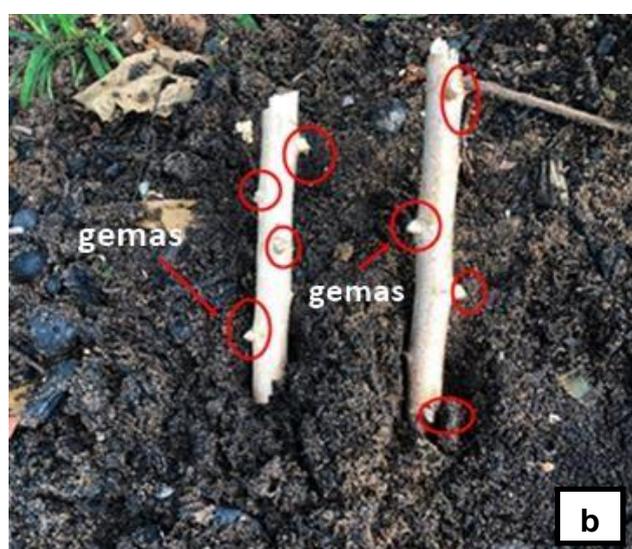
5.2 Plantio das manivas

Antes do plantio é feito a seleção e o corte de partes do caule da mandioca, originando ramos ou manivas (manivas-sementes). Ao longo da sua haste (Figura 9a) possui gemas meristemáticas ou “olhos”, e reservas de carboidratos e minerais. Já no corte transversal da rama (Figura 9b), podemos observar a medula que apresenta alto teor de água e o córtex que apresenta mais reservas do que água (THOMAS, 2016).

Figura 9. (a) Maniva de mandioca com a cicatriz da folha, gema, corte com a liberação de seiva, corte transversal da maniva de mandioca mostrando medula e córtex; (b) manivas depositadas no solo.



Fonte: Thomas, 2016.



Fonte: Adaptado de Dicson Godinho, 2021.

As manivas-sementes são cortadas manualmente com auxílio de um terçado, ou até mesmo podem ser “quebradas” com as próprias mãos. Seu corte é transversal, com aproximadamente 20 cm de comprimento, contendo de 5 a 12 gemas (olhos), de onde irão nascer às raízes e os brotos.

Após o preparo do material e área de plantio, é realizado o coveamento, a abertura de covas no solo para as manivas serem depositadas. As covas são feitas manualmente com o auxílio de galhos de árvores, enxada ou usando as próprias mãos, e em cada cova suporta-se uma maniva. O depósito das manivas são feitas pelo plantio vertical ou inclinado, e seus “olhos” devem estar posicionados para cima (Figura 9b) com 3 a 4 gemas acima do solo.

Durante o ciclo de cultura é realizado de 1 a 3 capinas, para limpeza da área vegetativa, pois os ciclos podem durar de 4 a 12 meses, dependendo da qualidade da maniva e dos nutrientes disponíveis no solo.

5.3 Colheita e replantio

A colheita e a seleção das matérias primas são as primeiras operações unitárias de pré-tratamento no PPFM. O período de maturação da mandioca dependerá da mata vegetativa em que foi cultivada. Na mata primária as raízes de mandioca são colhidas de 8 a 9 meses, e na mata secundária de 5 a 6 meses após a plantação, que podem ser colhidas com dois ciclos de cultivo anualmente, portanto esses cultivares são classificados como ciclo precoce. A colheita é realizada através do arranque manual das raízes da mandioca, e transportadas até a casa de farinha com o auxílio de paneiros, cestas feitas de cipó (Figura 10a e c), que são apoiadas nos ombros ou cabeça, influenciando nos riscos ergonômicos (Figura 10b).

Figura 10. (a) Paneiros para o transporte de raízes de mandiocas e manivas; (b) mulher Tatuyo transportando raízes da mandioca com o peneiro apoiada na cabeça; (c) cesta com mandiocas recém-colhidas.



Fonte: Dicson Godinho, 2021.

Fonte: Maira Godinho, 2021.

Fonte: Dicson Godinho,

Uma característica importante sobre a localização da tribo Tatuyo é que essa área não é afetada pelos impactos da “cheia” do Rio Negro, então após a colheita, pode ser feito o replantio nas matas primárias ou secundárias, durante todo ano, sem interrupções impulsionadas por mudanças climáticas.

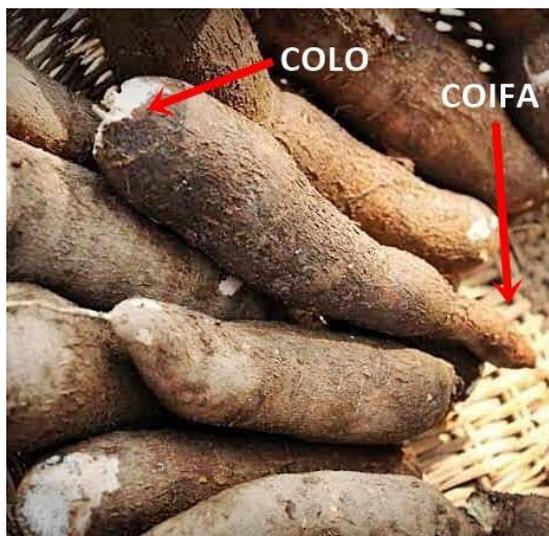
O replantio é iniciado depois de 1 semana pós colheita, realizando a limpeza da área, retirando tocos velhos (destoca), eliminando a cobertura vegetal (roçagem do mato), encoivramento (separação de galhos e troncos

finos remanescentes) seguidos da queima das coivaras, por fim, o coveamento da área (BORGES; SOUZA, 2010).

5.4 Lavagem, maceração e descascamento das raízes

Após a chegada das raízes da mandioca na casa de farinha, elas são pré-limpas, uma operação unitária que separa as impurezas das raízes, em um tanque de plástico de 200 litros com água do rio. Parte dessas raízes será reservada em um balde e outra parte será macerada em água. Antes da maceração é realizado o corte no colo das raízes (Figura 11), com o auxílio do terçado, e em seguida são depositadas em sacos de rafia, e ficarão “descansando” no rio durante 3 dias, essa etapa consiste na operação unitária de conservação por fermentação, na qual as cascas da mandioca também são amolecidas.

Figura 11. Raiz da mandioca com destaque no colo (zona entre a raiz e o caule) cortado e na coifa (extremidade da raiz que protege a estrutura).



Fonte: Adaptado de Indústria Rural, 2021.

Depois da etapa de maceração, realiza-se o descascamento dos tubérculos de mandioca (Figura 12), uma operação unitária de separação sólido-sólido, na qual as mandiocas maceradas serão descascadas facilmente com as mãos, e as que foram reservadas em um balde também passam pelo processo de descascamento manual, com o auxílio de uma faca ou terçado.

Figura 12. Homem Tatuyo realizando o descascamento das raízes de mandioca recém-colhidas, com um terçado.



Fonte: Dicson Godinho, 2021.

Nessa etapa, as cascas de mandioca são separadas (Figura 13) e usadas em um novo plantio como adubo. Depois do descascamento é realizada a lavagem e escovação das raízes de mandioca, uma operação unitária de pré-tratamento antes da trituração.

Figura 13. (a) Mulher Tatuyo realizando o descascamento das raízes das mandiocas maceradas em água; (b) mandiocas descascadas.



Fonte: Adaptado de Maira Godinho, 2021.

5.5 Trituração e prensagem das raízes

Essa etapa é o início da produção da farinha mista, em que coexistem duas operações unitárias de transformação, redução de tamanho e mistura, na qual consiste na trituração das raízes fermentadas e não fermentadas, juntamente raladas em um ralador artesanal (Figura 14), uma tábua de madeira levemente convexa cravejada de pedras pontudas, produzido pelos próprios membros da comunidade.

Figura 14. (a) Ralador artesanal de mandioca (b); mulher Tatuyo ralando raízes de mandioca.



Fonte: Adaptado de Dicson Godinho, 2021.

Após a massa ser triturada, ela será reservada em uma bacia por 2 dias, para depois serem secas expostas ao sol durante 4 a 6 horas, pelo processo de transferência de calor por irradiação solar, dentro do “cumatá”, um tipo de peneira em fibra de arumã, elevada por um tripé feito de varas de madeira (Figura 15). O que diferencia o cumatá da peneira, é que suas malhas fibrosas tem um diâmetro de abertura menor, sendo possível escoar apenas o amido da mandioca (goma) e o líquido de manipueira.

A peneiração com o cumatá é uma operação unitária de separação, sólido-líquido, onde uma pessoa é encarregada de fazer movimentos de prensagem na massa, adicionando água ao longo do tempo, com o objetivo de separar a goma da massa, auxiliando também na remoção de manipueira.

Figura 15. (a) Cumatá suspensa por um tripé, exposta ao sol para secagem da massa da mandioca; (b) e mulher Tatuyo peneirando a massa da mandioca no cumatá.



Fonte: Adaptado de Dicson Godinho, 2021.

Depois de a massa ser peneirada no cumatá, com o objetivo de retirar água e a manipueira da massa da mandioca, ela irá ser prensada no tipiti, uma prensa ou cesto cilíndrico artesanal em fibra de arumã de trançado flexível (Figura 16a), adaptado a uma alavanca inter-resistente de pressão (Figura 16b). O tipiti é caracterizado como “máquina” manual, com alças nas laterais e uma boca na parte superior, a alça superior é fixada a um ponto, na boca é introduzida à massa da mandioca ralada e na alça inferior uma alavanca, e sobre ela um peso (MARCHI, 2015; VILA NOVA; RAMOS, 2019).

Um balde é colocado embaixo do tipiti para recolher os resíduos de manipueira extraídos da massa (Figura 16b), sendo reaproveitados para fazer mingau, caxiri (bebida), tucupi e inseticida. Nessa etapa a maior parte de linamarina e a lotaustralina são extraídos, em conjunto com a goma da mandioca. Todo sumo de manipueira extraído passa pelo processo de “descanso” ou sedimentação, e logo depois é separada a goma da manipueira por decantação. A goma então é aproveitada para fazer a tapioca ou beiju.

Figura 16. (a) Tipiti com destaque na alça superior na boca; (b) alça inferior, alavanca, mulher Tatuyo como objeto de peso, e o sumo venenoso extraído da raiz da mandioca.



Fonte: Adaptado de Maira Godinho, 2021.

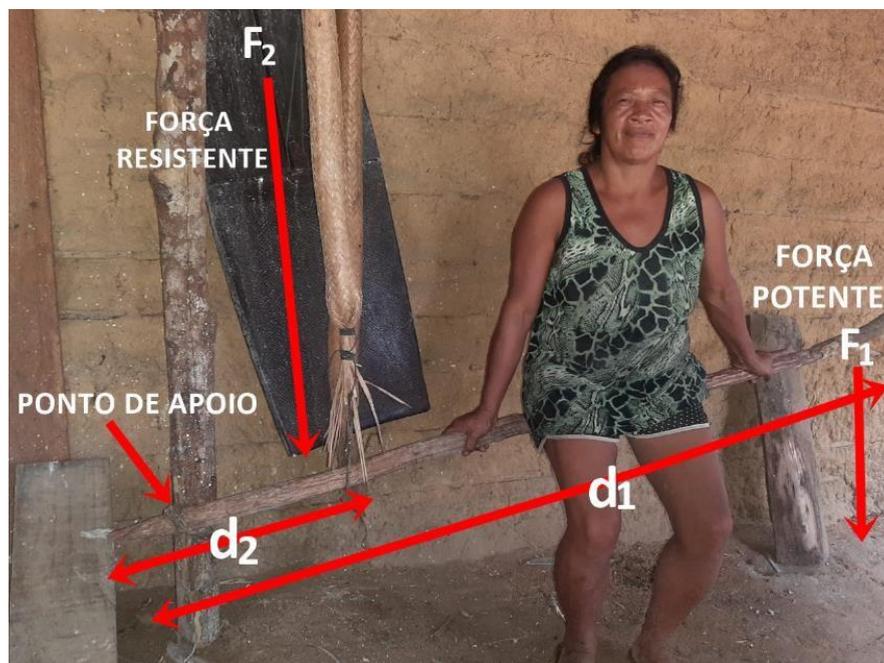
A prensagem é uma operação unitária de separação sólido-líquido, por intermédio do tipiti, e seu método de alavanca torna-se muito favorável, pois se usa o corpo como peso, de forma a exercer uma força para baixo, comprimindo a massa da mandioca, fazendo que a secagem da massa seja menos penosa, evitando a força muscular. Essa “máquina” é de referência Etnofísica, e pode-se calcular a força aplicada por meio da alça do tipiti, que expressa a Lei de Equilíbrio de uma alavanca, pela seguinte fórmula (VILA NOVA; RAMOS, 2019):

$$F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2 \quad (1)$$

Sendo “F” a força e “d” a distância. No qual a força (F_2) exercida na alça do tipiti é maior que a força (F_1) aplicada pelo peso do corpo em uma das extremidades da barra de madeira (VILA NOVA; RAMOS, 2019).

Na Figura 17, podemos observar que a força resistente (F_2) está localizada entre o ponto de apoio e a força potente (F_1).

Figura 17. Esquema da alavanca inter-resistente da comunidade Tatuyo.



Fonte: Adaptado de Jaider Godinho, 2021.

5.6 Esfarelamento e torrefação

Ao sair do tipiti a massa da mandioca apresenta-se na forma de blocos compactados (Figura 18a). Essa massa compacta é esfarelada (Figura 18b) e peneirada (Figura 18c), trata-se de uma operação unitária de separação sólido-sólido por tamisação, com o objetivo de retirar os resíduos remanescentes da mandioca, conhecidos como crueira, que são separadas para o descarte no solo como adubo orgânico.

A massa peneirada irá ser torrada no tacho de ferro em forno a lenha sob alta temperatura, onde a umidade é retirada dos grãos. Com o auxílio de um remo de madeira, a massa é espalhada e mexida uniformemente, por aproximadamente 1 hora, obtendo-se uma torra homogênea, de aspecto crocante, dando origem à farinha de mandioca mista.

Figura 18. (a) Massa da mandioca compactada; (b) mulher Tatuyo realizando o desmembramento da massa; (c) massa já desmembrada.



Fonte: Maira Godinho, 2021.

O forno a lenha da comunidade é constituído por uma base de hastes de madeira trançadas no cipó e estruturado com barro (Figura 19a), sobre a base é acoplado o tacho de ferro (Figura 19b).

Figura 19. (a) Base do forno a lenha; (b) tacho de ferro acoplado a base com homem Tatuyo torrando a massa da mandioca; (c) mulher Tatuyo exibindo a farinha mista de mandioca seca (pronta).



Fonte: Maira Godinho, 2019 - 2020.

A fonte de calor do forno é pela combustão da lenha e o controle da temperatura irá depender da quantidade de lenha queimada. Suas paredes de barro e o tacho de ferro são aquecidos por irradiação e condução de calor, o interior do forno é aquecido por convecção do ar, formando correntes convectivas pela diferença de densidade das partículas gasosas (Figura 20), um fluxo natural com gás quente subindo e trocando calor com a superfície do tacho. Quando o gás quente resfria, ele desce trocando calor com a massa de carvão, onde reaquece novamente (BARCELLOS, 2016).

Figura 20. Esquema de transferência de calor no tacho de forno a lenha da comunidade Tatuyo, por condução, convecção (correntes convectivas) e irradiação.



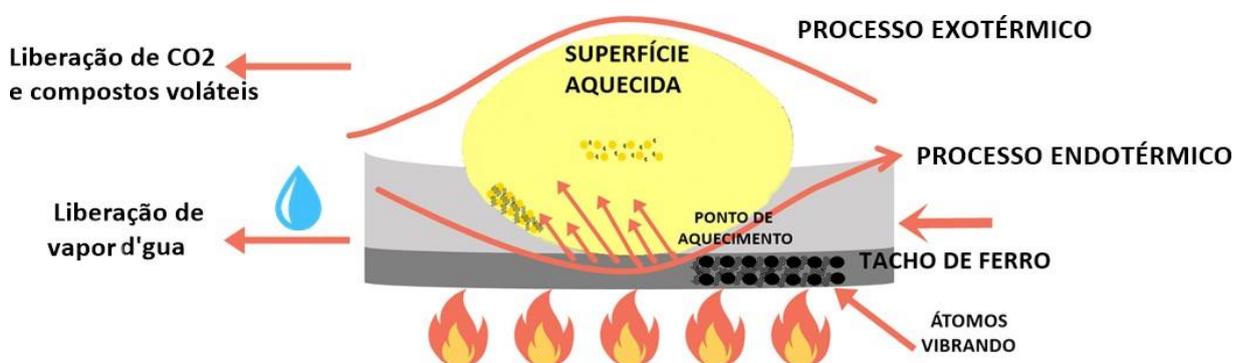
Fonte: Adaptado de Maira Godinho, 2021.

A torrefação é uma operação unitária de tratamento térmico que acontece no interior dos grãos de farinha, um processo de transferência de calor por condução, realizada para melhorar as propriedades organolépticas da farinha.

A temperatura é a força motriz da transferência de calor, ela “move” o calor entre os corpos, e o calor é a troca de energia que ocorre entre dois corpos, através do contato direto entre o tacho de ferro aquecido e os grãos de farinha (Figura 21), transferindo-se calor para a superfície dos grãos e lentamente para o núcleo (meio do grão), ou os grãos de farinha mais quentes transferem calor para os grãos menos quentes, dentro do tacho de ferro aquecido (HEINERICI, 2019).

Em termos moleculares, a propagação de calor acontece no interior do tacho de ferro e dos grãos de farinha (Figura 21), devido ao contato das moléculas, através da vibração entre os átomos, ou seja, agitação molecular, e quanto maior a temperatura mais elas irão vibrar e se agitar, transferindo uma parte de sua energia cinética, sempre da região com temperatura mais alta até regiões com temperatura mais baixa, não existindo o movimento entre as moléculas, apenas vibrações, pois moléculas sólidas são muito próximas e encontram-se fixas e sob fortes ligações (DOC BROWN, 2016).

Figura 21. Condução de calor no grão de farinha, aquecido pelo contato direto com o tacho, com a diferença de temperatura entre o núcleo e a superfície do grão.

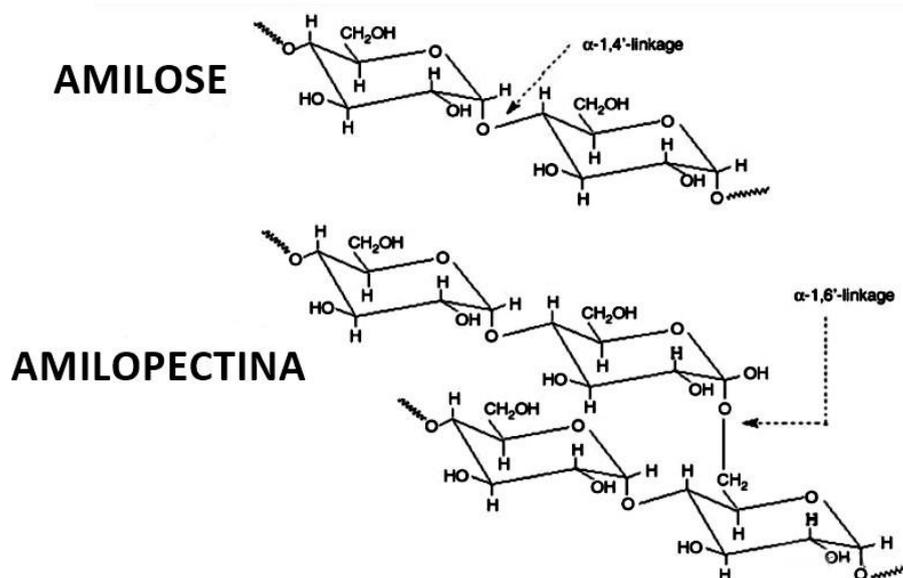


Fonte: Adaptado de Muinhos, 2017 e Rubasse, 2020.

Além disso, no processo de torra da farinha observa-se primeiro a torra da superfície e depois do núcleo do grão. Durante o ciclo de torra, o grão absorve calor, e a umidade dentro do núcleo do grão começa a evaporar (processo endotérmico), com o aumento da temperatura a evaporação prossegue ao longo da superfície do grão (processo exotérmico), formando compostos voláteis e CO_2 (MUIINHOS, 2017; TOPER, 2020).

Os grãos de farinha contém amido, uma mistura de dois polímeros de glicose, a amilose e a amilopectina (Figura 22).

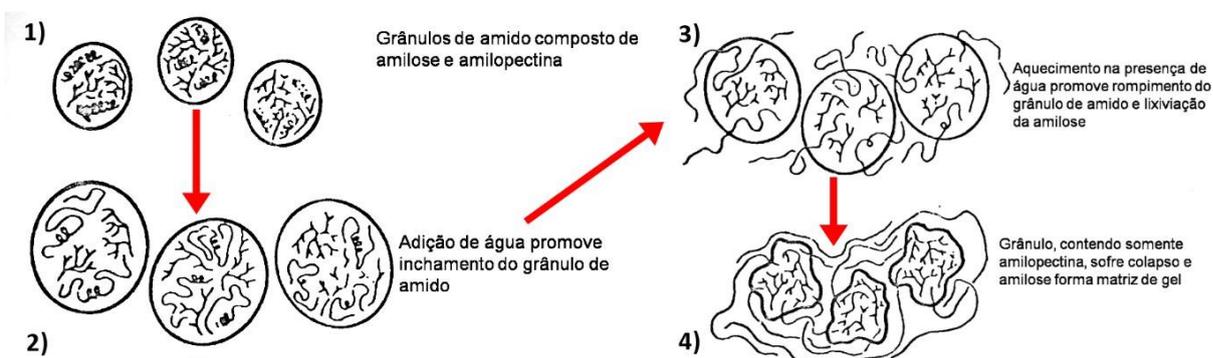
Figura 22. Estrutura molecular da amilose e da amilopectina.



Fonte: Adaptado de Van Soest & Vliegthart, 1997 apud Arieta, 2014.

No momento em que os grãos de farinha absorvem calor, elas atingem a temperatura de gelatinização parcial do amido (58 a 70 °C), o calor leva ao rompimento das ligações de hidrogênio e possibilita a penetração de água aos grãos, esse fenômeno aumenta o volume dos grãos, que se rompem irreversivelmente, pela presença de uma pequena quantidade de água no seu interior, formando grumos ou grãos de farinha mais grossos (ARIETA, 2014). O mecanismo de gelatinização do amido pode ser observado na Figura 23.

Figura 23. Mecanismo de gelatinização do amido.



Fonte: Adaptado de Haper, 1991 apud Chang, Schmiele e Martínez-Bustos, 2010.

Depois de a farinha estar totalmente seca, ela é reservada em um balde, onde se realiza a operação unitária de resfriamento, que consiste na redução

de temperatura, para que haja completa secagem da farinha, sob menores agitações moleculares, e conseqüente redução da energia cinética.

Após o resfriamento, a farinha peneirada, para a redução dos grãos que se aglomeraram durante a gelatinização parcial do amido. A peneiração irá homogeneizar e definir a granulometria final da farinha mista de mandioca.

A cada produção a peneira em fibra de arumã (Figura 24a) é desgastada, aumentando o diâmetro de abertura das malhas (Figura 24b), fazendo com que a granulometria da farinha resulte em grãos de maior diâmetro. Logo, o que define a granulometria final da farinha mista na comunidade, é o tempo de uso da peneira, quanto mais nova, menor será o diâmetro do grão.

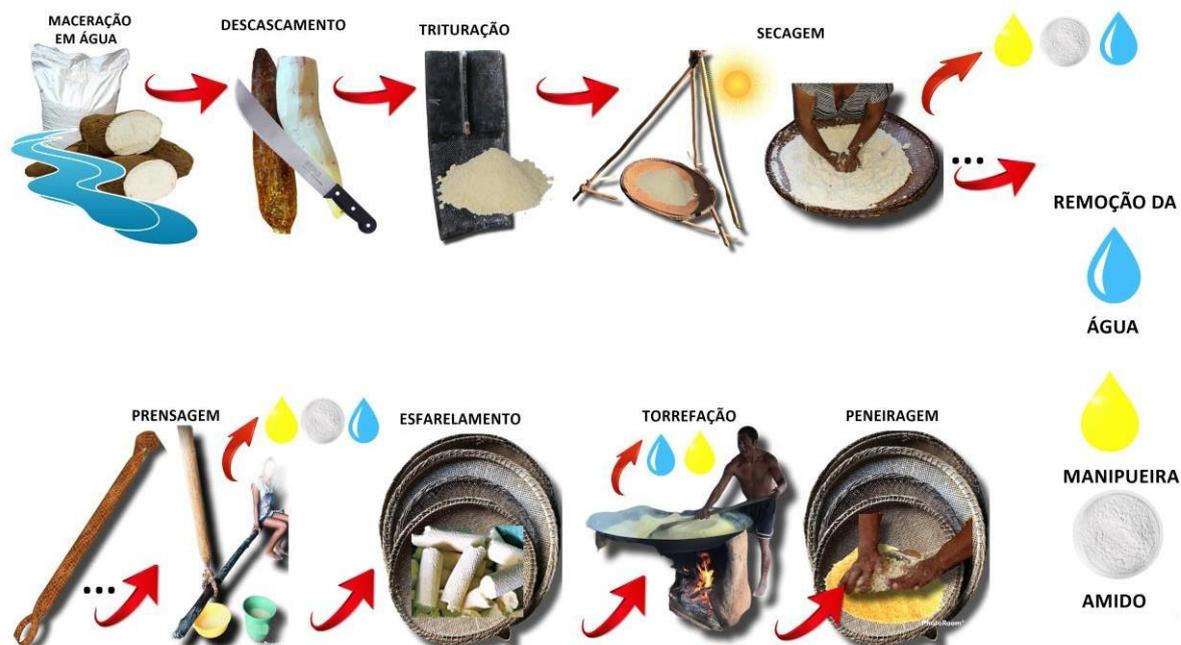
Figura 24. (a) Peneira de arumã nova, com menor diâmetro de abertura entre as malhas; (b) peneira desgastada, de maior diâmetro de abertura entre as malhas que dão origem a farinha grossas.



Fonte: Adaptado de Maira Godinho, 2021.

Por fim, observou-se nesse estudo que cada família na comunidade Tatuyo produz em média 80 quilos de farinha de mandioca mista para consumo próprio, através do sistema de produção ilustrado na Figura 25, no que é possível observar ao longo do PPFM a remoção de água, manipueira e amido.

Figura 25. Fluxograma do sistema de produção da farinha de mandioca mista da comunidade Tatuyo.



Fonte: Autora, 2021.

5.7 Boas práticas de fabricação (BPF) da farinha de mandioca

Com o intuito de melhorar o rendimento e qualidade da farinha de mandioca da comunidade, seria importante implementar algumas mudanças no sistema de produção artesanal completamente manual adota, porém, preservando a tradição. Com base nisso, a aplicação efetiva de BFP da farinha, garante a qualidade higiênica, segurança e inocuidade do produto (SOUZA, 2017). Algumas poderão ser assumidas, segundo Sebrae (2006), Bezerra (2011) e Souza et al (2017):

- A fabricação da farinha de mandioca deve ser realizada longe de crianças e animais, pois, a ingestão da manipueira pode causar intoxicação severa.
- Deverá ser feita a seleção das manivas, essa análise de sanidade das ramas pode ser observada ao cortá-las, se a seiva escorrer (Figura 9a) indica o vigor e a capacidade de brotamento das gemas;
- Depositar as manivas-sementes na posição horizontal, pois assim as raízes brotarão nas superfícies do solo, facilitando a colheita e reduzindo o esforço físico;

- d) Sempre que puder, fazer imediatamente o beneficiamento de mandiocas recém-colhidas evitando perigos biológicos;
- e) Deve-se fazer a seleção das raízes, retirando aquelas que estejam moles e escurecidas.
- f) Quando a mandioca for colhida no dia anterior ao processamento, é necessário armazená-la durante a noite em tanques com água clorada. O período de imersão em água não pode ultrapassar 12 horas, para prevenir a fermentação e deterioração das raízes;
- g) Após a lavagem das raízes recém-colhidas, as mesmas devem ser sanitizadas com água clorada, para a redução da carga microbiana da mandioca;
- h) É importante que as raízes, após o descasque, sejam encaminhadas diretamente para lavagem em água clorada, e que as cascas não fiquem acumuladas na área de trabalho evitando o aparecimento de moscas;
- i) As cascas não devem ser colocadas ao ar livre, pois em contato com água da chuva, poderá ocorrer à contaminação do solo pela manipueira presente na casca, provocando alteração físico-química do solo, exalando cheiro desagradável, atraindo roedores e insetos;
- j) Recomenda-se que as cascas de mandioca, antes da destinação final, sejam secadas ao sol e permaneçam armazenadas em locais cobertos e protegidas da chuva e umidade;
- k) A água utilizada na lavagem resulta em um efluente líquido com presença de manipueira que deverá ser separado para a recuperação do amido, por sedimentação e decantação;
- l) A mecanização de alguns processos obteriam resultados bem positivos, evitando a exposição aos riscos ergonômicos;
- m) Após a torrefação, as cinzas geradas na fornalha devem ser recolhidas e acondicionadas de forma adequada, para depois ser utilizada na adubação de solos.
- n) Logo após a produção de farinha, deve-se realizar a higienização dos ambientes (pisos, paredes, portas, etc.) e superfícies de contato (fornos, baldes, facas, prensas, peneiras, cumatá, rodos, espátulas, ralador, etc.).

6. CONCLUSÃO

A produção artesanal da farinha de mandioca na comunidade indígena Tatuyo trata-se de um sistema de produção por operações unitárias no processamento de alimentos, com etapas individuais de transferência de calor (torrefação, condensação, evaporação, irradiação solar, condução, convecção, radiação), transferência de massa (secagem, extração sólido-líquido) e transferência de quantidade de movimento (decantação, filtração, prensagem, peneiração, mistura sólido-sólido, moagem, trituração).

Na comunidade, os cultivares são de ciclo precoce que dão origem a farinha de mandioca mista, uma mistura da farinha seca com a farinha d'água, proporcionando melhor palatabilidade ao produto. Destacando-se o cuidado com as matas, não as desgastando em longo prazo, até mesmo reaproveitando os resíduos gerados no beneficiamento da mandioca, como adubo, produção de comidas, bebidas fermentadas, etc.

A casa de farinha da comunidade corresponde a uma estrutura e processos de fabricação tradicionais, seus instrumentos de produção são, na maioria, produzidos pela própria comunidade, portanto sua produção é completamente manual, sendo importante a adoção de Boas Práticas de Fabricação da farinha de mandioca, garantindo a qualidade higiênica, segurança e inocuidade do produto, além de colaborar na obtenção de um produto com padrões definidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M.A.; SANTOS, E.S. **Análise comportamental do agronegócio da mandioca (Manihot esculenta) no Brasil de 2004 a 2009**. Tecnologia e Ciência Agropecuária, v.5, n.2, p.441-49, 2011.

ÁLVARES, Virgínia de Souza. **Manual de Classificação de Farinha de Mandioca**. Brasília, DF: Embrapa Acre, 2014.

AMARAL, L.; JAIGOBIND, A. G. A.; JAISINGH, S. Dossiê Técnico: **Processamento da mandioca**. PR: SBRT / TECPAR, ed. atualizada. Curitiba, 2021.

ARIETA, Pedro de Freitas. **Caracterização de produtos comerciais à base de amido de milho**. Monografia (Graduação em Engenharia dos Materiais) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014.

ARAUJO, J. S. de P.; LOPES, C. A. **Produção de farinha de mandioca na agricultura familiar**. Programa Rio Rural: Niterói-RJ, 2009.

BARCELLOS, Daniel Camara. **Resfriamento de um Forno de Carvão: O Que Você Precisa Saber**. Meu Negócio Florestal, 2016. Disponível em: <<https://meunegocioflorestal.com/resfriamento-de-um-forno-de-carvao/>>. Acesso em: 09/11/2021.

BARROS JÚNIOR, Antônio Pacheco de; SOUZA, Werônica Meira de; ARAÚJO, Maria do Socorro Bezerra de. **Produção de farinha da mandioca no agreste pernambucano**. Revista Equador, Teresina, v.5, n.5, 2016.

BEZERRA, Valéria Saldanha. **Farinhas de mandioca seca e mista**. Agroindústria Familiar, Embrapa Informação Tecnológica. Brasília - DF, 2006.

BEZERRA, Valéria Saldanha. **Planejando uma casa de farinha de mandioca**. Embrapa Amapá. Macapá - AP, 2011.

BORGES, Ana Lúcia; SOUZA, Luciano da Silva. **Cultivo da Bananeira**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Cruz das Almas - BA, 2010.

MUINHOS, Ronaldo. **A Ciência da Terra**. Buena Vista Café, 2017. Disponível em: <<https://buenavistacafe.com.br/blog/2017/01/18/a-ciencia-da-torra/>>. Acesso em: 10/11/2021.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. **Metodologia para divulgação de tecnologia para agroindústrias rurais: exemplo do processamento de farinha de mandioca no Maranhão**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional - G&DR, v. 6, n. 2, Taubaté - SP, 2010.

CHANG, Y. K.; SCHMIELE, M.; MARTÍNEZ-BUSTOS, F. **Alterações físicos-compostos do alimento durante o processo de extrusão**. Anais do I

Congresso Internacional - VIII Simpósio sobre Nutrição de Animais de Estimação. Campinas - SP, 2010.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. de O. **Efeito do Processo de Fabricação da Farinha de Mandioca**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, p. 12, 2006.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. de O. **Influência da fermentação na qualidade da farinha de mandioca do grupo d'água**. Acta Amazônica, v. 41, p. 280, 2011.

DENARDIN, Valdir Frigo.; KOMARCHESKI, Rosilene. **Farinheiras do Brasil: tradição, cultura e perspectivas da produção familiar de farinha de mandioca**. Universidade Federal do Paraná Litoral. Matinhos - PR, 2015.

ERAZO, Rafael de Lima. **Os sistemas de produção da agroindústria artesanal da mandioca na região do Lago Janauacá, Careiro Castanho, AM**. Dissertação (Mestrado em Agricultura no Trópico Úmido) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA. Manaus - AM, 2017.

FERNANDES, D. A. **Avaliação de quatro métodos de extração e quatro formas de conservação do amido de mandioca (Manihot esculenta Crantz)**. UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM. Manaus, 2009. 1 p.

FERNIMAN, Cristiane Mengue. **Caracterização de raízes de mandioca (Manihot esculenta Crantz) do cultivar IAC 576-70 quanto à cocção, composição química e propriedades do amido em duas épocas de colheita**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2004.

FERREIRA, Daniel Costa. **Avaliação do Teor dos Compostos Cianogênicos e Identificação dos Pontos Críticos de Controle Químico no Processamento de Massa Puba**. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia, Salvador - BA, 2010.

FREITAS, Ana Luiza Cerqueira. **A Engenharia de Produção no setor artesanal**. ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 26, 2006, Fortaleza. Anais. Fortaleza: Associação Brasileira de Engenharia de Produção da UEMG, 2006.

Google Maps, 2021. **Comunidade Tatuyo, Manaus - AM**. Escala - 3.0427597566189553, -60.325302491784704: Google Maps. Disponível em: <<https://goo.gl/maps/qeGwzPjvwiEnUhqT6>> . Acesso em: 21/10/2021.

Heat Transfer Methods For Coffee Roasting. TOPER, c2020. Disponível em: <<https://www.tooper.com/en/heat-transfer-methods-for-coffee-roasting/>>. Acesso em: 10/11/2021.

HEINERICI, Gabriel. **Conceitos Gerais da Torra: Transferência de Calor**. Atilla, 2019. Disponível em: <<https://www.atilla.com.br/conceitos-gerais-da-torra-transferencia-de-calor/>>. Acesso em: 09/11/2021.

High Agtron scale Differences -Coffee Roast Techniques ! User's Practical Roasting Experience. Rubasse, 2020. Disponível em: <<https://rubasseroasters.com/blog/post/High-Agtron-Scale-Differences>>. Acesso em: 09/11/2021.

IDAM, Instituto de Desenvolvimento Agropecuário e Florestal Sustentável do Estado do Amazonas. **Cartilha: Como Cultivar Mandioca**. Manaus, AM: 2019. p. 4.

Cultivo de mandioca para produção de farinha, fécula e polvilho. Indústria Rural, 2021. Disponível em: <<https://www.industriarural.com.br/agroindustria/cultivo-de-mandioca-para-producao-de-farinha-fecula-e-polvilho>> . Acesso em: 09/11/2021.

JÚNIOR, M. de S. M.; ALVES, R. N. B. **Cultura da mandioca: apostila**. Embrapa Amazônia Oriental. Belém - PA, 2014.

JUNIOR, Elivaldo Nunes Modesto. **Cinética de Degradação Térmica de Folhas de Mandioca (manihot Esculenta Crantz) Durante Tratamentos de Secagem Em Estufa e Cocção**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará. Belém - PA, 2018.

MARCHI, Marília Malzone. **A mandioca como patrimônio gastronômico: do artefato à comensalidade**. Dissertação (Mestrado em Hospitalidade) - Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo - SP, 2015.

MATTOS, P. L. P.; FARIAS, A. R. N; FILHO, J. R. F. **Mandioca: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Embrapa Informação Tecnológica: 500 perguntas, 500 respostas. Brasília, 2006.

MORAIS, Auricélia de Souza. **AGROINDÚSTRIA: Operações Unitárias**. Escola Estadual de Educação Profissional - EEEP. Ceará, 2016.

MUNDIM, S. M. **Fungos e micotoxinas em farinha de mandioca da região amazônica**. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2014.

NEVES, W. A.; ADAMS, C.; MURRIETA, R. S. S.; FILHO, A. A. R.; JÚNIOR, N. N. P. **Coivara: Cultivo Itinerante na Floresta Tropical**. Ciência Hoje. v. 50, 2012.

OLIVEIRA, Rita de Cássia Silva. **Avaliação da citotoxicidade, genotoxicidade e mutagenicidade da mandioca (Manihot esculenta Crantz) em célula tumoral HepG2**. Tese (Doutorado em Toxicologia) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 2012.

OLIVEIRA, A. D. **Caracterização do processo produtivo do queijo artesanal serrano**. FINOVA - Feira de Inovação Tecnológica, 5, 2015, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: Salão da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Campus do Vale, 2015.

PEDRI, E. C. M. et al. **Características morfológicas e culinárias de etnovarietades de mandioca de mesa em diferentes épocas de colheita**. Brazilian Journal of Food Technology, v.21, n.2, 2018.

PEREIRA, Francisco Sávio Gomes. **Processo Tecnológicos de Alimentos**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE). Pernambuco, 2015.

PORTELLA, Ana Lúcia. **Caracterização do Processo Produtivo, Aspectos da Qualidade da Farinha de Mandioca e Percepção dos Agentes da Cadeia na Região Central do Estado de Roraima**. Dissertação (Mestrado em Defesa Sanitária Vegetal), Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais – Viçosa, 2015.

SANTOS, Loraine de Oliveira Lauris. **Percepção de um Grupo de Agricultores da localidade São João do Município De Marapanim-Pa, sobre o Método de Corte e Trituração como Alternativa ao Método Tradicional de Corte e Queima da Vegetação Secundária**. Dissertação (Mestrado em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal do Pará. Belém - PA, 2006.

SARMENTO, Silene Bruder Silveira. **Legislação Brasileira para Derivados da Mandioca**. Revista Raízes e Amidos Tropicais, v.6, 2010.

SARMENTO, Silene Bruder Silveira. **Tecnologia de Produtos Amiláceos: Milho e Mandioca**. Universidade de São Paulo. Piracicaba - SP, 2013.

Save and Grow: Cassava A guide to sustainable production intensification. FAO, 2013. Disponível em:

<<http://www.fao.org/3/i2929o/i2929o.pdf>>. Acesso em: 15/05/2021.

School Physics notes: Heat transfer by conduction, convection and radiation. DOC BROWN, 2016. Disponível em:

<<https://docbrown.info/ephysics/heat1.htm>>. Acesso em: 09/11/2021.

SEBRAE, AL. **Manual de referência para casas de farinha: Boas Práticas de Fabricação; diagnóstico ambiental; saúde e segurança no trabalho; ergonomia e projeto arquitetônico**. 1 ed. Maceió – AL, 2006.

SENAR - Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. **Agroindústria: produção de derivados da mandioca**. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Brasília, 2018.

SILVA, Priscilla Andrade. **Estudo do Processamento e da Qualidade Física, Físico-química e Sensorial da Farinha de Tapioca Belém**. Universidade Federal do Pará – Instituto de Tecnologia, Belém, 2011.

SIVIERO, A.; BAYMA, M. M. A.; KLEIN, M. A.; PINTO, M. S. V. **Produção e comércio da farinha de mandioca de Cruzeiro do Sul, Acre.** CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 50. Vitória, ES. Anais... Vitória: Sober, 2012.

SOUZA, J. M. L. de; SILVA, M. P. da; LEITE, F. M. N.; NÓBREGA, M. de S.; ALVES, P. A. de O. **Boas práticas de fabricação de farinha de mandioca.** Embrapa Acre. Brasília - DF, 2017.

THOMAS, André Luís. **Desenvolvimento das Plantas da Batata, Mandioca, Fumo e Cana-de-açúcar.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul. v.1, p. 55-75, Porto Alegre - RS, 2016.

VILANOVA, Raimundinha Nunes Gomes.; RAMOS, Antônio Francisco. **Estudo de pressão no tipiti a partir da percepção dos artesãos de Santo Antônio dos Milagres – PI.** Anais VI CONEDU. Realize Editora. Campina Grande – PB, 2019.

VIZOLLI, I.; SANTOS, R. M. G.; MACHADO, R. F. **Saberes Quilombolas: um estudo no processo de produção da farinha de mandioca.** Bolema, 26(abr. 42B), Rio Claro (SP), 2012.

XAVIER, A. R.; LIMA, L. A. **Saberes tradicionais do cultivo da mandioca (Manihot esculenta) e a produção de farinha: estudo em Beberibe, Ceará.** Revista Cocar. v.14 n.28, Belém - Pará, 2020.

ZOLDAN, G. (Coord.). **Manual de referência para casas de farinha.** Maceió: SEBRAE, 2006.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezados membros da comunidade indígena Tatuyo,

Inicialmente, gostaríamos de agradecê-los por dedicar um pouco do seu tempo para contribuir com os estudos que estamos realizando, através de entrevistas qualitativas semiestruturadas de caráter descritiva, do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) intitulado “Caracterização do Sistema de Produção Artesanal da Farinha de Mandioca na Comunidade Indígena Tatuyo, Amazonas”, realizado pela discente Anne Caroline Pinheiro de Alcantara do curso de Química Industrial.

A presente pesquisa de TCC, destinada a estudar e caracterizar a cadeia produtiva da farinha de mandioca da comunidade indígena Tatuyo, com base nas suas vivências e tradições, a fim de manifestar o conhecimento científico, determinando as etapas do processo produtivo, identificando e definindo as operações unitárias presentes, a fim de elaborar um fluxograma do sistema de produção da farinha de mandioca da comunidade.

É importante destacarmos que, ao participar das entrevistas, os membros da comunidade indígena Tatuyo aceitam as seguintes condições:

- (1) Os dados obtidos nesta pesquisa são sigilosos e poderão ser utilizados, exclusivamente, para fins de estudos científicos.
- (2) Concorde em ter os resultados deste estudo divulgados em publicações científicas, garantido o sigilo dos dados pessoais que, eventualmente, possam ter sido mencionados.
- (3) Este estudo não oferece nenhum risco a sua saúde física ou psíquica.
- (4) A resposta a pesquisa não gera ônus ou bônus aos respondentes.

Novamente ressaltamos seu papel fundamental e insubstituível nesta pesquisa e agradecemos a sua colaboração.

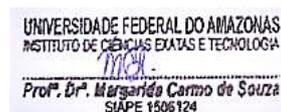
Por fim, nos colocamos à disposição para quaisquer dúvidas e esclarecimentos.

Atenciosamente,

Itacoatiara, 02 de junho de 2021.

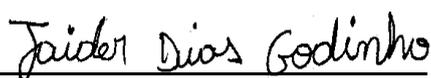


Anne Caroline Pinheiro de Alcantara
caroline.pinheiroalcantara@gmail.com



Profa. Dra. Margarida Carmo de Souza
mcsouza@ufam.edu.br

De acordo:



Jaider Dias Godinho



Aldenira Dutra Caldas



Dicson Gomes Godinho