

Capítulo 2

A INDÚSTRIA DA FARINHA DE MANDIOCA

Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fernando César Akira Urbano Matsuura

José Raimundo Ferreira Filho

Introdução	63
Origem e difusão da mandioca e seu papel na alimentação do brasileiro	64
Produção e consumo de mandioca no Mundo e no Brasil	66
Produção e consumo de mandioca no Mundo	66
Produção e consumo de mandioca no Brasil	68
Industrialização da mandioca	69
Implantação de unidades de processamento de mandioca	72
Instalações e equipamentos	73
Leiaute e fluxo do processo	74
Tipos de farinha	75
Processamento	77
Matéria-prima	77
Operações	79
Farinha seca	79
<i>Recepção, lavagem e descascamento</i>	81
<i>Repinicagem</i>	85
<i>Ralação</i>	86
<i>Prensagem</i>	87
<i>Esfarelamento ou desmembramento</i>	90
<i>Torração</i>	92
<i>Peineragem, classificação e trituração</i>	96
<i>Acondicionamento e armazenamento</i>	99
Farinha temperada	102

Farinha d'água	102
<i>Pubagem e descascamento</i>	103
<i>Prensagem, ralação e outras etapas</i>	105
Farinha mista	106
Farinha panificável	106
<i>Lavagem e descascamento</i>	109
<i>Corte</i>	109
<i>Prensagem</i>	110
<i>Secagem</i>	110
<i>Moagem e peneiramento</i>	113
<i>Acondicionamento e armazenamento</i>	113
Farinha integral ou desidratada	113
Gari	114
Qualidade da farinha	120
Aspectos de composição e nutricionais	120
Aspectos microbiológicos	126
Fermentação	126
Contaminações microbiológicas	128
Contaminações por fungos toxinogênicos	130
Toxidez	131
Legislação	133
Boas práticas de fabricação e análise de perigos e pontos críticos de controle .	133
Normas de identidade e qualidade dos produtos	134
Referências bibliográficas	135

INTRODUÇÃO

As características de cultivo da mandioca e a possibilidade de elaboração de produtos estáveis em condições ambiente com tecnologias simples, como a farinha, no Brasil, e o gari, em países africanos, determinam a importância dessa cultura para a segurança alimentar de algumas populações brasileiras, como as do Semi-Árido Nordeste e Amazônia, e também de alguns países africanos.

O Brasil é um dos grandes produtores mundiais de raízes de mandioca, que são tradicionalmente consumidas cozidas, fritas ou em diferentes pratos de elaboração caseira (quando obtidas de variedades “mansas”) ou processadas industrialmente (quando obtidas de variedades “bravas”).

Há até poucos anos atrás, a produção de derivados alimentícios de mandioca no Brasil restringia-se à fabricação de farinha e fécula. Atualmente, observa-se uma diversificação de produtos ofertados, como a mandioca minimamente processada; pré-cozida congelada; cozida embalada a vácuo; frita (“chips”), entre outros. Por outro lado, verifica-se recentemente uma melhoria da qualidade sensorial da farinha produzida pelas grandes indústrias das Regiões Sudeste e Sul e uma ampliação das aplicações da fécula.

A farinha de mandioca é um produto tipicamente brasileiro, de alto valor energético, rico em carboidratos, consumido em todo o País, principalmente nas Regiões Nordeste e Norte, variando-se os tipos preferidos e as formas de preparo. Na Região Norte é hábito consumir-se a farinha d'água e mista, enquanto nas demais Regiões prefere-se a farinha seca.

A produção de farinha nas Regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste do Brasil é realizada principalmente por fábricas de grande e média escala, enquanto nas Regiões Nordeste e Norte, por fábricas de pequena escala (casas de farinha).

As farinhas secas produzidas pelas fábricas de pequena escala da Região Nordeste do Brasil são bastante apreciadas pela maioria dos brasileiros. Recentemente, a melhoria da apresentação do produto fabricado pelas grandes indústrias, acondicionadas em embalagens laminadas, também tem colaborado para a melhoria da imagem da farinha produzida nas Regiões Sul e Sudeste.

Esse capítulo apresenta os principais tipos de farinha, incluindo o gari, os processos de fabricação e os aspectos de qualidade da farinha de mandioca.

Origem e difusão da mandioca e seu papel na alimentação do brasileiro

A mandioca é uma planta de origem brasileira, da região da bacia tropical do Amazonas, difundida para outros países da América do Sul e América Central pelos índios “aruaca”, primeiros a cultivá-la. Na América Espanhola, entretanto, não determinou um complexo alimentar, como ocorreu com o milho. Segundo Câmara Cascudo (1983), “... o milho firmou-se soberano na América Central e costa ameríndia do Pacífico, enquanto a mandioca é a rainha dos trópicos, reinando sozinha na culinária popular da sua zona de origem...”. Aí surgiram pratos típicos como o *pan de yuca* (bolo cozido de farinha de mandioca) e o *cazabe* ou *cazave* (um tipo de beiju) (Muchnik, 1995).

Desde o início da colonização do Brasil (século 16), o português exportou a mandioca para o continente africano. Foi plantada “... desde a Mauritânia, alto Senegal, até o sudoeste, desde a Guiné, Costa do Marfim, do Ouro, Daomé, Togo, a Nigéria, Camerum, Gabão e Angola. Pelo Congo, ganhou o sertão, rumo ao Quênia, Tanganica e Moçambique...” (Câmara Cascudo, 1983). A farinha d’água, o “gari” iorubano, ou a “matete” dos ambundos, foi a que mais se popularizou na África, prestando-se a uma série de pratos. Também a maniçoba e os beijus difundiram-se nesse continente. Hoje há pratos tipicamente africanos, como o *fufu* (termo genérico para designar pastas espessas, como purês, mingaus e/ou pirões), a *chikwangue* (um tipo de carimã) e a *attieke* (grânulos de mandioca fermentada submetidos ao vapor) (Muchnik, 1995).

No início do século 18, a mandioca já estava presente no Continente Asiático.

A mandioca, portanto, passou a fazer parte da cultura de outros países: “... atravessou oceanos, incorporou-se à cozinha de outros povos, de outras línguas, nos seus mitos, canções e poesia...” (Muchnik, 1995).

O povo tupi foi o responsável pela propagação da mandioca na região litorânea do Brasil, então difundida a outras tribos indígenas em todo o território nacional.

Há várias lendas indígenas sobre a origem da mandioca. Em todas elas, é constante a idéia de que se trata de uma dádiva divina, tal a sua importância para a sobrevivência das tribos. Uma delas, colhida em Belém do Pará, conta que “... a filha de um chefe indígena, que engravidara sem contato masculino, como em sonho comunicara um homem branco ao

pai furioso, que se acalmou. Nasceu uma menina deslumbrante, de nome *Mani*, morta ao fim de um ano, sem doença e sem dor. Do túmulo surgiu um arbusto novo. A terra fendeu-se, como mostrando o corpo da morta. Encontraram raízes que eram as primeiras mandiocas. Mandioca, de *Mani-oca*, a casa de *Mani* ..." (Câmara Cascudo, 1983).

O brasileiro adotou o termo mandioca, do tupi, mas manteve a denominação de farinha, do latim *farina*, e não do nheengatu *uí; úi-atã*, farinha de guerra ou farinha seca; *uí-pon* ou *uí-puba*, farinha puba ou farinha d'água (Câmara Cascudo, 1983).

A importância da mandioca na alimentação do brasileiro é reconhecida desde o início da colonização do País. Os cronistas da época afirmavam ser essa raiz (ainda desconhecida para o europeu, identificada como "semelhante ao inhame") "... o alimento regular, obrigatório, indispensável aos nativos e europeus recém-vindos. 'Pão da terra', em sua legitimidade funcional ..." (Câmara Cascudo, 1983).

A mandioca estava presente na alimentação dos indígenas principalmente na forma de farinha e beiju. "... A farinha constituía o conduto essencial e principal, acompanhando todas as coisas comestíveis, da carne à fruta. Os beijus eram a primeira matalotagem de jornada, de guerra, caça, pesca, permuta, oferenda aos amigos ..." (Câmara Cascudo, 1983).

Foi incorporada à alimentação dos portugueses e tornou-se indispensável, consumida cotidianamente. Ao negro, foi apresentada ainda antes da sua chegada ao Brasil, nos navios negreiros, e passou a compor, obrigatoriamente, sua dieta.

Principalmente a farinha d'água, hoje menos consumida, mas também a farinha seca, compunham pratos tradicionais, como a farofa, pirão, mingau, papa. Engrossava os caldos, sopas, quibebes e "remates". Também os beijus derivam da farinha.

A farinha de mandioca mantém por cinco séculos o símbolo da "suficiência", para o brasileiro. Ainda exerce um importante papel no seu regime nutricional, sobretudo entre as classes de menor poder aquisitivo, devido ao seu alto valor energético. "Foi o primeiro conduto alimentar brasileiro, pela extensão e continuidade nacional. Acompanha o churrasco gaúcho, como a caça no Brasil Central e Amazônico. *Universale brasiliensium alimentum*" (Marcgrave, citado por Câmara Cascudo, 1983).

Atualmente, também fazem parte da dieta do brasileiro a mandioca “mansa” cozida, assada e frita, e a farinha preparada na forma de farofa, pirão, virado, como recheio etc.

Produção e consumo de mandioca no Mundo e no Brasil

Produção e consumo de mandioca no Mundo

A mandioca pode ser considerada a quarta maior cultura do mundo, depois do arroz, do trigo e do milho, por sua contribuição à alimentação humana (Treche, 1995). É produzida em mais de cem países e consumida por centenas de milhões de pessoas no Mundo, principalmente nos Continentes Africano e Asiático e na América do Sul. Constitui-se num alimento básico para as populações pobres desses continentes e tem um papel chave na luta contra os problemas de nutrição que os assolam, apesar da sua alta perecibilidade e toxidez (Giraud et al., 1995). Serve como alimento de segurança, em períodos de carência (Chuzel et al., 1995a; Poulter, 1995).

Embora a mandioca seja largamente difundida em todas as regiões tropicais do Mundo, apenas na África é usada principalmente para consumo humano (Fig. 1). Na última década, o consumo humano de mandioca aumentou na África cerca de 39%, enquanto na América do Sul e Ásia permaneceu estável ou diminuiu ligeiramente.

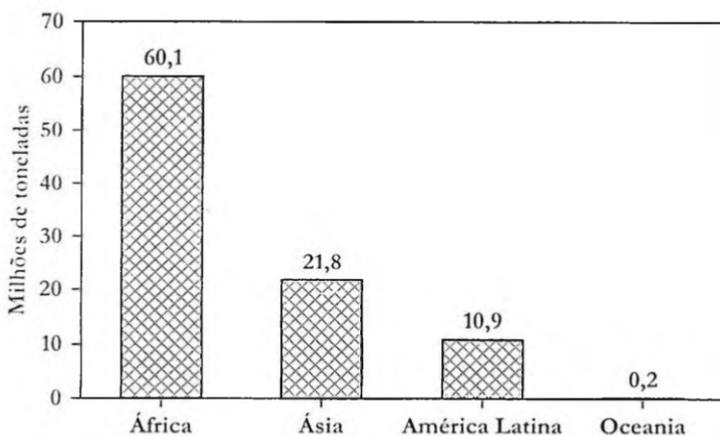


Fig. 1. Utilização da mandioca na alimentação humana nos diferentes continentes do Mundo, em 1992.

Fonte: FAO (1994).

Dos dez principais países consumidores de mandioca do Mundo, seis são africanos (Zaire, Nigéria, Tanzânia, Moçambique, Gana, Uganda), três asiáticos (Indonésia, Índia e Vietnã) e um sul-americano (Brasil) (Fig. 2). Dentre os vinte países do Mundo de maior consumo per capita de raízes de mandioca, há apenas um país não africano (Paraguai). É na África Central (Zaire e Congo) e Oriental (Tanzânia e Moçambique) que se encontram os mais altos consumos por habitante (Fig. 3) (Treche, 1995).

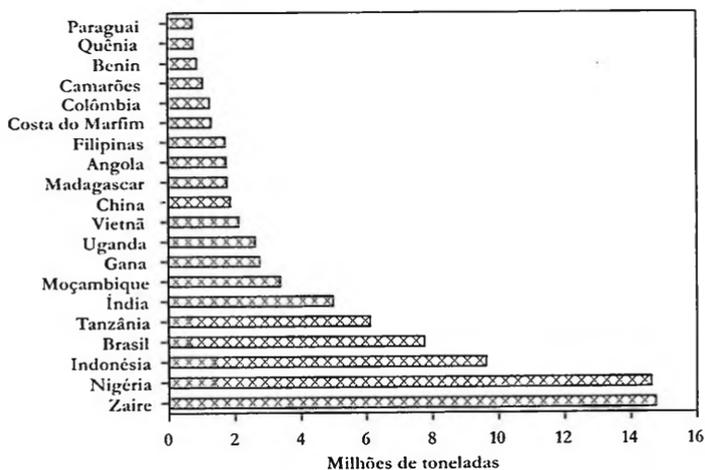


Fig. 2. Quantidade média de mandioca utilizada na alimentação humana em diferentes países do Mundo, no período de 1988-1992. Fonte: FAO (1994).

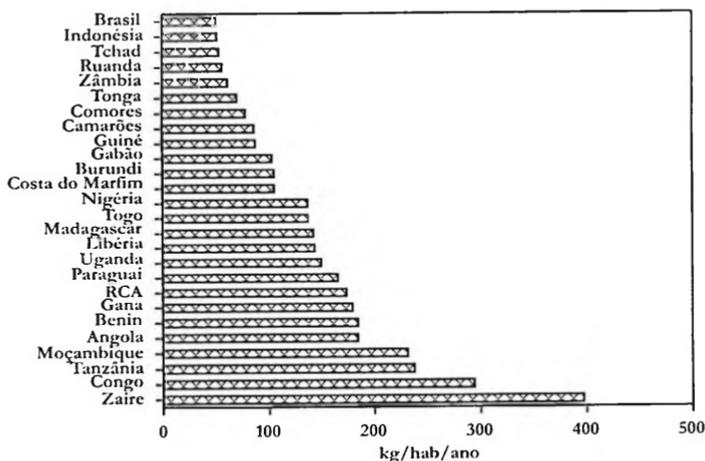


Fig. 3. Quantidade média de mandioca consumida por habitante e por ano em diferentes países do Mundo, no período de 1990-1992. Fonte: FAO (1994).

As quantidades médias de energia consumidas nesses países podem variar de 1.700 a 2.600 kcal/habitante/dia. Em seis países Africanos (Zaire, Moçambique, Congo, Angola, Gana e República Africana Central), as raízes de mandioca garantem mais de 25% da ingestão de energia (Tabela 1) e constituem assim o alimento básico da população (FAO, 1994; Treche, 1995).

O aumento regular da produção e utilização da mandioca na alimentação humana, ao curso das três últimas décadas, confirmam sua grande importância econômica no Mundo e particularmente na África e Ásia, mas é principalmente na África Oriental que a mandioca tem um papel importante nos regimes alimentares (Treche, 1995).

Tabela 1. Contribuição das raízes de mandioca na ingestão média de energia das populações dos principais países consumidores, de 1990-1992.

>25% da ingestão de energia		15%-25% da ingestão de energia	
Zaire	54,0	Benin	21,8
Moçambique	38,5	Tanzânia	21,7
Congo	35,2	Libéria	19,8
Angola	27,3	Togo	19,0
Gana	26,0	Uganda	17,1
RCA	25,9	Madagascar	16,3
		Nigéria	15,4

Fonte: FAO (1994).

Produção e consumo de mandioca no Brasil

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de mandioca, tendo produzido em 2002 mais de 23 milhões de toneladas dessa raiz (Chuzel et al., 1995a; Giraud et al., 1995; FAO, 2003). Cultivada em todas as regiões do País, a mandioca constitui-se numa cultura de segurança, garantindo o alimento e representando uma fonte de renda para os agricultores, independentemente das variações climáticas (Chuzel et al., 1995a).

Na década de 70, a produção brasileira de mandioca chegou a alcançar 30 milhões de toneladas. Essa diminuição da produção deveu-se a uma seqüência de fatos, relatados a seguir. A partir de 1972, com o aumento dos subsídios à farinha de trigo, ocorreu a

perda de um mercado importante para a farinha de mandioca, aquela das farinhas panificáveis. Na década de 80, durante vários planos econômicos (Cruzado, em 1986; Bresser, 1987; Verão, 1989; Brasil Novo, 1990 e 1991), os preços da farinha de mandioca e da fécula foram fixados em valores inferiores aos custos de produção. Finalmente, ocorreu a venda de estoques de farinha do governo a preços muito inferiores aos praticados no mercado. A repercussão desses fatos em nível nacional foi muito marcada, havendo uma grande redução das áreas plantadas, principalmente nas Regiões Sul e Sudeste, além de uma diminuição da produtividade, na Região Nordeste (Chuzel et al., 1995a). A partir de então e até hoje, o Nordeste é a maior região produtora nacional, com 33% da produção, contra 26% da Região Norte, 25% da Região Sul, 10% da Região Sudeste e 6% da Região Centro-Oeste (em 2001, segundo FAO, 2003). Depois de 1992, a mandiocultura revitalizou-se nas Regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, com a implantação de novas feculares e farinhas, principalmente nos Estados do Paraná e Mato Grosso do Sul. Essa revitalização foi acompanhada da adoção de novas tecnologias pelos agricultores, resultando num aumento significativo dos rendimentos de produção (Chuzel et al., 1995a).

No Brasil, a mandioca é cultivada em diferentes sistemas de produção, desde cultivos de fundo de quintal, à produção tradicional de pequenos agricultores das zonas semi-áridas do Nordeste ou da Amazônia – com baixo nível tecnológico e produtividade –, até as produções em larga escala das Regiões do Sul, Sudeste e Centro-Oeste, com cultivos e colheitas semi-mecanizadas e alta produtividade. Essa diversidade de sistemas de produção reflete-se nos sistemas de transformação e comercialização (Chuzel et al., 1995a). Logo, os produtos derivados de mandioca também apresentam uma grande diversidade regional, embora a farinha responda por 70%-80% da produção nacional de derivados de mandioca.

INDUSTRIALIZAÇÃO DA MANDIOCA

A industrialização das raízes de mandioca diminui perdas pós-colheita, agrega valor ao produto, proporciona maior retorno financeiro aos produtores e gera empregos e renda (Matsuura et al., 2003).

Por serem altamente perecíveis e conterem compostos cianogênicos potencialmente tóxicos, as raízes de mandioca são obrigatoriamente processadas. São conseqüências do processamento a estabilização das raízes frescas, a redução dos compostos cianogênicos a níveis seguros e alterações de textura e sabor do produto, que melhoram sua aceitabilidade pelo consumidor. Muitas vezes, o processamento também reduz os teores de umidade e o volume do produto, tornando-o mais facilmente transportável (Poulter, 1995).

Ainda hoje, a fabricação da farinha de mandioca em pequenas casas de farinha nas Regiões Norte e Nordeste (Fig. 4) é muito semelhante à realizada pelos indígenas no século 16. Descascadas as raízes e lavadas, estas são raladas num cilindro composto por serrilhas de ferro, chamado de ralador ou cevador, introduzido pelos portugueses. A prensagem da massa é feita em prensas primitivas e a torração é realizada em fornos com base de barro e superfície também de barro ou de metal. Já os indígenas ralavam as raízes utilizando-se de espinhos, dentes de animais, cascas de ostras. A massa era espremida à mão ou em tipitis (cilindros de palha trançada, contrácteis). Como não dispunham de raladores e prensas eficientes, sua farinha era de textura grosseira, grumosa (Câmara Cascudo, 1983).

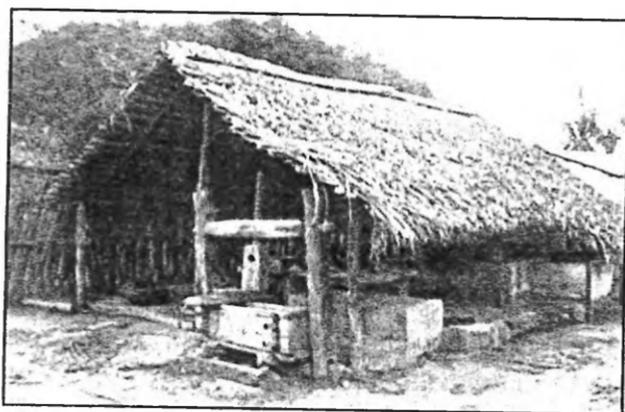


Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 4. Casa de farinha rústica. Brotas de Macaúbas, BA, 2003.

Existem atualmente cerca de 400.000 casas de farinha espalhadas por todo o País, embora mais concentradas nas Regiões Norte e Nordeste. São geralmente unidades familiares, com capacidade de processamento variando de 2 a 3 sacos de 50 kg por dia, cuja produção é geralmente destinada para o auto-consumo; ou unidades comunitárias, parcialmente mecanizadas, com capacidade de processamento de até 2.000 ou 3.000 kg de farinha por dia, onde grande parte da produção é comercializada. A etapa limitante do processamento para as pequenas unidades é a torração, muitas vezes feita com agitação manual, podendo demorar até 3 horas e meia para uma fornada de 90 kg de farinha. Em muitas outras unidades, entretanto, existem fornos com alimentação e agitação mecânica. As famílias que não dispõem de uma casa de farinha processam sua mandioca em unidades vizinhas, deixando uma parte de produção como pagamento (Chuzel et al., 1995a; Poulter, 1995).

No Sul e Sudeste do País, as unidades de processamento são privadas e comerciais, as operações são mecanizadas e a capacidade de processamento pode chegar a 50 t de raízes frescas por dia. Os equipamentos são de construção local ou produzidos pelos próprios empresários, consistindo num sistema de lavagem contínuo, um ralador, um sistema de prensas hidráulicas, um esfarelador-peneira e fornos planetários. Esses equipamentos são de concepção antiga e mesmo as novas farinheiras utilizam essa tecnologia (Chuzel et al., 1995a).

Certas empresas são especializadas no “beneficiamento da farinha”, comprando a farinha de produtores isolados para reprocessá-la (moagem, peneiragem e classificação) e comercializá-la (Chuzel et al., 1995a).

Embora no Brasil o principal produto de mandioca seja a farinha, são muitos os seus possíveis derivados. São exemplos a fécula ou polvilho doce, o polvilho azedo, a mandioca puba, a tapioca, o beiju, o sagu etc. (Matsuura et al., 2003) (Fig. 5). Com a evolução dos hábitos alimentares, as necessidades industriais e as exigências de mercado, novos usos vão surgindo, como a mandioca minimamente processada, pré-cozida congelada, desidratada, frita tipo “chips”, como croquete, salgadinho do tipo aperitivo (“snacks”). Apresentam grande potencial de exploração comercial a farinha de raspa e os pellets para a alimentação animal e os amidos modificados (usados na indústria de alimentos – embutidos, leite em pó, sopas, pães, bolachas, chocolates, balas, dentre outros –, papel, embalagens e têxtil) (Chuzel et al., 1995a; Matsuura et al., 2003).



Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 5. Produtos derivados de mandioca tradicionais. Mercado municipal de Vitória da Conquista, BA, 2002.

Implantação de unidades de processamento de mandioca

A instalação de uma unidade de processamento de mandioca requer informações sobre toda a cadeia produtiva, desde o fornecimento de matéria-prima até a distribuição e venda do produto, incluindo a disponibilidade de mão-de-obra, a demanda atual e potencial do produto e a estimativa de seu preço, dentre outras.

A agroindustrialização implica no atrelamento de duas fases de produção, a agrícola e a industrial. O ritmo de produção de uma agroindústria não é constante, mas depende dos períodos de safra e entressafra, o que significa alternar períodos de hiperatividade com quase ociosidade. Considerando-se essa condição, é necessário um planejamento cuidadoso para a definição do plano de produção, dimensionamento das instalações, montagem do quadro de pessoal e distribuição dos produtos (Matsuura et al., 2003).

Outros fatores importantes devem ser considerados para a instalação de uma unidade de processamento, como o abastecimento de água de boa qualidade e em quantidade adequada, a disponibilidade de energia elétrica, boas estradas de acesso para o transporte de raízes, do produto final e de pessoas.

A área para a instalação da unidade de processamento deve estar distante de regiões contaminadas (depósitos de lixo, criatórios de animais

e outros), protegida de inundações e ter boa ventilação (portanto, devem ser evitadas baixadas). Para proteção contra poeira (um importante veículo de contaminação), o entorno deverá ser coberto por grama, pedras (brita ou seixos) ou pavimentado. Quando o acesso é por via não pavimentada, a unidade deve ter um recuo em relação à rua.

Desde a escolha do local para a implantação de uma agroindústria, as Boas Práticas de Fabricação devem ser observadas (ver item Legislação).

Instalações e equipamentos

As normas de Boas Práticas de Fabricação indicam os requisitos básicos para instalações produtoras/industrializadoras de alimentos, visando garantir condições higiênico-sanitárias adequadas (ver item Legislação).

As instalações de uma unidade de processamento de mandioca podem ser simples, mas devem ser seguras, com pé-direito alto, boa entrada de luz, cobertura adequada, com laje ou forro, paredes e pisos revestidos, permitindo uma correta higienização. Portas, janelas e ralos devem ser protegidos por telas ou equivalente, evitando a entrada de insetos, pássaros, roedores e outros animais (Matsuura et al., 2003).

Na entrada da área de processamento, bem como nos sanitários, devem ser dispostas pias para a lavagem de mãos. Os sanitários e depósitos de lixo (estes necessariamente fechados) devem ser distantes da área de produção.

É muito comum encontrar-se pequenas e médias agroindústrias de produção de farinha de mandioca em localização inadequada e com instalações bastante precárias, principalmente nas Regiões Nordeste e Norte do Brasil (Fig. 4).

Os equipamentos e utensílios para o processamento de mandioca devem ser construídos de material liso, não poroso, com cantos abaulados e de fácil limpeza e mantidos em bom estado de conservação. Os materiais adequados para contato com alimentos são o aço inoxidável e o plástico.

Algumas empresas produtoras de equipamentos para o processamento de farinha de mandioca têm buscado adequar-se a essas exigências. Entretanto, várias casas de farinha artesanais produzem

seus próprios equipamentos e utensílios, normalmente utilizando madeira e ferro como materiais de construção (Fig. 6). Nessas pequenas unidades de processamento, algumas substituições poderiam ser feitas facilmente e com baixo custo, como, por exemplo, a substituição das caixas de madeira para depósito de massa (“cochos”) por caixas d’água de plástico ou fibra de vidro. Superfícies de ferro não devem ter contato direto com as raízes de mandioca, pois este elemento químico acelera a reação de escurecimento enzimático, alterando a cor do produto final. Além disso, os ácidos contidos nas raízes de mandioca são extremamente corrosivos e danificam rapidamente as peças e superfícies de ferro dos equipamentos. Quando não for economicamente viável o uso de aço inoxidável, as superfícies de metal devem ser revestidas por pintura apropriada.

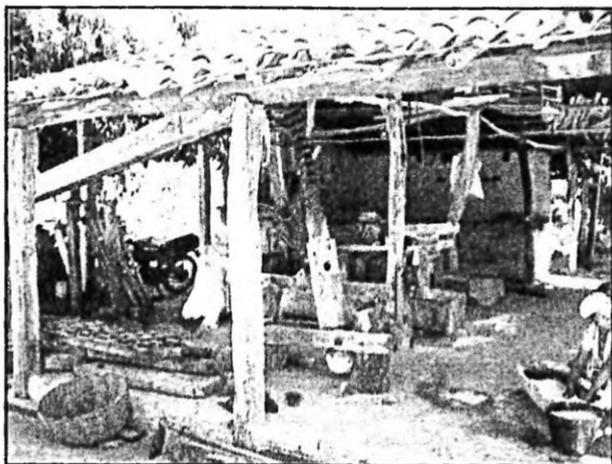


Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 6. Equipamentos de uma casa de farinha rústica. Belo Campo, BA, 2002.

Leiaute e fluxo do processo

Também o leiaute e o fluxo do processo de produção de farinha de mandioca devem seguir as normas de Boas Práticas de Fabricação (ver item I.egislação).

No processamento de alimentos, a distribuição adequada dos equipamentos nas instalações, com espaçamentos corretos e dentro de uma seqüência lógica, contribui para a redução do esforço físico

demandado dos operadores, para o incremento do rendimento de produção e para a obtenção de um produto de boa qualidade (Matsuura et al., 2003). É comum as unidades de média e grande escala de produção de farinha de mandioca adquirirem dos fornecedores de equipamentos linhas de produção prontas, em geral, adequadas. Em unidades pequenas, entretanto, o correto fluxo de processamento nem sempre é respeitado.

A distribuição inadequada dos equipamentos pode resultar em contaminações cruzadas durante o processamento. O produto deve caminhar dos pontos de maior para os de menor grau de contaminação, nunca invertendo esse sentido. A área de recepção de matéria-prima, lavagem e descascamento (área suja) deve ser fisicamente isolada da área onde ocorrerão as demais etapas do processamento (área limpa). Também não deve haver trânsito de funcionários entre essas duas áreas.

Uma estrutura para produção de farinha de mandioca é apresentada na Fig. 7.

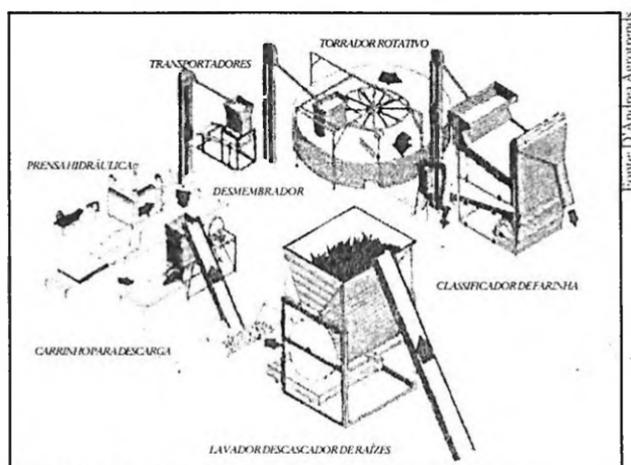


Fig. 7. Linha de produção de farinha de mandioca.

TIPOS DE FARINHA

A farinha é o principal derivado da mandioca produzido no Brasil. Entretanto, é difícil falar de uma única farinha, já que os produtos obtidos podem apresentar características muito diferentes, no que se refere à cor, granulometria (Fig. 8) e sabor e, por outro lado, as estruturas e

tecnologias de processamento são muito distintas, comparando-se as casas de farinha do Norte e Nordeste e as farinheiras do Sul, Sudeste e Centro-Oeste do País. Na Região Amazônica são encontradas a farinha seca grossa amarela, a farinha d'água ou puba, a farinha mista ou do Pará e a farinha de tapioca (fécula seca e granulada). Na Região Nordeste é encontrada a farinha seca branca fina. Em São Paulo é produzida a farinha seca branca fina, para o mercado nordestino, e a farinha branca grossa bijusada (farinha torrada na forma de flocos) (Chuzel et al., 1995a).



Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 8. Farinhas de diferentes cores e granulometrias, vendidas em mercado popular. Chapadinha, MA, 2003.

A farinha de mandioca é definida pela Legislação Brasileira como “o produto obtido de raízes provenientes de plantas da família Euforbiácea, gênero *Manihot*, submetidas a processo tecnológico adequado de fabricação e beneficiamento” (BRASIL, 1995). É classificada em três grupos básicos (relacionados com a tecnologia de fabricação): farinha seca, farinha d'água e farinha mista. Além dessas, também a farinha temperada, um novo produto com grande potencial de mercado; a farinha panificável ou de raspas de mandioca, um produto historicamente muito importante, mas cuja produção atual é extremamente restrita no Brasil; e o gari, um produto muito difundido nos países africanos e o mais semelhante à farinha seca brasileira, serão abordados nesse capítulo.

As farinhas dos três grupos básicos reconhecidos pela nossa Legislação são ainda classificadas segundo o subgrupo, relacionado

com a granulometria; a classe, relacionada com a cor do produto; e o tipo, que considera vários outros parâmetros relacionados às características físicas e químicas da farinha.

A qualidade das farinhas de mandioca produzidas no Brasil é muito variável. Os principais problemas referem-se principalmente à uniformidade, composição e qualidade microbiológica. Grande parte da produção de farinha advém de milhares de pequenas casas de farinha rudimentares espalhadas por todo o Brasil, mas mais concentradas nas Regiões Norte e Nordeste. Nessas estruturas, em condições higiênicas precárias, a farinha produzida apresenta características microbiológicas muitas vezes impróprias para o consumo humano, que comprometem também seus aspectos químicos e funcionais (propriedades reológicas). Mesmo as farinhas produzidas em unidades maiores e melhor estruturadas, comercializadas em grandes centros, não raro apresentam baixa qualidade. A melhoria da qualidade desse produto passa pela adequação das atuais unidades de processamento e pela adoção das Boas Práticas de Fabricação, preconizadas pela Legislação, mas envolve fundamentalmente um trabalho de conscientização e educação dos processadores.

Além da melhoria da qualidade, outras estratégias podem ser adotadas visando a diferenciação desse produto e o alcance de novos mercados. As preferências dos consumidores do mercado-alvo são um importante norteador. Práticas simples, como a padronização da granulometria de uma farinha, podem diferenciar esse produto e garantir-lhe um melhor preço. Outras vezes, com um pequeno investimento adicional podem ser obtidos produtos mais atraentes para o consumidor e também mais rentáveis. Exemplo disso são as indústrias de farinha de mandioca temperada, que têm crescido muito nos últimos anos.

PROCESSAMENTO

Matéria-prima

A anatomia e a composição química da mandioca determinam requisitos e restrições tecnológicas para seu processamento. As raízes de mandioca são altamente perecíveis, devido principalmente ao seu

alto teor de compostos fenólicos, relacionados à deterioração fisiológica, e ao seu elevado teor de umidade e nutrientes, como o amido, relacionados à deterioração microbiológica. Além disso, contêm compostos potencialmente tóxicos em concentrações variáveis. Estas características da mandioca obrigam seu processamento (Poulter, 1995).

A raiz de mandioca apresenta três estruturas anatômicas: a casca (periderme), a entrecasca (córtex) e a polpa (parênquima de armazenamento do amido). Essas partes apresentam composição química diferente, inclusive em relação aos compostos fenólicos e cianogênicos. A composição média das raízes de mandioca é de cerca de 60% a 65% de umidade, 30% a 35% de carboidratos (principalmente amido), 1% a 2% de proteínas e pequena quantidade da maioria das vitaminas e minerais (Matsuura et al., 2003).

Os compostos fenólicos, dentre eles o tanino, estão presentes principalmente na entrecasca. Quando a raiz é colhida, exposta ao oxigênio, desencadeia-se imediatamente uma reação oxidativa envolvendo os compostos fenólicos e enzimas endógenas (polifenoloxidades), que resulta no escurecimento do produto e corresponde à deterioração fisiológica.

Por outro lado, sendo um produto de alta umidade e rico em nutrientes, principalmente carboidratos, a raiz é sujeita à ação deteriorativa de vários microrganismos.

Por essas características, o processamento das raízes deve ocorrer em até dois ou três dias após a colheita, dependendo da variedade de mandioca, do manuseio pós-colheita (ocorrência de danos mecânicos, exposição à luz solar ou a temperaturas elevadas etc.) e do produto a ser elaborado. Deve ser planejado um fluxo contínuo entre colheita e industrialização, de forma que as raízes colhidas permaneçam o mínimo de tempo aguardando pelo processamento.

Além do problema da alta percibibilidade das raízes de mandioca, há também o problema da sua potencial toxidez. Todas as partes da planta de mandioca, inclusive as raízes, mas principalmente as folhas, contêm compostos cianogênicos que podem ser degradados a ácido cianídrico – HCN, tóxico para os animais e o homem. Para diferentes variedades de mandioca, a concentração de compostos cianogênicos varia. Aquelas variedades que contêm menor teor desses compostos são classificadas como “mansas” (mandioca de mesa, aipim ou macaxeira); as que possuem

maior teor são classificadas como “bravas” (mandioca de indústria, amarga ou simplesmente mandioca). Para uma mesma variedade, ainda, o teor de compostos cianogênicos pode variar de acordo com a idade da planta e condições ambientais, como solo, altitude, clima etc.

As variedades mansas de mandioca têm mais vasto uso na alimentação humana, já que os compostos potencialmente tóxicos, em menor concentração, são mais facilmente eliminados. Já as variedades bravas requerem procedimentos que promovam eficazmente a degradação dos glicosídeos cianogênicos e a eliminação dos produtos dessa degradação, de forma a garantir a sua redução a níveis seguros para o consumo humano. O processamento dos diferentes tipos de farinha de mandioca tem essa função.

Devem ser escolhidas variedades de mandioca recomendadas para a região e para o destino industrial específicos. O mercado de destino e a preferência do consumidor também devem ser considerados na escolha da variedade de mandioca. Em algumas regiões, a preferência do consumidor é por farinha elaborada com raízes de polpa branca; em outras, com raízes de polpa amarela.

A época de colheita das raízes de mandioca depende de fatores relacionados à variedade, condições edafoclimáticas, sistema de produção e mercado e, portanto, varia nas diferentes regiões do País. A idade à colheita depende, além desses fatores, do produto a ser processado. De maneira geral, para a produção de farinha de mandioca são utilizadas raízes de plantas com 18 a 24 meses de idade, que proporcionam um maior rendimento industrial, em função, principalmente, da relação entre a massa total da raiz e suas proporções de amido e fibras. Na estação seca, embora a operação de colheita muitas vezes seja dificultada, obtém-se um maior rendimento industrial, devido à relação entre umidade e sólidos da raiz.

Operações

Farinha seca

A farinha seca, também chamada de farinha de mesa ou farinha torrada, é a mais consumida no Brasil. É produzida em todas as regiões do País, com algumas particularidades, em função da cultura local e também do acesso a tecnologias.

As variedades de mandioca utilizadas como matéria-prima, a escala de produção, o grau de mecanização do processo, os tipos de equipamentos utilizados (particularmente os fornos) e o modo de operação variam, resultando em farinhas com características sensoriais diferentes, que atendem às preferências dos consumidores de diferentes regiões.

O processo de produção de farinha seca compreende basicamente as mesmas operações para indústrias de diferentes escalas. As etapas desse processo são apresentadas na Fig. 9.

Uma descrição mais detalhada das etapas é apresentada a seguir.



Fig. 9. Fluxograma do processamento de farinha de mandioca seca.

Recepção, lavagem e descascamento

As raízes de mandioca devem ser depositadas numa área externa da fábrica de farinha (farinheira ou casa de farinha, quando de pequena escala), ao serem recebidas. Nesse local, as raízes são pesadas e descarregadas (Fig. 10). O descarregamento comumente provoca danos físicos nas raízes, o que acelera sua deterioração. O planejamento do fluxo de chegada e processamento das raízes é fundamental para evitar-se o uso de raízes já deterioradas.

Dependendo do solo em que é produzida, uma tonelada de raízes de mandioca pode carregar até 100 kg de torrões e pedras (Lima, 1982). A eliminação dessas impurezas por meio do processo de lavagem evita a contaminação do produto e o desgaste dos equipamentos.

A lavagem das raízes varia em função da forma de descascamento, manual ou mecânico. Em unidades de processamento de pequena escala (casas de farinha), o descascamento é manual (Fig. 11), feito com o auxílio de facas, trabalho geralmente realizado pelas mulheres. Devem ser utilizadas facas de aço inoxidável, pois o ferro, em contato com o tecido vegetal, acelera a reação de escurecimento enzimático. Nesse tipo de processamento, a lavagem das raízes deve ser feita em tanques, preferencialmente de plástico ou fibra de vidro, com água potável, antes e após o descascamento (Matsuura et al., 2003).



Foto: Pedro Luiz Pires de Mattos

Fig. 10. Descarregamento das raízes de mandioca. Cândido Mota, SP, 2001.



Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 11. Espaço utilizado para o descascamento manual de raízes de mandioca. Cuiabá, MT, 2003.

É comum, em pequenas casas de farinha, não ser realizada a operação de lavagem, muitas vezes por não haver disponibilidade de água, ou também por razões culturais. Como tentativa de evitar-se a contaminação das raízes descascadas, em alguns casos o descascamento é feito por um processo tradicionalmente denominado de “meia”, pelo qual uma pessoa inicia o descascamento de uma raiz, realizando-o numa das suas extremidades, e outra pessoa, com as mãos limpas, recebe essa raiz, segurando-a pela extremidade descascada, e finaliza o processo. Dessa forma, apenas os operadores com mãos limpas têm contato direto com a raiz descascada. Esse procedimento pode reduzir a contaminação física e microbiológica decorrente do processo de descascamento manual, embora não substitua a lavagem. Para que o descascamento no sistema de “meia” seja efetivo, essa operação deve ser cuidadosa, observando-se a limpeza do ambiente e utensílios, como as facas e recipientes para a contenção das raízes descascadas.

O descascamento manual remove completamente a casca e a entrecasca das raízes, com isso eliminando fibras celulósicas, compostos fenólicos (responsáveis pelo escurecimento enzimático) e a maior parte dos compostos potencialmente cianogênicos da raiz (Nago, 1995) e, conseqüentemente, melhorando a qualidade (principalmente quanto às características de cor e sabor) e diminuindo a toxidez do produto final. Entretanto, com o descarte da entrecasca, o rendimento de produção é menor. Além disso, a entrecasca é muito rica em elementos nutritivos e

sua retirada acarreta a perda de cerca de 50% das proteínas, 48% do cálcio, 57% da tiamina, 47% da riboflavina e 29% da niacina presentes nas raízes. Por esse motivo, em algumas regiões do Mundo em condição de carência alimentar, essa parte da raiz é consumida (Muchnik & Vinck, 1984).

O processo manual de descascamento demanda muita mão-de-obra e tempo. Isso pode representar uma oportunidade para a geração de empregos, mas, por outro lado, pode implicar no aumento dos custos de produção.

Pelo processo mecânico, o descascamento e a lavagem ocorrem em seqüência, realizados no mesmo equipamento (lavador-descascador). No mercado existem vários modelos de lavadores-descascadores de mandioca, como o modelo de tambor (Fig. 12), que consiste num cilindro construído com ripas de madeira com 10-15 cm de largura, distantes entre si cerca de 1,0-1,5 cm, para permitir a saída de partículas sólidas (terra, pedras e cascas) e água, fechado nas extremidades, com um eixo central tubular, perfurado para passagem de água para lavagem. Esse tambor gira em torno do próprio eixo e, com este movimento, as raízes são friccionadas umas contra as outras e o descascamento ocorre por essa abrasão. Alguns fabricantes recomendam a adição de areia no início do processo, para intensificar a abrasão, mas esta prática não é recomendada, pois introduz uma nova fonte de contaminantes no processo. O início da operação é processado sem água, para que ocorra o descascamento; no final, a água é aberta e ocorre a lavagem das raízes descascadas (Matsuura et al., 2003).

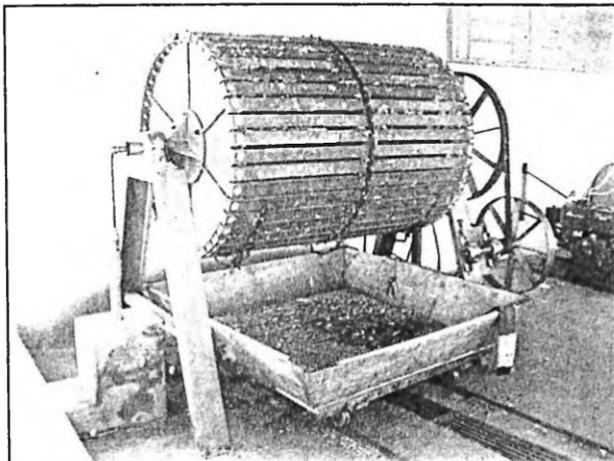


Foto: Marília Ieda da Silveira Follegatti

Fig. 12. Lavador-descascador de tambor. Belo Campo, BA, 2002.

Esse tipo de equipamento opera por bateladas e a carga utilizada em cada operação deve ser adequada: sendo muito baixa, as raízes se movimentam muito livremente dentro do tambor e chocam-se violentamente contra suas paredes, provocando quebras e perdas; sendo muito alta, o movimento das raízes dentro do tambor é restrito e o descascamento não é efetivo.

Existem também os lavadores-descascadores semi-cilíndricos (Fig. 13), construídos de madeira ou ferro (nesse último caso, revestidos internamente por aço inoxidável, para evitar o escurecimento das raízes e a corrosão do equipamento), dotados de um eixo ao qual são acopladas hastes de madeira, que promovem a movimentação e o avanço das raízes de mandioca de uma extremidade a outra do semi-cilindro, efetuando o descascamento, e também dotados de uma tubulação disposta superiormente, perfurada para a passagem de água para lavagem. A extensão dessa tubulação equivale à metade ou a um terço do comprimento do equipamento, já que o início do processo também é feito a seco (Cereda & Vilpoux, 2003). Este equipamento é de operação contínua.

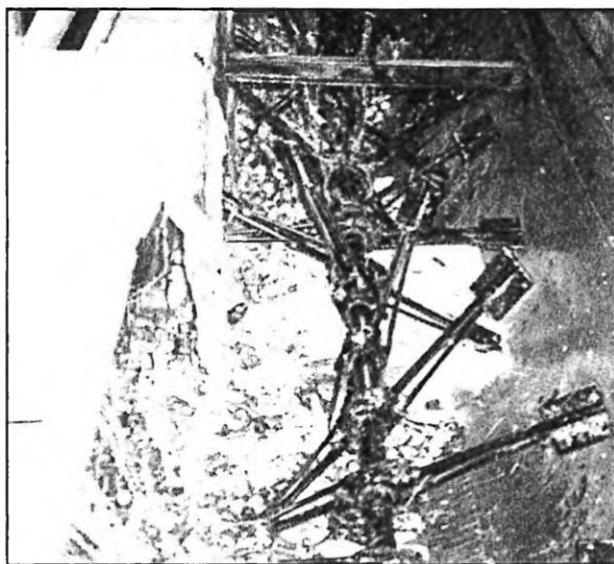


Foto: Pedro Luiz Pires de Mattos

Fig. 13. Lavador-descascador semi-cilíndrico.

O tempo de operação varia conforme a capacidade dos equipamentos. Estima-se um gasto de 2 a 3 m³ de água por tonelada de mandioca.

Quando o descascamento é mecânico, apenas a casca mais externa é retirada. Ainda assim, muitas vezes essa casca não é completamente removida, o que pode ocasionar o aparecimento de pontos escuros na farinha, depreciando sua qualidade. A eficiência desse descascamento depende de fatores relacionadas à qualidade da matéria-prima, determinados pela variedade e sistema de produção adotados, como o formato e a regularidade das raízes, o grau de aderência das cascas às raízes (característica muitas vezes relacionada à sua umidade) e a quantidade e o tipo de terra por elas carregada, além de fatores relacionados à condução da operação, como carga e velocidade/tempo de processo.

O uso de variedades de mandioca com casca de cor clara é uma forma de contornar problemas causados por eventuais falhas no processo de descascamento.

Repinicagem

Quando o descascamento é realizado mecanicamente, as raízes saídas do lavador-descascador ainda podem conter partes de casca aderidas, necessitando de um repasse manual, denominado repinicagem (Fig. 14).

Embora recomendada, por garantir a produção de uma farinha de melhor qualidade, a etapa de repinicagem nem sempre é realizada.



Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 14. Aspecto das raízes de mandioca após o processo de repinicagem. Belo Campo, BA, 2002.

Ralação

A operação de ralação pode ser realizada com raladores manuais, atualmente pouco comuns, ou mecanizados (acionados por motor elétrico, a diesel ou gasolina), que reduzem as raízes de mandioca a uma massa úmida. Dentre todos os equipamentos acionados por motor componentes de uma linha de produção de farinha, o mais indispensável é o ralador. Em pequenas casas de farinha, muitas vezes é o único equipamento mecanizado. Sua importância decorre do fato de que o processamento manual da ralação demanda muito esforço físico e tempo, e também porque essa é uma das etapas que mais influenciam a qualidade do produto final.

Em pequena escala, podem ser usados raladores manuais (similares a um ralador de queijos) e de roda (Cereda & Vilpoux, 2003).

Os tipos mais comuns de raladores são o de cilindro (Fig. 15) e o de disco. Os primeiros são constituídos por um cilindro rotativo provido de lâminas de aço serrilhadas substituíveis, fixadas paralelamente entre si e no sentido longitudinal do eixo. Em geral, o cilindro é protegido por uma caixa de madeira ou metálica. Dependendo do modelo, as raízes são postas contra o cilindro em movimento pela ação da gravidade, manualmente (o que representa um perigo para o operador) ou por meio de braços de madeira ou metálicos de movimentos alternados (Lima, 1982; El-Dash et al., 1994; Matsuura et al., 2003). Nos raladores de disco, as serrilhas são dispostas radialmente em um disco metálico. As raízes são alimentadas em uma moega e forçadas contra o disco por gravidade.

É imprescindível uma boa regulação do ralador, a fim de proporcionar uma massa de granulometria adequada e com partículas uniformes.

Na ralação ocorre o rompimento dos tecidos celulares das raízes, com a exposição dos seus constituintes, provocando várias reações bioquímicas. Os glicosídeos cianogênicos são hidrolisados pela enzima linamarase, concorrendo para a eliminação desses compostos tóxicos (Nago, 1995). Por outro lado, a ralação também acarreta a perda de nutrientes das raízes, principalmente o amido.

A intensidade da ralação deve ser suficiente para permitir uma adequada drenagem da massa, sem a excessiva perda de nutrientes, na etapa posterior de prensagem.



Foto: Marília Ieda da Silveira Folgado

Fig. 15. Ralador de cilindro e cocho de fibra de vidro para a massa ralada. Belo Campo, BA, 2002.

Prensagem

A massa ralada é extremamente úmida e o excesso de água deve ser eliminado antes da torração, para facilitar o processo de secagem e evitar a “geleificação” do amido. Com a compressão da massa por consequência da prensagem, a oxidação também é reduzida.

Como herança das técnicas indígenas de processamento de farinha, o tipiti (Fig. 16), um cilindro de palha trançada contrátil, ainda é usado em pequenas casas de farinha da Região Norte do País.

Em pequenas unidades de processamento, a prensagem pode ser feita em outros tipos de prensas rústicas, nas quais a pressão pode ser exercida pelo emprego de pesos, por amarrações (como a “prensa de paca”) (Fig. 17), por um sistema de parafuso ou rosca (Fig. 18), por um macaco hidráulico (como os usados em oficinas mecânicas) (Fig. 19), dentre outros sistemas.



Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 16. Tipitis para prensagem da massa ralada. Maranhão, 2003.

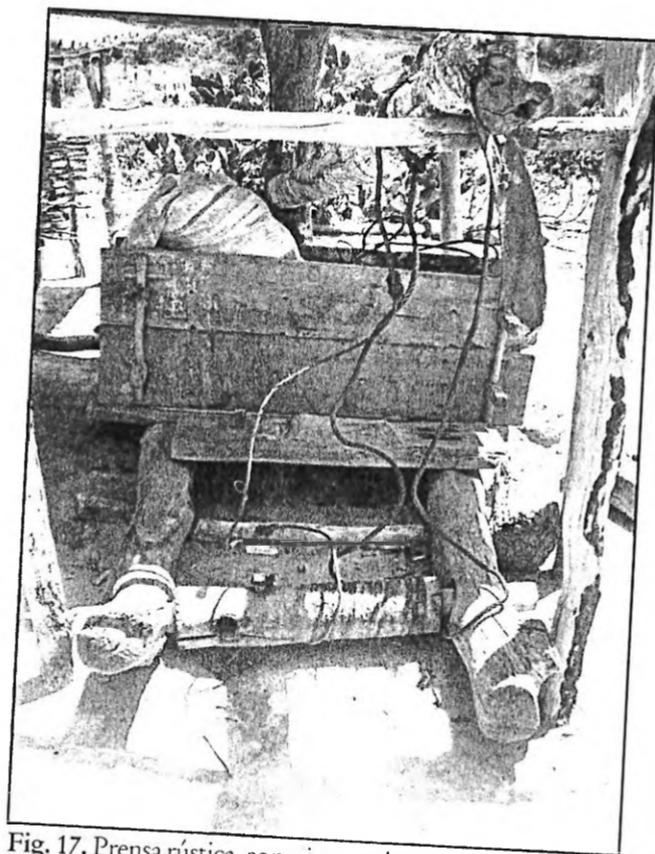


Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 17. Prensa rústica, com sistema de amarração. Brotas de Macaúbas, BA, 2003.

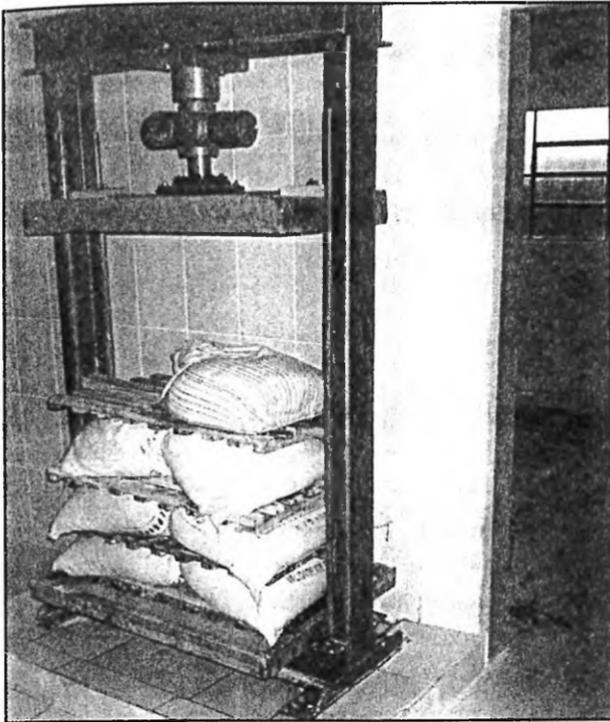


Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 18. Prensa de parafuso. Belo Campo, BA, 2002.

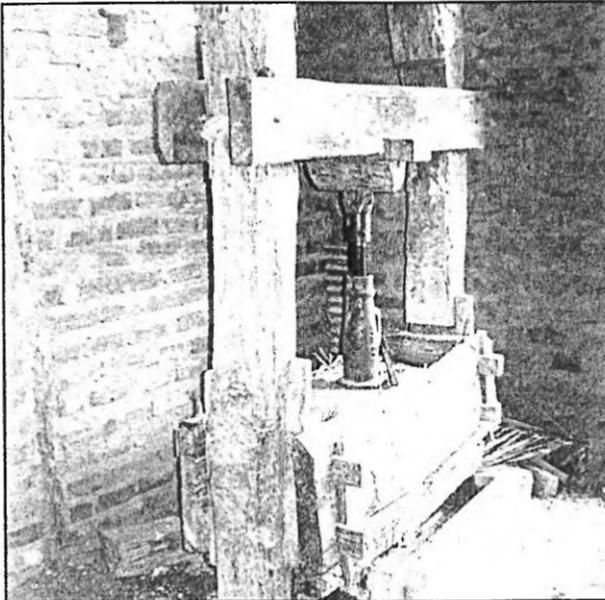


Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 19. Prensa rústica com sistema de macaco hidráulico. Santaluz, BA, 2003.

Os equipamentos mais utilizados em unidades de processamento de média e grande escala são as prensas de parafuso e hidráulica (Fig. 20a, b), respectivamente. Em ambas, a massa é carregada em cestos abertos, em camadas não muito espessas, separadas por uma estrutura de madeira ou borracha com a função de distribuir a pressão. Os cestos podem ser duplos para uso alternado (enquanto um é prensado, o outro é descarregado e recarregado). A duração da operação utilizando-se a prensa de parafuso é de no mínimo 40 minutos e utilizando-se a prensa hidráulica varia de 5 a 20 minutos, com a eliminação de cerca de 20% a 30% da água da massa (Lima, 1982). Mais recentemente, foi desenvolvido para a produção em grande escala um filtro prensa com sistema automatizado (Fig. 21), que prensa a massa ralada em placas (Cereda & Vilpoux, 2003). Após a operação de prensagem, a massa possui uma umidade de 45% a 50%.

O líquido resultante da prensagem é chamado de manipueira. Contém compostos cianogênicos (tóxicos) e amido (1%-7%), que pode ser recuperado por meio de tanques ou canais de decantação. Na Região Norte do Brasil, a manipueira é decantada, para o aproveitamento do amido, e o líquido sobrenadante é utilizado na elaboração de um molho denominado tucupi, utilizado na preparação de pratos típicos (El-Dash et al., 1994).

Esfarelamento ou desmembramento

Essa operação visa desagregar o bloco compacto de massa de mandioca, resultante da etapa de prensagem.

Pode ser realizada por um ralador comum, funcionando a uma velocidade menor que a do ralador de raízes de mandioca. Em pequenas unidades de processamento é comum o uso do ralador de raízes para ambas as operações, de ralação e esfarelamento (Matsuura et al., 2003).

O esfarelamento também pode ser feito diretamente em peneiras vibratórias de malha fina, que, além de desagregar a massa, retêm fibras, pedaços de casca e de raízes.

Quando o esfarelamento não é feito em peneiras vibratórias, opcionalmente pode ser realizada a peneiragem da massa, em peneiras manuais ou automáticas.



Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 20a. Prensa hidráulica – carregamento da massa. Conchal, SP, 2001.

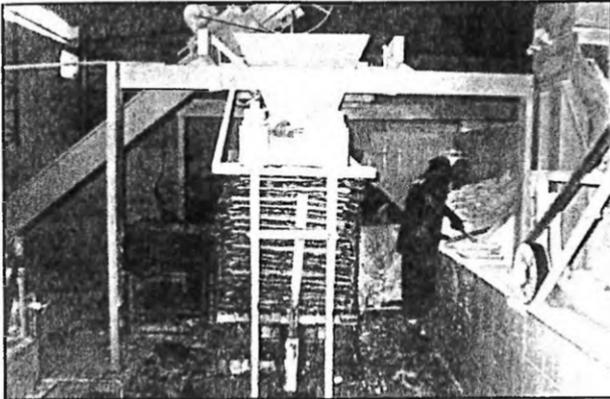


Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 20b. Prensa hidráulica – prensagem da massa. Conchal, SP, 2001.

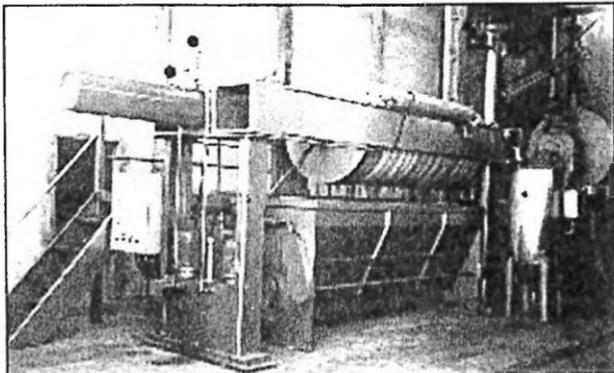


Foto: Madia

Fig. 21. Filtro prensa.

Torração

A torração é uma operação importante no processo de produção de farinha e a que mais influencia sua qualidade, particularmente no que se refere às suas características sensoriais, como cor, sabor e textura, e à sua conservação. Além disso, a torração também promove a eliminação do ácido cianídrico – resultante da degradação enzimática e química dos glicosídeos cianogênicos, ocorrida durante as etapas anteriores do processo – por volatilização (Nago, 1995).

O tamanho de partículas e a umidade inicial da massa, o tipo de forno (chapa e sistema de agitação), a carga de massa e a temperatura de operação são alguns dos principais fatores determinantes das características do produto final. Se a massa apresentar uma umidade muito elevada, o amido nela contido pode geleificar com o aquecimento, alterando a textura da farinha. Cargas de massa maiores e altas temperaturas no início da operação produzem farinhas de granulometria mais grossa. A temperatura e o sistema de agitação dos fornos influenciam grandemente a cor e o sabor da farinha (Matsuura et al., 2003).

A torração pode ser realizada em fornos ou torradores, sendo muito comuns o “forno baiano” (Fig. 22), tacho semi-esférico com um agitador central de pás, e o “forno rotativo” ou “paulista” (Figs. 23a, b, c), constituído por uma chapa circular giratória, assentada sobre uma fornalha de alvenaria, por um distribuidor mecânico com fundo de peneira, para a distribuição da massa sobre a chapa, e por uma escova, para a retirada da farinha. Nas Regiões Norte e Nordeste, é encontrado o “forno plano”, provido de uma chapa plana de barro ou de ferro, no qual o revolvimento da massa é feito manualmente, com o auxílio de rodos (Fig. 24), ou mecanicamente, com um sistema de pás de movimento planetário (Fig. 25) (Matsuura et al., 2003). Um forno desenvolvido mais recentemente é o “forno contínuo tubular a vapor” (Fig. 26), equipamento mais indicado para grandes escalas de produção.

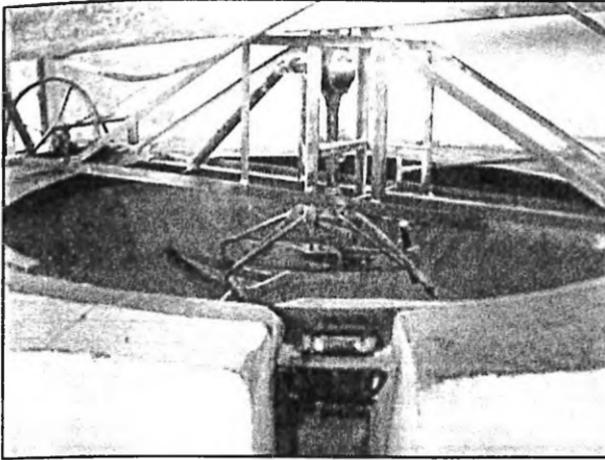


Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig 22. Forno baiano. Euclides da Cunha, BA, 2004.

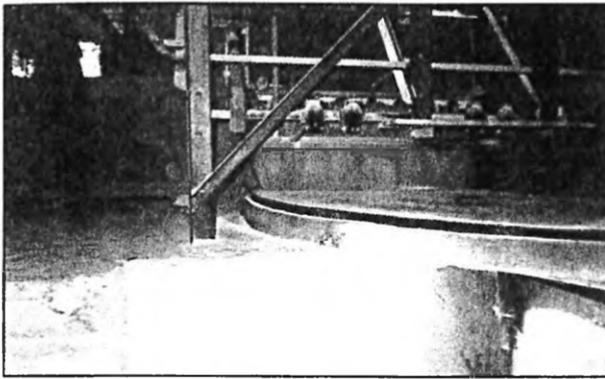


Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 23a. Forno rotativo – carregamento da massa. Conchal, SP, 2001.

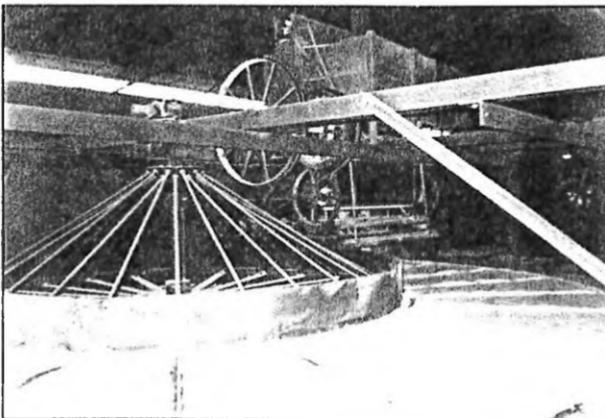


Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 23b. Forno rotativo – torração. Conchal, SP, 2001.

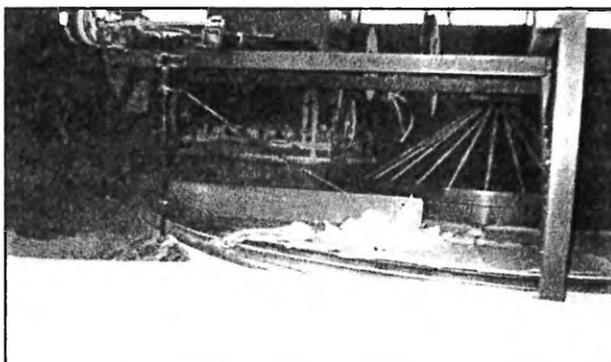


Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 23c. Forno rotativo - retirada da massa torrada. Conchal, SP, 2001.



Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 24. Forno plano, com sistema de agitação manual. Santaluz, BA, 2003.

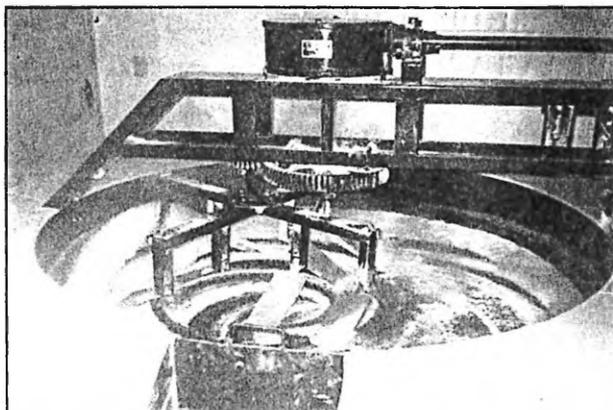


Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 25. Forno plano, com sistema de agitação planetário. Belo Campo, BA, 2002.

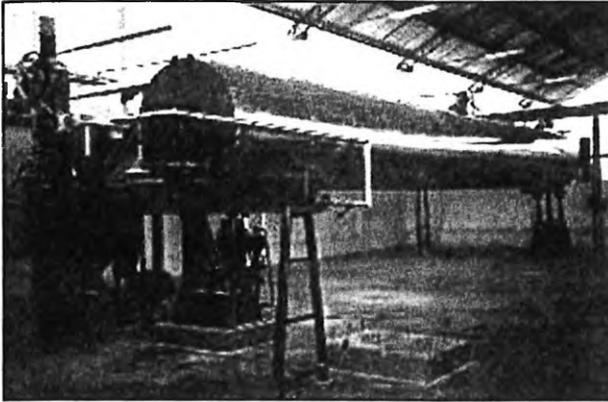


Fig. 26. Forno contínuo.

A maioria dos fornos usa a lenha como fonte de energia, com baixo rendimento energético e variação de temperatura em diferentes pontos de sua superfície, o que prejudica a qualidade da farinha (Baud, 1997). Para pequena escala de produção já foram desenvolvidos protótipos de fornos operados com fontes alternativas de energia, como o composto por um sistema de compressor e maçarico, que usa óleo como combustível e permite o aproveitamento de óleos vegetais ou óleos residuais de outros processos. Modelos de fornos adaptados para o funcionamento com energia elétrica não obtiveram sucesso comercialmente, principalmente devido ao alto custo dessa energia.

As farinhas produzidas em fornos do tipo rotativo ou paulista têm uma textura característica, sendo suas partículas na forma de pequenos beijus.

As farinhas originalmente produzidas com raízes descascadas manualmente e em fornos de chapa de barro com revolvimento manual ficaram famosas por sua qualidade sensorial, como as farinhas secas produzidas na Serra da Copioba, no Estado da Bahia. Nessa região, tradicionalmente são usados dois fornos no processamento da farinha, operados com temperaturas diferentes; o primeiro deles é usado para a operação de secagem, o segundo é usado para a torração. Por vezes, quando a produção é feita em um

único forno, toda a massa é primeiramente seca e retirada; em seguida, volta ao forno com outra condição de temperatura e é então torrada. Essas práticas são popularmente chamadas nessa região como “zanzar” e “torrar” a farinha.

Durante a torração, a massa perde umidade até apresentar-se adequadamente seca, quando é retirada para um depósito, onde esfria. A umidade final das farinhas deve ser sempre inferior a 14%, para garantir sua conservação.

Peneiragem, classificação e trituração

Após a torração, a farinha passa por uma etapa de peneiragem, para a separação de fibras, aglomerados e outras partículas de maior tamanho e também, em alguns casos, para a sua classificação, de acordo com o tamanho dos grânulos.

Quando a função da peneiragem é exclusivamente a de separar partículas fora do padrão de tamanho dos grânulos da farinha, essa operação pode ser feita manualmente, o que normalmente ocorre em pequenas unidades de processamento (Fig. 27). Essas peneiras podem ser circulares, para uso individual, ou retangulares, com braços nas duas extremidades (como uma maca), para dois operadores. Nesse segundo caso, uma das extremidades pode ser atrelada por cordas a um apoio superior, permitindo que a peneira seja “balançada” e assim operada por uma única pessoa. Também existem peneiras automáticas simples, para pequena escala (Fig. 28).

Em escalas maiores, e quando se pretende também classificar a farinha, pode ser utilizado um conjunto de peneiras vibratórias (Fig. 29). A classificação é feita pela passagem em uma série de peneiras de crivos diferentes e padronizados, obtendo-se, em uma única operação, farinhas de diferentes granulometrias (Lima, 1982).



Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 27. Peneiragem manual. Santaluz, BA, 2003.

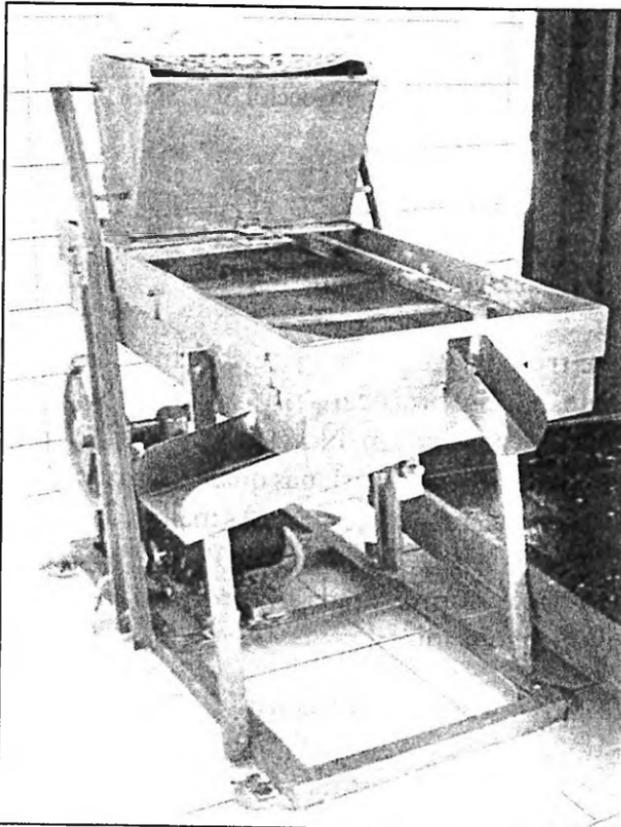


Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 28. Peneiragem automática para pequena escala. Vale do Rio Gavião, BA, 2002.

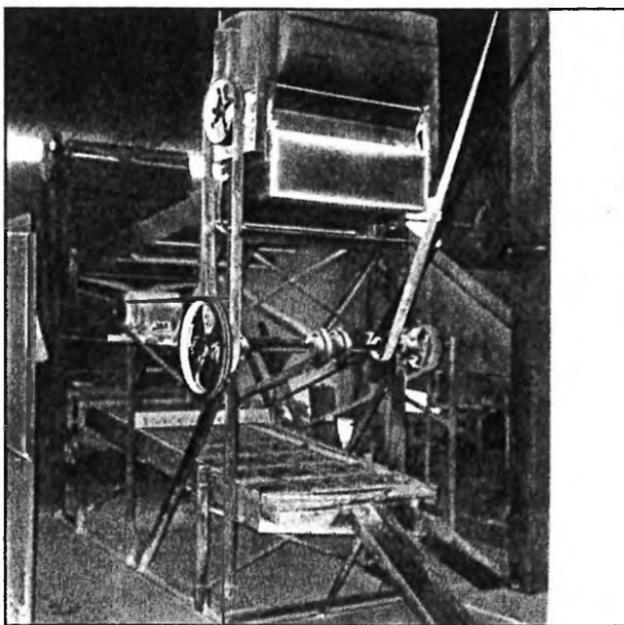


Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 29. Peneira classificadora. Conchal, SP, 2001.

Os caroços ou aglomerados da farinha resultantes da peneiragem (cruera) podem ser triturados em moinhos (de cilindro, disco ou martelo) (Fig. 30 e 31) e, em seguida, novamente peneirados. Essa operação deve triturar adequadamente a farinha, sem pulverizá-la. Opcionalmente, pode-se proceder à trituração de toda a farinha e, em seguida, realizar-se a peneiragem. Nesse processo, podem ser utilizadas peneiras centrífugas (ou rotativas), nas quais a farinha é peneirada em chapas giratórias circulares e perfuradas. As malhas das peneiras variam de 0,17 mm a até mais de 1,0 mm (Lima, 1982).

Quando não é reaproveitada no processo, a cruera pode ser destinada à alimentação animal.

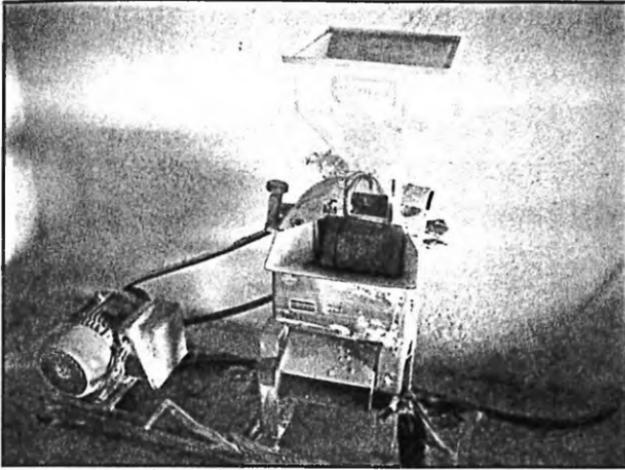
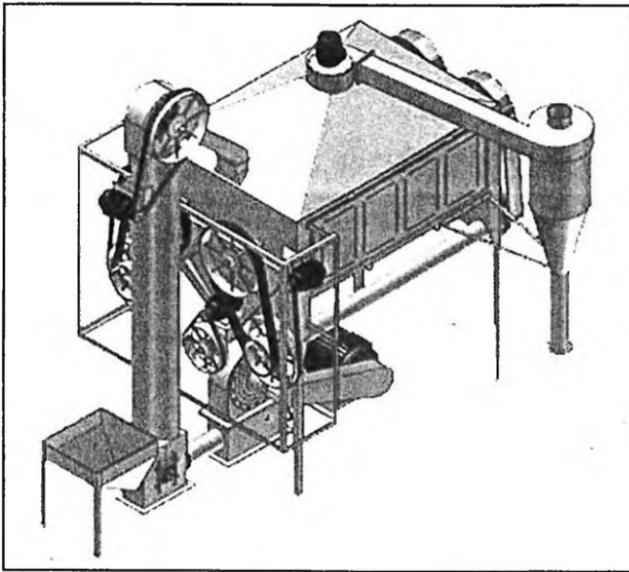


Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 30. Moinho de farinha para pequena escala.



Fonte: Madia

Fig. 31. Esquema de um moinho de farinha para grande escala.

Acondicionamento e armazenamento

A farinha deve estar à temperatura ambiente para ser acondicionada, para evitar-se a condensação de vapores dentro da embalagem, que pode ocasionar a perda de crocância e também sua deterioração.

O acondicionamento pode ser feito manualmente ou por máquinas embaladoras semi-automáticas (Fig. 32a, b e 33) ou automáticas.

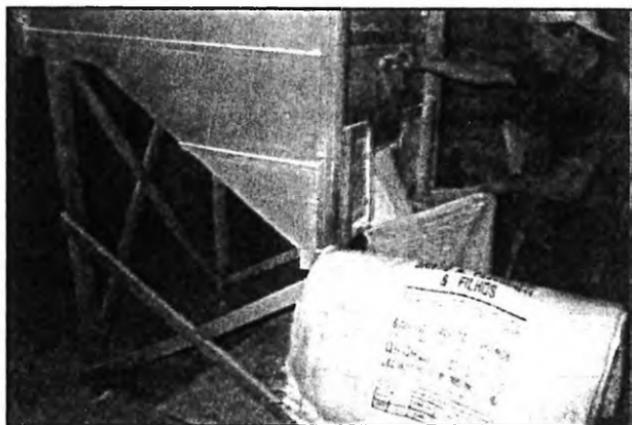


Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 32a. Ensaçamento da farinha – enchimento (sacos de 50 kg). Conchal, SP, 2001.

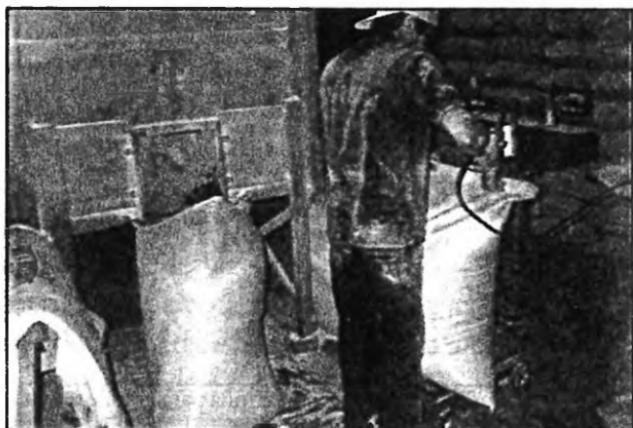


Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 32b. Ensaçamento da farinha – costura (sacos de 50 kg). Conchal, SP 2001.

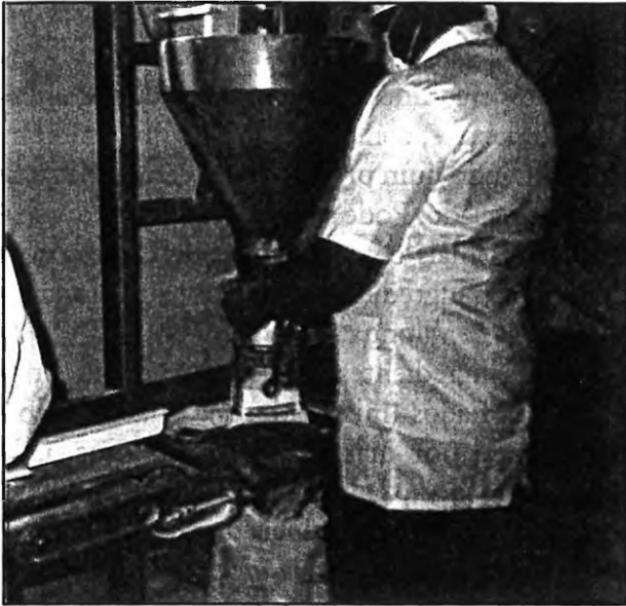


Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 33. Ensacamento da farinha – enchimento (sacos de 1 kg). Conchal, SP, 2001.

A embalagem na qual a farinha é acondicionada depende da sua forma de comercialização. O produto pode ser acondicionado em sacos de algodão de 50 kg, quando a comercialização é feita a granel, por “litro” ou “quilo”, em feiras livres e mercados municipais, prática muito comum nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil. Para a venda em supermercados, a farinha é embalada, normalmente, em sacos plásticos de polietileno de baixa densidade ou laminados (papel combinado a polietileno de baixa densidade), de 500 g, 1 kg ou 2 kg (Matsuura et al., 2003).

O armazenamento da farinha deve ser feito sobre estrados, em local limpo, seco (com umidade relativa inferior a 70%, segundo Riedel, 1987) e ventilado.

Seja qual for o nível tecnológico da unidade de processamento, o rendimento de produção de farinha de mandioca seca é sempre próximo a 30% (Chuzel et al., 1995a).

Farinha temperada

A farinha temperada (ou farofa) é produzida por uma mistura de farinha com condimentos, como cebola, alho, sal e pimenta e outros ingredientes, resultando num produto com características sensoriais próprias, muito apreciado. Pode ser elaborada com diversos tipos de farinha, embora seja mais comum o uso de farinha seca, do tipo “paulista”. Alguns dos ingredientes podem ser adicionados fritos ou desidratados (Cereda & Vilpoux, 2003).

A mistura dos ingredientes pode ser feita manualmente ou por equipamentos apropriados (misturadores). O acondicionamento é geralmente realizado por máquinas embaladoras, utilizando-se embalagens laminadas metalizadas, que são boas barreiras ao oxigênio e à luz e portanto reduzem a ocorrência da rancificação oxidativa do óleo contido nos ingredientes fritos. A aplicação de gases inertes, como o nitrogênio, também é recomendada para evitar a oxidação do produto.

Atualmente, a fabricação desse produto está concentrada na Região Centro-Sul do Brasil.

Farinha d'água

A mandioca puba (*mandiog pubae*, fermentada, apodrecida, fervida) é a matéria-prima para o processamento da farinha d'água, muito apreciada no Maranhão, Pará e Amazonas (Câmara Cascudo, 1983).

A farinha d'água (ou farinha de puba) difere muito da farinha seca. É um produto de coloração amarela, devido ao uso de raízes de variedades amarelas de mandioca, granulometria grossa e textura dura, com características de aroma e sabor muito peculiares, resultantes principalmente do processo de pubagem.

Esse produto é obtido pela fermentação natural das raízes de mandioca imersas em água (maceração ou pubagem), sendo em seguida descascadas, trituradas ou desestruturadas; a massa resultante é prensada, esfarelada e torrada em fornos a temperaturas baixas. O produto torrado é peneirado ou não e embalado. A seqüência das operações de descascamento, prensagem e ralação pode variar em função das características das raízes fermentadas.

A produção de farinha d'água é realizada quase que exclusivamente em pequenas casas de farinha da Região Norte do Brasil. Várias etapas do processamento, apresentadas na Fig. 34, são feitas manualmente. Uma descrição mais detalhada de algumas das etapas de processamento é apresentada a seguir.



Fig. 34. Fluxograma do processamento de farinha d'água de mandioca.

Pubagem e descascamento

O processo de pubagem consiste na imersão em água (em caixas ou tanques, tradicionalmente em igarapés) das raízes de mandioca com ou sem casca e sua manutenção geralmente por um período de dois a três dias, em condições ambiente (Fig. 35a, b).

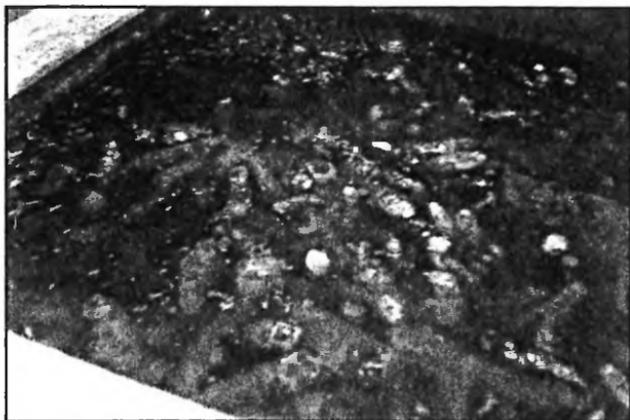


Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 35a. Início da pubagem de raízes de mandioca. Maranhão, 2003.



Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 35b. Final da pubagem de raízes de mandioca. Maranhão, 2003.

Esse período pode variar de um a seis dias, dependendo das características da matéria-prima, da composição e concentração inicial da microbiota contaminante natural, da temperatura da água e da intensidade de fermentação desejada. Durante a pubagem, as raízes absorvem água, perdem uma pequena quantidade de sólidos e adquirem características físicas e químicas específicas (Vilpoux, 2003). A polpa das raízes é amolecida e seu aroma e sabor são alterados.

A pubagem é uma fermentação anaeróbia na qual predomina o grupo de bactérias *Lactobacilli*. Sua ação no substrato implica na liberação de uma série de enzimas hidrolíticas, incluindo amilases e pectinases, que contribuem para o amolecimento celular e degradação.

Concomitantemente, ocorre o aumento da concentração de ácido láctico e outros ácidos e a queda do pH. Esse processo resulta na perda da capacidade de retenção de água da estrutura da raiz e na mistura dos conteúdos celulares, particularmente a linamarina e a linamarase, levando à rápida degradação de compostos cianogênicos (Poulter, 1995).

As raízes podem ser pubadas com ou sem casca. A perda de amido e sólidos solúveis durante a pubagem realizada em caixas ou tanques é ligeiramente maior quando as raízes são imersas sem casca. Entretanto, a perda de polpa quando as raízes são descascadas após a pubagem é maior. Dessa forma, a pubagem de raízes sem casca parece ocasionar perdas menores, quando o processo ocorre em tanques ou caixas (sistema fechado), enquanto que, quando o processo ocorre em igarapés ou rios, ocorrem menos perdas com raízes com casca.

O descascamento das raízes de mandioca antes da pubagem pode ser manual ou mecânico; já depois da pubagem, só pode ser realizado de forma manual, por meio da passagem por peneiras, o que é uma operação muito fácil, devido ao amolecimento das raízes.

Prensagem, ralação e outras etapas

Ocorre uma absorção de água pelas raízes durante o processo de pubagem, o que pode exigir uma prensagem, antes da etapa de ralação.

O processo de ralação é muito similar ao realizado na produção de farinha seca, feito em raladores. Entretanto, com o uso de equipamentos rudimentares, costuma-se realizar duas ralações, visando produzir uma massa ralada de melhor qualidade (Vilpoux, 2003).

Para intensificar a coloração amarela da farinha é comum o emprego de corantes como o açafrão e a tartazina, adicionados na etapa de ralação das raízes. Embora seu uso não seja regulamentado pela legislação e, portanto, não possa ser recomendado, parece haver uma preferência dos consumidores regionais por farinhas d'água de coloração amarela intensa.

As demais etapas do processo de produção de farinha d'água são similares às realizadas para a produção de farinha seca.

A granulometria característica da farinha d'água é resultante da maior carga de massa, da maior temperatura e da forma de revolvimento da massa durante a operação de torração (Vilpoux, 2003).

Farinha mista

A farinha mista ou farinha-do-Pará é um produto elaborado a partir de uma mistura de raízes de mandioca não fermentadas e fermentadas, em diferentes proporções, que depois de raladas são submetidas às mesmas etapas de processamento das demais farinhas. Este produto apresenta aroma e sabor característicos e é produzido, principalmente, na Região Norte do Brasil.

Farinha panificável

A farinha panificável ou farinha de raspas de mandioca teve grande importância no Brasil durante a Segunda Guerra Mundial, quando a farinha de trigo era escassa e cara, e até a década de 70. As farinhas destinadas à panificação eram compostas de farinha de trigo e farinha panificável de mandioca. Um decreto da década de 60, em vigor até 1973, obrigava os moinhos a substituírem parcialmente (15%-20%) a farinha de trigo importada por farinha panificável de mandioca. Entretanto, o aumento dos subsídios ao trigo, a partir de 1972, e a queda do preço desse produto no mercado internacional desestimulou o emprego da farinha panificável de mandioca (Lima, 1982; Chuzel et al., 1995a; Cereda, 2003).

Isso ocasionou o fechamento de numerosas pequenas empresas produtoras de farinha panificável de mandioca e a redução da área plantada com essa cultura. As Regiões Sul e Sudeste, que produziam farinha panificável para o mercado de panificação e farinha seca para o consumo da Região Nordeste, tiveram sua área plantada reduzida à metade entre os anos 70 e 80 (Chuzel et al., 1995a).

Hoje, a produção de farinha panificável de mandioca é quase inexistente. Ainda são encontradas em algumas regiões do País, principalmente no Nordeste, unidades artesanais produtoras de raspas de mandioca, mas destinadas à alimentação animal (Chuzel et al., 1995a).

Embora tenha outras aplicações na indústria de alimentos e em outros setores, o uso dessa farinha tem sido prioritariamente vinculado à panificação (Cereda, 2003). Sempre que o mercado de derivados de mandioca é desfavorável ou quando ocorrem altas de preço da farinha de trigo, a farinha panificável e a fécula de mandioca apresentam-se como alternativas. Isso ocorreu recentemente, no ano de 2002, numa conjuntura de mercado na qual o preço da farinha de trigo equivalia a quase o dobro

do preço da fécula, quando esse derivado da mandioca foi largamente usado na panificação. No ano seguinte, com o aumento de preços dos derivados de mandioca, essa prática foi abandonada.

Em alguns países africanos, a farinha de raspas de mandioca é um produto importante. Em Moçambique, na década de 70, a mandioca era a principal cultura do país e seu consumo era principalmente na forma de farinha de raspas, base da alimentação de cerca de 50% da população. Sendo um alimento essencialmente energético, pobre em proteínas, pode ser suplementado com farinha de folhas de mandioca e outros vegetais, como a abóbora, e utilizado no preparo de papas, pirões e pães (Mota & Lourenço, 1974).

A farinha de raspas produzida nesses países é processada artesanalmente, em condições muito rudimentares. É obtida pelo descascamento e corte manuais das raízes, secagem solar e trituração em pilões ou moinhos de martelo. Em algumas localidades, as variedades de mandioca bravas são primeiramente maceradas e fermentadas, antes da secagem e moagem, originando um produto denominado "fubá de bombó". Essa fermentação diminui o teor de compostos tóxicos, mas acarreta a perda de amido e o aumento da acidez da farinha (Cereda, 2003).

A farinha panificável de mandioca é produzida pela secagem de raspas de raízes de mandioca, não sendo realizado o processo de torração, como ocorre para a farinha seca ou de mesa. Assim, as propriedades químicas e físicas do amido presente nessa farinha são pouco alteradas, permitindo sua utilização na panificação. Pode ser usada em substituição parcial à farinha de trigo no preparo de diferentes tipos de pães, biscoitos e massas.

As raspas secas de mandioca, além de processadas na forma de farinha panificável, também podem ser produzidas com o objetivo exclusivo de conservar o produto ou para a alimentação animal (nesse caso, as raízes são cortadas com casca).

As principais formas de conservação da mandioca com o mínimo de alterações nas suas características originais são como raspas secas e seus derivados (incluindo a farinha em pó e a farinha peletizada). Segundo Conceição (1981) e Sawos (1981), citados por Cereda (2003), raspas de mandioca com 10%-12% de umidade e devidamente armazenadas podem-se conservar por longos períodos. Assim processadas, podem ser posteriormente utilizadas também para a produção de fécula, glicose, álcool e outros derivados.

Quanto às características da farinha panificável de mandioca, sua cor pode variar de branca a amarela ou cinzenta. Quanto à composição, a

umidade pode variar de 6,26% a 10,94%, o teor de amido de 70,08% a 83,11%, o teor de proteínas de 0,88% a 2,80%, o teor de fibras de 1,20% a 3,11% e o teor de cinzas de 1,02% a 2,23% (Lima, 1982), dependendo principalmente da variedade de mandioca utilizada e da forma de processamento. Esse último fator também influencia muito a granulometria do produto final.

O processo de produção da farinha panificável de mandioca é realizado conforme as etapas apresentadas na Fig. 36, descritas a seguir.

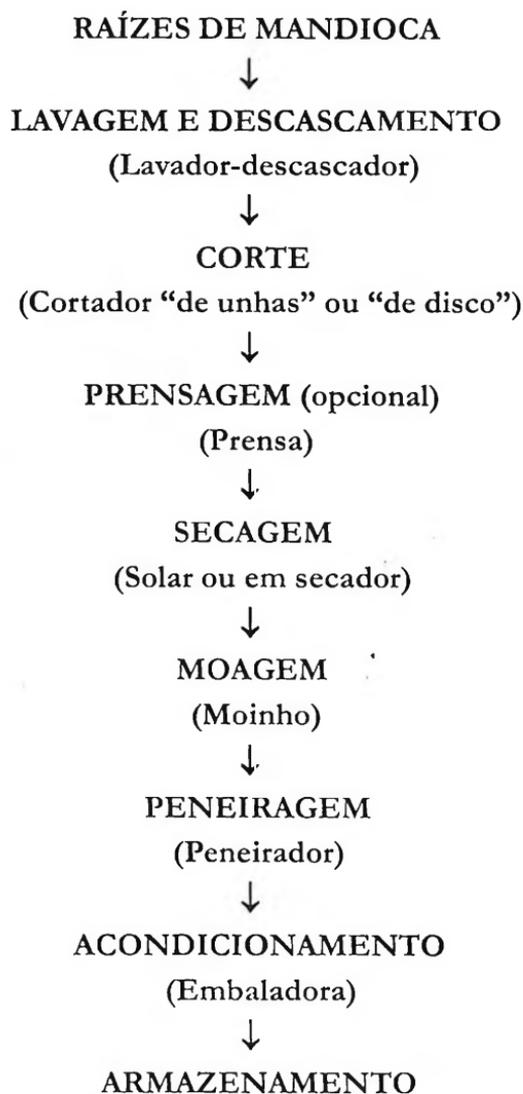


Fig. 36. Fluxograma do processamento de farinha panificável de mandioca.

Lavagem e descascamento

As operações de lavagem e descascamento são realizadas conforme descrito para a produção de farinha seca. A entrecasca deve ser removida, por conter altos teores de compostos cianogênicos e ser mais suscetível ao escurecimento.

A lavagem, embora momentaneamente aumente a umidade do material, facilita sua posterior secagem, por remover alguns exsudados viscosos que dificultam a migração da umidade para a superfície das raspas. Estes exsudados tendem a escurecer durante a secagem, alterando a cor do produto final. Além disso, contêm carboidratos, predominantemente sacarose e glicose, cuja permanência no produto favorece a proliferação de fungos (Cereda, 2003).

Após a lavagem, o excesso de água deve ser drenado.

Corte

As raízes descascadas e lavadas podem ser fatiadas manualmente, com o auxílio de facas, embora essa forma de processamento demande muita mão-de-obra e tempo e resulte em fatias desuniformes, maiores e mais espessas que as obtidas por meio mecânico, o que pode comprometer sua posterior secagem.

Existe uma relação direta entre a área superficial dos pedaços de raiz e a taxa de evaporação de água. Isso significa que, quanto menores as dimensões do fragmento de raiz, maior sua área superficial e taxa de evaporação de água. Vale a pena ressaltar, ainda, que a eliminação de componentes cianogênicos também é favorecida pelo menor tamanho dos fragmentos (Ferreira, 1991).

Entretanto, se os pedaços de raiz forem excessivamente cominuídos, resultando num material pastoso, sua secagem é prejudicada, principalmente, pela dificuldade de revolvimento e exposição das partículas ao sol e ao vento, na secagem solar, ou ao ar quente, na secagem mecânica. Nesse caso seria recomendada uma prensagem previamente à secagem (Cereda, 2003). O corte em pedaços muito reduzidos também acarreta uma maior perda de nutrientes.

Quando o corte é realizado mecanicamente, podem ser utilizados diferentes tipos de equipamentos, sendo os mais comuns os cortadores

“de unhas” e os “de disco”. Os primeiros são providos de um cilindro metálico com saliências cortantes em forma de meia-lua, dispostas em toda a sua superfície. Nos cortadores de disco, as saliências cortantes são dispostas concêntricamente. Esses últimos podem ter acionamento motorizado (mais comum), por pedais (como os de uma bicicleta) ou manual (por manivela). O próprio peso das raízes é suficiente para empurrá-las contra os discos (El-Dash et al., 1994; Cereda, 2003). As raspas produzidas por esse tipo equipamento têm de 50-70 mm de comprimento, 10 mm de largura e 4-6 mm de espessura.

É fundamental que as partes cortantes estejam bem afiadas, de modo a proporcionarem um bom rendimento de processo (evitando perdas), sem danificarem os equipamentos.

Para a produção de raspas ainda é possível o uso de trituradores ou moinhos de facas (Gerhard, 1987; citado por Cereda, 2003).

Prensagem

Essa operação é feita em prensas manuais ou hidráulicas e visa diminuir a umidade das raspas de mandioca em cerca de 25% a 40%, reduzindo, conseqüentemente, seu tempo de secagem (além de evitar a gelatinização do amido, que pode ocorrer na secagem artificial). Entretanto, essa operação provoca perdas de nutrientes, como amido (5% a 10%) e proteínas (até 30%), removidos juntamente com a água da prensagem.

A prensagem muitas vezes é dispensável. Em algumas regiões do País onde, por condições climáticas, a secagem solar é inviável, a prensagem torna-se uma operação obrigatória.

Secagem

Depois de cortadas (e, em alguns casos, prensadas), as raspas de mandioca são secas. Segundo Chirife (1971) e Best (1978), a umidade das raspas de mandioca é removida por um processo de difusão da água interna combinado à evaporação da água superficial. Sendo assim, o tamanho dos pedaços de mandioca e sua área superficial têm grande influência na secagem.

As raspas de mandioca podem ser secas ao sol (em terreiros, peneiras inclinadas ou jiraus) (Figs. 37 e 38) ou em secadores. Na secagem solar, a duração e a qualidade do produto final dependem das

condições climáticas. As variáveis que influenciam o processo de secagem solar são temperatura, radiação solar, velocidade e umidade relativa do ar, além das características do produto, como umidade inicial, dimensão e forma dos pedaços e quantidade exposta por área de secagem (Vilela, 1987; El-Dash et al., 1994).

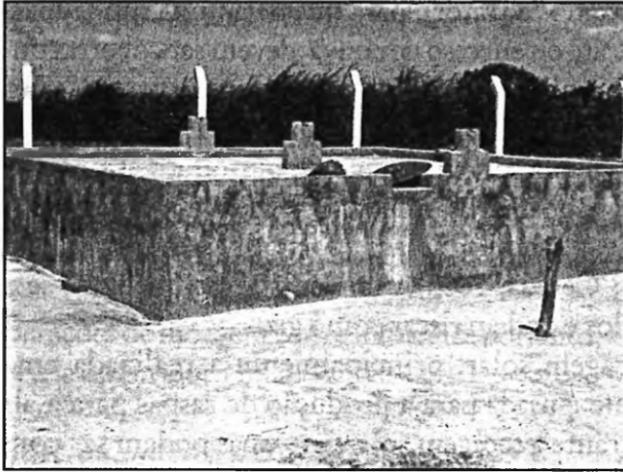


Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 37. Terreiro cimentado para secagem. Petrolina, PE, 2004.

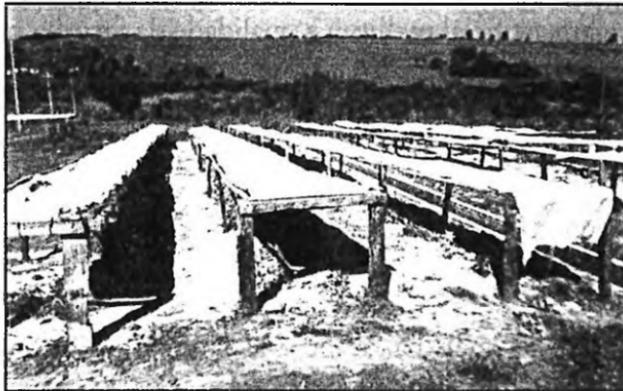


Foto: Marília Ieda da Silveira Folegatti

Fig. 38. Secagem em jiraus. Cândido Mota, SP, 2001.

Para o processamento de grandes quantidades de raspas são usados terreiros cimentados, que permitem o uso de tratores para o espalhamento e recuperação do produto. Para escalas menores, o uso de peneiras inclinadas ou jiraus é mais adequado, pois favorece a circulação de ar, acelerando o processo de secagem.

A quantidade de raspas por área deve ser de 5-12 kg/m² para a secagem em terreiros e de 10-16 kg/m² para a secagem em peneiras ou jirais (El-Dash et al., 1994). Já Cereda (2003) recomenda uma carga de 6-7 kg/m² para a secagem nessas duas últimas condições. Quando secas em terreiros, as raspas devem ser revolvidas a cada duas horas (com o auxílio de rodos de madeira ou, em escalas maiores, por discos especiais puxados a trator), para que haja uniformidade da secagem. Durante a noite ou em caso de chuva, devem ser cobertas ou recolhidas para evitar a absorção de umidade, que poderia ocasionar seu escurecimento, bem como sua contaminação por fungos.

A secagem é concluída quando o produto atinge a umidade de 13%, o que pode demorar de 10-20 horas, em condições climáticas adequadas, e, quando a radiação solar é baixa, até seis dias (El-Dash et al., 1994; Cereda, 2003). As raspas secas quebram-se facilmente entre os dedos e podem riscar como giz.

A secagem solar, principalmente a realizada em terreiros, normalmente é usada para a produção de raspas para a alimentação animal. Durante a secagem solar, as raspas podem ser contaminadas por poeira, outras partículas sólidas e microrganismos. Para a produção de farinha panificável, recomenda-se o uso de secadores, visando à obtenção de um produto seguro para o consumo humano.

A secagem artificial melhora a qualidade da farinha panificável, mas aumenta seu custo de produção. É uma alternativa para regiões nas quais as condições climáticas inviabilizam a secagem solar e apresenta como vantagens a facilidade, controle e rapidez de operação e a proteção quanto a contaminações físicas e microbiológicas (Lima, 1982).

A secagem mecânica pode ser feita em secadores do tipo cabine (câmaras de secagem) ou em túneis rotativos, à temperatura aproximada de 65°C (El-Dash et al., 1994). A temperatura inicial do processo, entretanto, deve ser mais baixa (50°C), para evitar o ressecamento excessivo da superfície das fatias e a gelatinização do amido, que dificultam a secagem e prejudicam a qualidade do produto final. Sendo utilizados os túneis, recomenda-se a aplicação do ar quente em fluxo de contra-corrente (Lima, 1982).

Quando é utilizado um processo que inclui prensagem e secagem em secador vertical, a operação pode durar de 2-6 horas para a obtenção de uma umidade final de 13%-14%, dependendo das características iniciais do produto e das condições de operação (El-Dash et al., 1994).

Até essa etapa, o rendimento de produção pode variar de 30%-40%, dependendo da umidade e do teor de sólidos da matéria-prima e da forma de processamento (tipo de lavador utilizado, grau de descascamento, realização ou não da operação de prensagem e sua intensidade, tipo de secador utilizado).

Moagem e peneiramento

Após a secagem, as raspas de mandioca são trituradas em moinhos de martelo e peneiradas. A intensidade da moagem depende da finalidade de uso da farinha (Lima, 1982). O peneiramento geralmente é realizado em peneiras centrífugas (ou rotativas), com abertura de aproximadamente 0,15 mm (El-Dash et al., 1994).

As operações de moagem e peneiramento, portanto, determinam a granulometria do produto final.

Acondicionamento e armazenamento

A farinha panificável de mandioca pode ser armazenada a granel ou acondicionada em sacos de 50 kg feitos de algodão, de fitas plásticas trançadas ou papel kraft, como os usados para farinha de trigo e fécula. Para a Região Nordeste são mais indicados os sacos de polietileno e polipropileno, por serem impermeáveis e promoverem condições de baixo teor de oxigênio, evitando a proliferação de pragas (Lima, 1982).

O armazenamento da farinha panificável deve ser feito sobre estrados, em local limpo, seco e ventilado.

Farinha integral ou desidratada

A farinha integral ou desidratada é um produto intermediário entre a farinha panificável e a fécula de mandioca. Atualmente, é processada por apenas uma empresa no Brasil.

Seu processamento envolve as etapas de descascamento e lavagem, ralação e prensagem, realizados no mesmo tipo de equipamentos empregados para a produção de farinha de mandioca seca ou de mesa. A secagem é feita num "flash dryer", até umidade final de 10%.

Com esse processo evita-se a oxidação, a acidificação e o desenvolvimento de microrganismos no produto (Cereda, 2003).

Essa farinha pode ser usada para a fabricação de produtos alimentícios, como pães, bolachas, biscoitos, ou em outros setores, como para a fabricação de papelão, adesivos e, principalmente, para colagem de chapas de madeira (Cereda, 2003).

Gari

Embora no Brasil a farinha seca seja o principal derivado da mandioca, esse produto não é consumido em outras regiões do Mundo. O gari é o produto que mais se assemelha às nossas farinhas, em particular à farinha d'água, produzido em outros países, principalmente na Costa Oeste Africana (Benin, Gana, Nigéria, Togo). Constitui-se num dos principais alimentos básicos para as populações dessa região e contribui para a auto-suficiência alimentar desses países. Em Benin, também é considerado "o pão local" (Nago, 1995). O gari pode ser consumido preparado de diferentes formas: como pirão (ou *éba*), acompanhado de molhos diversos, feitos de legumes, carne, peixe etc.; misturado à água (*délayé*) e açúcar; misturado a amendoins torrados; misturado a molhos, dentre outras.

Assim como a farinha d'água, o gari é um produto fermentado, seco e torrado e de granulometria grossa. Entretanto, enquanto no processamento da farinha d'água ocorre uma fermentação anaeróbia, por imersão em água das raízes inteiras, no processamento do gari é realizada uma fermentação aeróbia da massa ralada, durante uma prensagem branda e prolongada. Outra importante diferença entre esses dois produtos consiste, justamente, no processo de garificação, que combina as etapas de gelatinização do amido e torração do gari, que serão abordados posteriormente.

O gari é uma farinha de mandioca fermentada, geleificada e seca, de granulometria grossa (como "semolina"), com grãos secos e duros, coloração esbranquiçada ou amarelada e sabor ácido (Odigboh, 1983; Chuzel et al., 1995b; Nago, 1995).

Segundo Nago (1995), o gari é um produto seco, com umidade variando de 8%-10%; ácido, com pH de 4,3-5,0; altamente energético, com cerca de 335 kcal/100 g; pobre em proteínas e lipídios, com 0,70-1,20 g/100 g de MS e menos de 0,5 g/100 g de MS, respectivamente; com teor de cinzas de 1,0%. O tamanho dos grânulos é de < 1 mm (70% do produto). É característica desse produto uma grande capacidade de intumescimento, aumentando cerca de 3 a 4 vezes seu volume quando imerso em água fria.

As técnicas de processamento do gari baseiam-se nas utilizadas no Brasil para o processamento de farinha e foram introduzidas na Região Oeste da África no início do século 19, com o retorno dos escravos africanos recém-libertados (Nago, 1995).

A seguir será descrito o processamento tradicional do gari, ainda hoje realizado pelas mulheres na Costa Oeste da África (Fig. 39). As raízes de mandioca recém-colhidas são descascadas manualmente com facas e lavadas. Em seguida, a ralação é feita em raladores artesanais constituídos de uma placa metálica perfurada, com saliências pontiagudas. A massa é despejada em cestos de palha trançada ou sacos de juta, sobre os quais são colocadas pedras para facilitar a drenagem, e é assim mantida por um período de 2 a 6 dias, fermentando naturalmente. A massa prensada e fermentada é esfarelada à mão, adquirindo uma estrutura granular, e passada através de peneiras tradicionais, confeccionadas de cipós trançados, para a eliminação de fibras e pedaços não ralados. O cozimento/torração é realizado em "canaris", que são chapas de barro cozido com 3-4 cm de espessura, em forma de calota esférica, com abertura de 1 m de diâmetro. As "canaris" são acomodadas sobre uma fornalha de pedras, alimentada à lenha. Esse processo é conduzido até o atingimento de um determinado grau de gelatinização do amido e de um teor de água suficientemente baixo para assegurar uma boa conservação do produto. A massa é continuamente agitada com cabaças para evitar a formação de grumos e flocos, ou uma torração muito intensa do gari (Odigboh, 1983; Chuzel et al., 1986; Nago, 1995).

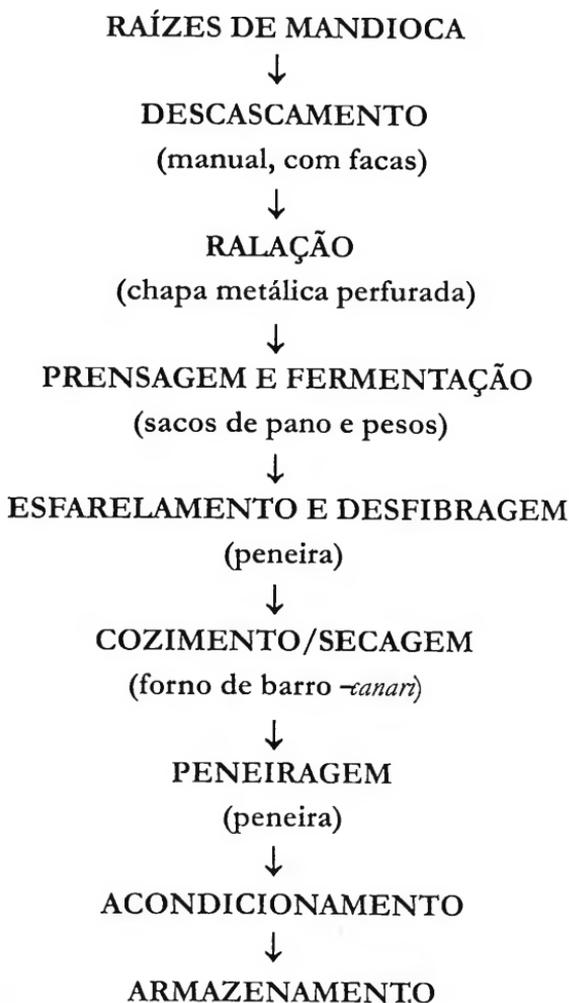


Fig. 39. Fluxograma do processamento tradicional de gari.

Fonte: Odigboh (1983); Chuzel et al. (1986).

Atualmente, já existem sistemas semi-mecanizados para a produção de gari. Nesses sistemas, são mecanizadas as etapas de ralação (sendo utilizados raladores do tipo cilíndrico ou de disco), prensagem (utilizando-se prensa de parafuso) e garificação. Esses sistemas modernizados apresentam um melhor desempenho no que se refere à carga de trabalho e ao tempo envolvidos no processo de produção, embora o rendimento (relação entre as quantidades de matéria-prima e produto obtido) seja equivalente ao do sistema tradicional (Nago, 1995).

A fermentação e a garificação (operação simultânea de cozimento e torração) têm efeito nas propriedades físico-químicas e particularmente nas propriedades reológicas do amido contido nas raízes (Poulter, 1995). São etapas determinantes para a obtenção das características sensoriais e funcionais do gari: aroma, sabor, cor, granulometria, capacidade de intumescência, digestibilidade etc. (Favier, 1969, 1977; Ikediobi & Onyike, 1982a, 1982b; Ajibola et al., 1987a, 1987b; Igbeka, 1995; Nago, 1995). Alguns aspectos tecnológicos dessas etapas mais importantes são comentados a seguir.

Durante a fermentação, cuja temperatura ótima é de 35°C, inicia-se a destoxificação do produto. Além dessa reação, por ação microbiológica desencadeiam-se vários processos bioquímicos, que conduzem à formação de numerosos metabólitos (Giraud et al., 1995; Nago, 1995).

Por ação, principalmente, do *Streptococcus falcium*, o amido contido nas raízes é enzimaticamente hidrolisado, com a formação de ácido láctico. Essa degradação altera a capacidade de retenção de água do amido, facilitando a drenagem.

Por ação de diversos microrganismos, como *Streptococcus falcium*, *Corinebacterium manihot*, *Geotrichum candida*, dentre outros, os açúcares (sacarose, glicose e frutose) são convertidos em ácido láctico e em componentes voláteis (acetaldeído, acetona, ácido acético, diacetila, ésteres, etanol etc.), responsáveis pelo aroma característico da massa fermentada (Meuser & Smolnik, 1980; Muchnik & Vinck, 1984).

A prensagem da massa durante a fermentação tem a função de promover uma drenagem, reduzindo sua umidade. Nessa operação, entretanto, a massa perde nutrientes: 2% de amido, 25% de sais minerais, 30% de tiamina, 8% de riboflavina, 36% de niacina e 76% de ácido ascórbico (Meuser & Smolnik, 1980; Muchnik & Vinck, 1984).

Durante o processo de cozimento/torração, o carregamento da massa de mandioca na "canari" é progressivo. Isso ocasiona uma diferença no tempo de manutenção da massa dos diferentes carregamentos na "canari", o que compromete a homogeneidade

do produto final (Chuzel et al., 1995b). As principais conseqüências desse carregamento progressivo são a manutenção de uma temperatura constante na superfície da “canari” (90-95°C, segundo Chuzel et al., 1995b; ou 120-130°C, segundo Muchnik & Vinck, 1984 e Nago, 1995), assim como a manutenção por mais tempo de uma umidade elevada da massa. A temperatura da massa, tanto durante o primeiro carregamento quanto durante os seguintes, atinge rapidamente 60-80°C (podendo chegar a até 85°C, segundo Nago, 1995), o que, a uma umidade de 50%, permite a ocorrência do fenômeno da gelatinização do amido. Segundo Chuzel et al. (1995b), o início da gelatinização se dá à temperatura de 65°C, a umidades entre 22%-60%. Nessas condições de temperatura e umidade, ocorre o aumento da temperatura de início da gelatinização, a degradação hidrotérmica é limitada e o grau de intumescimento e solubilização do amido são reduzidos (Donovan, 1979).

Entre duas cargas sucessivas, a massa fica empilhada num canto da canari, o que permite uma melhor troca de calor entre as camadas do produto. Além disso, essa fase estática igualmente limita a perda de água para a atmosfera. Isso proporciona condições mais favoráveis ao fenômeno da gelatinização do amido, que depende do binômio temperatura-umidade. A agitação do produto visa, nessa fase, sobretudo a quebra dos grumos formados durante o processo. Como conseqüência da gelatinização, a massa fica pegajosa e viscosa, com forte tendência a aglomerar-se (Chuzel et al., 1995b). Ao final da fase de cozimento, a taxa de gelatinização do amido deve ser superior a 65% (Chuzel et al., 1995b).

No final da operação de cozimento/torração, a temperatura da chapa se eleva, reduzindo a umidade da massa. Quando a umidade atinge níveis de 12,5%-15,0%, o processo de gelatinização é inibido e inicia-se a torração. Nessa fase, a agitação promove a homogeneização da umidade da massa (Chuzel et al., 1995b).

De acordo com Chuzel et al. (1995b), a operação de cozimento/torração dura cerca de 20 minutos, sendo que cerca de 15 minutos são requeridos para que se complete o processo de gelatinização. Segundo Nago (1995), o processo pode demorar de 20-30 minutos e a umidade do produto final é de menos de 10%.

Nessa umidade, a proliferação de microrganismos e reações enzimáticas e químicas são inibidas.

Por esse processo tradicional, uma operadora consegue processar 4,5 kg de gari por hora (Chuzel et al., 1995b). O rendimento de produção, tanto do sistema tradicional quanto do semi-mecanizado, é de cerca de 21% (Nago, 1995).

Em algumas regiões da África, o gari é seco ao sol, obtendo-se um produto com grãos mais volumosos, mas com menor capacidade de intumescimento. Ainda em outras localidades, como em Benin, é adicionado óleo de palma (dendê) durante a garificação, o que confere ao produto uma coloração amarela mais intensa (Nago, 1995).

A técnica tradicional de garificação é a que produz um gari de melhor qualidade, mas consome muito tempo, é desconfortável e pode causar problemas de saúde ao operador. O aprimoramento de processos e equipamentos procura simular a técnica tradicional de processamento (Igbeka, 1995).

Os equipamentos atualmente disponíveis para a garificação compreendem modelos manuais tradicionais, modelos manuais melhorados, modelos totalmente mecanizados e também modelos de sistema contínuo (Igbeka, 1995; Nago, 1995). Entretanto, o conceito de design da maioria dos modelos baseia-se nas tecnologias tradicionais de processamento. Esses equipamentos simulam os princípios básicos da agitação contínua e prensagem, para permitir a formação de grumos. Como a garificação combina os estágios de cozimento e torração, os equipamentos destinados a essas operações devem permitir o controle e a adequação da intensidade de calor para cada estágio (Igbeka, 1995).

Os fornos mais modernos são pré-moldados, construídos de material durável e refratário, o que permite uma redução substancial das perdas de energia calorífica e evita desconfortos para os processadores (Nago, 1995).

Comparando-se os diferentes modelos de equipamentos disponíveis, os de melhor performance e mais adequados para unidades rurais de pequena e média escala (que correspondem à maioria das unidades de processamento, nas regiões produtoras de gari) são os equipamentos manuais melhorados (Igbeka, 1995).

QUALIDADE DA FARINHA

Aspectos de composição e nutricionais

A farinha de mandioca é um componente importante da dieta, principalmente, das classes mais pobres da população brasileira, nas Regiões Norte e Nordeste do Brasil. Seu consumo também é maior no interior, comparado às capitais do País.

É um alimento calórico e de baixo custo e seu consumo geralmente é combinado a alimentos protéicos, como o peixe, na Região Amazônica (Mora, 1973), ou outras carnes e leguminosas, como o feijão.

Tanto as raízes de mandioca quanto seus derivados são alimentos essencialmente energéticos (Tabela 2). Excluindo-se a água, os carboidratos, e, particularmente, o amido são os principais componentes da mandioca, assim como o são para outras raízes, para os tubérculos e também para muitos cereais. A mandioca e seus derivados contêm baixos teores de proteínas (Mora, 1973), lipídios e ferro (Adewusi et al., 1999) (Tabelas 2, 3 e 4).

Segundo Adewusi et al. (1999), as raízes frescas de mandioca contêm em média 13,4 mg/100 g de cálcio e 1,16 mg/100 g de ferro – valores que diferem dos apresentados por outros autores (Tabela 3) – e ainda 56,7 mg/100 g de magnésio e 0,4 mg/100 g de zinco.

Penteado & Almeida (1988) encontraram teores de vitamina A, expressos em equivalentes de retinol/100 g, variando de 2,8 (para a variedade Branca de Santa Catarina) a 13,9 (para a variedade Ouro do Vale), para raízes de mandioca de diferentes variedades, de polpa branca a amarela; e de 4,9 a 10,7, para as raízes cozidas. As farinhas grossa e fina obtidas a partir da variedade Branca de Santa Catarina apresentaram valores de 0,4 e 0,5 equivalentes de retinol/100 g, respectivamente.

Tabela 2. Valor energético e composição química de diferentes produtos amiláceos.

Alimento	Vitaminas ⁽¹⁾					Minerais						
	A (μ g)	B1 (μ g)	B2 (μ g)	Niacina (μ g)	C (mg)	Ca (mg)	P (mg)	Fe (mg)	Na (mg)	K (mg)		
Mandioca ⁽¹⁾	2	300	72	2,200	49,0	43	140	0,50	40,6	343,7		
Mandioca ⁽²⁾	2	60	40	0,700	39,0	35	46	1,10	-	-		
Mandioca cozida ^(3,4)	2	50	30	0,600	31,0	28	37	0,90	-	-		
Mandioca frita ^(3,4)	3	90	60	1,100	66,0	54	70	1,70	-	-		
Farinha de mandioca crua ⁽⁵⁾	-	74	107	0,479	10,2	-	-	-	-	-		
Farinha de mandioca seca ⁽⁵⁾	-	70	100	0,432	8,7	21	125	0,80	-	-		
Farinha de mandioca torrada ⁽⁵⁾	0	80	70	1,600	14,0	45	198	0,90	29,2	102,5		
Farinha d'água branca ⁽⁵⁾	0	44	113	0,448	19,9	-	-	-	-	-		
Farinha d'água amarela ⁽⁵⁾	0	42	152	0,480	25,1	-	-	-	-	-		
Farinha de raspas de mandioca ⁽⁵⁾	-	-	-	-	-	21	125	0,80	-	-		
Farinha de tapioca ⁽⁵⁾	-	-	-	1,800	-	65	234	0,97	-	-		
Polvilho de mandioca ^(3,4)	10	30	50	1,500	1,3	12	12	1,00	12,0	26,0		
Farinha de banana ⁽⁵⁾	0	10	20	0,500	0	10	16	0,40	-	-		
Farinha de batata doce ⁽⁵⁾	5	90	40	0,800	3,6	-	-	-	-	-		
Farinha de batata inglesa ⁽⁵⁾	300	120	150	1,100	26,0	106	99	5,30	-	-		
Farinha de inhame ⁽⁵⁾	2	210	400	3,400	9,0	7	49	1,30	-	-		
Farinha de milho amarelo ⁽⁵⁾	-	166	116	3,100	-	-	-	-	-	-		
Farinha de milho branco ⁽⁵⁾	68	107	170	1,500	-	-	-	-	-	-		
Farinha de milho ⁽⁵⁾	1	240	80	0,540	-	11	87	0,20	60,1	211,7		
Farinha de trigo branca ⁽⁵⁾	0	60	40	0,800	0	-	-	-	-	-		
Farinha de trigo integral ⁽⁵⁾	0	660	150	4,000	0	-	-	-	-	-		
Farinha de trigo com 80% de extração ⁽⁵⁾	0	102	105	1,110	0	41	372	3,30	-	-		
Farinha de trigo com 80% de extração ⁽⁴⁾	-	260	70	2,000	-	24	191	1,30	-	-		

⁽¹⁾Quantidade de nutrientes em 100 g de alimento. ⁽²⁾SS - secagem solar; AS - secagem artificial.Fontes: ⁽³⁾Franco (1989); ⁽⁴⁾IBGE (1999); ⁽⁵⁾Cereda (2003); ⁽⁶⁾Nago (1995).

Tabela 3. Composição química de diferentes produtos amiláceos.

Alimento	Vitaminas ^(a)				Minerais						
	A (μ g)	B1 (μ g)	B2 (μ g)	Niacina (mg)	C (mg)	Ca (mg)	P (mg)	Fe (mg)	Na (mg)	K (mg)	
Mandioca ^(b)	2	300	72	2,200	49,0	43	140	0,50	40,6	343,7	
Mandioca ^(c)	2	60	40	0,700	39,0	35	46	1,10	-	-	
Mandioca cozida ^(3,4)	2	50	30	0,600	31,0	28	37	0,90	-	-	
Mandioca frita ^(3,4)	3	90	60	1,100	66,0	54	70	1,70	-	-	
Farinha de mandioca crua ^(b)	-	74	107	0,479	10,2	-	-	-	-	-	
Farinha de mandioca seca ^(b)	-	70	100	0,432	8,7	21	125	0,80	-	-	
Farinha de mandioca torrada ^(b)	0	80	70	1,600	14,0	45	198	0,90	29,2	102,5	
Farinha d'água branca ^(b)	0	44	113	0,448	19,9	-	-	-	-	-	
Farinha d'água amarela ^(b)	0	42	152	0,480	25,1	-	-	-	-	-	
Farinha d'água do Pará ^(b)	-	-	-	-	-	21	125	0,80	-	-	
Farinha de raspas de mandioca ^(b)	-	-	-	1,800	-	65	234	0,97	-	-	
Farinha de tapioca ^(b)	10	30	50	1,500	1,3	12	12	1,00	12,0	26,0	
Polvilho de mandioca ^(3,4)	0	10	20	0,500	0	10	16	0,40	-	-	
Farinha de banana ^(b)	5	90	40	0,800	3,6	-	-	-	-	-	
Farinha de batata-doce ^(b)	300	120	150	1,100	26,0	106	99	5,30	-	-	
Farinha de batata inglesa ^(b)	2	210	400	3,400	9,0	7	49	1,30	-	-	
Farinha de inhame ^(b)	-	166	116	3,100	-	-	-	-	-	-	
Farinha de milho amarelo ^(b)	68	107	170	1,500	-	-	-	-	-	-	
Farinha de milho branco ^(b)	1	240	80	0,540	-	11	87	0,20	-	-	
Farinha de milho ^(b)	-	-	-	-	-	-	-	-	60,1	211,7	
Farinha de trigo branca ^(b)	0	60	40	0,800	0	-	-	-	-	-	
Farinha de trigo integral ^(b)	0	660	150	4,000	0	-	-	-	-	-	
Farinha de trigo com 80% de extração ^(b)	0	102	105	1,110	0	41	372	3,30	-	-	
Farinha de trigo com 80% de extração ^(b)	-	260	70	2,000	-	24	191	1,30	-	-	

^(a)Vitamina A - retinol; B1 - tiamina; B2 - riboflavina; C - ácido ascórbico. ^(b)Quantidade de nutrientes em 100 g de alimento. Fontes: ^(c)Franco (1989); ^(d)IBGE (1999).

Tabela 4. Composição de aminoácidos de diferentes produtos amiláceos.

Alimento	Lisina (mg) ⁽²⁾	Metionina (m)	Treonina (mg)	Triptofano (mg)	Total AA ⁽¹⁾ (mg)	Total AAE (mg)	Fator (n)	FEP	FEL
Mandioca	259	170	165	72	4.554	1.553	6,25	2,78	8,37
Mandioca cozida	259	170	165	72	4.554	1.553	6,25	2,78	8,37
Mandioca frita	259	170	165	72	4.554	1.553	6,25	2,78	8,37
Farinha de mandioca torrada	162	133	150	46	3.398	1.300	6,25	2,78	8,37
Polvilho de mandioca	259	170	165	72	4.554	1.553	6,25	2,78	8,37
Farinha de trigo com 80% de extração	130	250	168	67	6.216	1.990	5,70	4,05	8,37

⁽¹⁾AA - aminoácidos; AAE - aminoácidos essenciais; FEP - fator específico proteína; FEL - fator específico lipídios.

⁽²⁾Quantidade de aminoácidos por g de nitrogênio.
Fonte: IBGE (1999).

A redução da atividade pró-vitamínica A nas raízes de mandioca por efeito do cozimento variou de 20% a 55%, em função da variedade. No processamento de farinha de mandioca fina e grossa (a partir da variedade Branca de Santa Catarina) ocorreu uma diminuição do teor pró-vitamínico A de 82% e 85%, respectivamente (Penteado & Almeida, 1988).

O processamento sempre acarreta perdas de nutrientes. A proporção dessas perdas depende da variedade de mandioca e do tipo de processamento. Além disso, considerando-se um mesmo tipo de processamento, as perdas podem ser mais ou menos acentuadas para diferentes nutrientes.

Outros processos envolvidos na produção de farinhas, como os fermentativos, podem ocasionar ganhos ou perdas de nutrientes. A fermentação da massa ralada, sem imersão em água, como é praticada no processamento de gari, aumenta seu teor de cálcio e ferro, mas reduz o de magnésio, segundo Adewusi et al. (1999). Esse aumento do teor de ferro está relacionado à presença de microrganismos (que contém ferro em sua constituição). A perda de magnésio deve-se ao fato de esse mineral encontrar-se na forma solúvel no pH de fermentação (Clydesdale & Camire, 1983; Ezeala, 1984; Adewusi et al., 1999). A fermentação de raízes por imersão em água, como é feita no processamento de farinha d'água e outros produtos (como "lafun" e "fufu"), reduz os teores de minerais, que são complexados com os ácidos orgânicos e perdidos para a água. A extração do amido fermentado, removendo-se fibras celulósicas capazes de reter minerais, num processamento semelhante ao usado na produção de polvilho azedo (e do "fufu"), também reduz o teor de minerais.

A composição das farinhas de mandioca depende das características da matéria-prima (relacionadas à variedade, idade da planta, época de colheita etc.), do tipo de processamento e da forma de armazenamento. Em função desses últimos dois aspectos, os componentes que apresentam maior variação são umidade e acidez.

A baixa umidade é uma característica importante, principalmente para as farinhas com textura crocante, como a torrada, a temperada e a bijusada. Também a farinha fina de Santa Catarina – que sofre um processo de secagem muito diferenciado e apresenta granulometria semelhante à da farinha de trigo – tem menor umidade (Tabela 5) (Cereda & Vilpoux, 2003).

Tabela 5. Composição, acidez e pH de farinhas de mandioca coletadas em indústrias dos Estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina.

Alimento	Umidade (%)	Amido (% MS) ⁽¹⁾	Açúcares (% MS)	Fibras (% MS)	Proteínas (% MS)	Lípidos (% MS)	Cinzas (% MS)	Acidez (%)	pH
Farinha crua fina	9,91	88,80	2,23	3,25	1,46	0,27	1,06	2,23	6,27
Farinha crua grossa	10,01	88,16	2,45	3,51	1,64	0,30	0,91	2,27	6,27
Farinha torrada fina	6,24	-	2,20	3,66	1,59	0,25	0,92	2,79	6,01
Farinha torrada grossa	7,46	89,18	1,81	2,35	1,75	0,31	1,56	3,71	5,66
Farinha amarela	6,57	90,04	1,10	2,84	1,12	0,25	1,13	2,50	5,88
Farinha bijusada	8,06	88,22	2,75	2,94	1,65	0,24	1,02	2,66	6,47
Farofa	7,39	78,26	1,69	5,54	1,38	6,37	3,41	3,74	5,52
Farinha fina de Santa Catarina	4,30	91,18	-	3,41	1,70	0,16	0,29	2,71	-

⁽¹⁾ MS - matéria seca.

Fonte: Cereida & Vilpoux (2003).

A Legislação Brasileira estabelece os limites máximos de umidade e cinzas de 10%-13% e 1,5%, respectivamente, e o limite mínimo de amido de 70%-75%, para a farinha de mandioca seca. Para as farinhas d'água e mista, os limites máximos de umidade e cinzas são de 13% e 2%, respectivamente, e o limite mínimo de amido é de 65%-70% (BRASIL, 1995). O objetivo do limite de umidade é garantir a conservação do produto. Já os limites de cinzas e amido visam à identificação de possíveis fraudes.

Nos resultados apresentados por Cereda & Vilpoux (2003) (Tabela 5), as umidades e os teores de cinzas (exceto para a farofa) estiveram sempre abaixo dos limites indicados pela Legislação, assim como os teores de amido foram sempre superiores a esses limites.

Aspectos microbiológicos

Ao tratar-se dos aspectos microbiológicos relacionados à produção de farinha de mandioca, várias abordagens podem ser feitas. Primeiramente, uma importante etapa do processamento de muitos derivados de mandioca, a fermentação (aeróbia ou anaeróbia), envolve fundamentalmente a ação de microrganismos, desempenhando um importante papel na destoxificação e no desenvolvimento das características sensoriais dos produtos. Por outro lado, as contaminações microbiológicas trazidas pela matéria-prima e não eliminadas ou as contaminações introduzidas durante o processamento da mandioca, podem comprometer a segurança dos produtos. Finalmente, o desenvolvimento de microrganismos durante o armazenamento dos produtos, particularmente de fungos produtores de toxinas, pode ocasionar sérios problemas de intoxicação alimentar, ainda mais graves que os causados pelos compostos cianogênicos.

Fermentação

A fermentação é uma etapa-chave do processamento de muitos derivados de mandioca, como a farinha d'água, o gari, a massa puba, a carimã, o polvilho azedo, dentre vários outros. Esses diferentes produtos são obtidos por diferentes processos e tipos de fermentação - aeróbia e anaeróbia (por imersão em água). Os microrganismos

envolvidos na fermentação, bem como a bioquímica desse processo e os produtos dele resultantes, são muito variáveis. Entretanto, compreendem basicamente uma fermentação láctica, acompanhada por outros fenômenos bioquímicos e químicos paralelos e subsequentes, tendo como resultado a produção de ácido láctico e compostos aromáticos. O aumento da concentração de ácidos ocasiona a queda do pH, o que altera as propriedades físicas da matéria-prima e também tem o efeito de inibir o desenvolvimento microbiano, inclusive de patógenos. Ainda como consequência do processo fermentativo, ocorre a degradação dos compostos cianogênicos (Meuser & Smolnik, 1980; Muchnik & Vinck, 1984; Giraud et al., 1995; Nago, 1995; Poulter, 1995).

Ainda hoje, a fermentação empregada no processamento de derivados de mandioca é um processo espontâneo, dependente das características da matéria-prima, da microbiota contaminante natural e das condições ambientais. Sendo um processo não controlado, a microbiota é composta por uma vasta gama de microrganismos, alguns desejáveis e outros potencialmente patogênicos. A qualidade dos produtos obtidos é muito variável e pode ocorrer o desenvolvimento de características organolépticas, microbiológicas e toxicológicas indesejáveis. Uma possível solução tecnológica para esse problema é a disseminação do uso de culturas de microrganismos melhoradas e apropriadas, capazes de acelerar o processo fermentativo, reduzindo o risco do crescimento de microrganismos patogênicos e assim garantindo a qualidade, a homogeneidade e a segurança do produto final (Giraud et al., 1995; Poulter, 1995).

Ainda estão sendo estudados alguns microrganismos, como determinadas cepas de *Lactobacillus plantarum*, buscando-se características desejáveis, como boa capacidade de degradação do amido, resistência a níveis altos de compostos cianogênicos e capacidade de hidrólise da linamarina. Alguns trabalhos mostram que o uso dessas culturas promove o desenvolvimento de um perfil fermentativo homolático, uma alta produção de ácido láctico e um rápido abaixamento do pH. Isso se traduz na diminuição do tempo de fermentação e na padronização e conservação do produto final (Giraud et al., 1995; Poulter, 1995).

Contaminações microbiológicas

A matéria-prima, mandioca, contém naturalmente microrganismos contaminantes. Várias operações do processamento de farinha, mas principalmente a lavagem, o descascamento e a torração, removem ou destroem parte desses microrganismos. Por outro lado, se no processamento forem utilizados equipamentos em condições sanitárias deficientes ou se ocorrer contaminação pelo manuseio, outros microrganismos podem ser introduzidos, incluindo bactérias indicadoras de contaminação fecal (coliformes e estreptococos fecais) e patógenos (Eiroa et al., 1975). As operações de ralação, pelo contato íntimo do equipamento com as raízes, e prensagem, que quando demorada permite a proliferação microbiana, são muito críticas. Entretanto, exigem maior atenção as etapas posteriores ao tratamento térmico (secagem ou torração), já que nesse tratamento é eliminada a maior parte dos microrganismos contaminantes. As etapas de peneiragem e acondicionamento devem ser realizadas com cuidado para evitar-se a recontaminação do produto.

Quando a secagem é solar e extensa, o produto exposto ao ambiente e ainda úmido fica suscetível à contaminação por potenciais patógenos (Poulter, 1995). Essa forma de secagem só deve ser realizada quando as condições ambientais permitirem que se processe rapidamente. Alguns autores afirmam que na secagem solar, além da diminuição da umidade, também contribuem para a conservação do produto a ação dos raios ultravioleta (Cereda & Vilpoux, 2003).

O tipo e a concentração de microrganismos encontrados em produtos comerciais derivados de mandioca variam muito nas diferentes regiões do País, principalmente em função da forma de processamento, armazenamento e comercialização.

Eiroa et al. (1975) avaliaram 40 amostras comerciais de farinha de mandioca e encontraram níveis muito altos de contaminação por bactérias mesófilas (11×10^4 - n^o/g) e bolores e leveduras (3×10^3 - n^o/g). Um número elevado desses microrganismos é sempre indesejado, independentemente de serem

patogênicos ou não. Geralmente, indica o uso de matéria-prima de qualidade inadequada, falhas higiênicas durante o processamento e más condições de armazenamento. Também pode indicar que há ou houve condições favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos patogênicos e outros normalmente não prejudiciais, mas que, em número elevado e em condições específicas, podem causar problemas físicos de moderada severidade.

O valor encontrado para os coliformes totais foi de 2,90 – NMP/g. Constatou-se a presença de coliformes fecais (0,009 – NMP/g) e estreptococos fecais (6,6 – n^o/g). Os coliformes fecais são os melhores indicadores da sanidade de um produto, em face da sua especificidade de habitat e por apresentarem um tempo de sobrevivência similar ao dos patógenos. A associação entre coliformes e estreptococos fecais é um indicativo de uma contaminação perigosa.

A contaminação com esporos causadores de rope foi particularmente elevada (92,5%) nas amostras avaliadas. Valores superiores a 20 esporos/100 g são considerados indesejáveis. Essa contaminação é associada à presença de esporos de *Bacillus* na matéria-prima.

Ainda foi detectada a presença de vários enteropatógenos potenciais, como o *Bacillus cereus*, em 45% das amostras, o *Clostridium perfringens*, em 17,5%, e o *Streptococcus aureus*, em 2,5%. Não foi constatada *Salmonella* em nenhuma das amostras.

Mota & Lourenço (1974) analisaram amostras de farinha de raspas de mandioca. Algumas dessas amostras apresentaram valores para a contagem de fungos inferiores a 100 UFC/g e valores para a contagem de bactérias mesófilas de 23×10^3 a 11×10^5 , considerados normais para outras farinhas; outras amostras apresentaram valores muito altos para esses últimos microrganismos, de 11×10^8 . O número de bactérias termófilas variou de contagens baixas a muito altas. Essas bactérias têm no solo seu habitat natural. As amostras mostraram contagens altas de esporulados sulfito-redutores e de mesófilos e termófilos esporulados. As contagens de coliformes fecais foram baixas, assim como a presença de *Salmonella* sp. e *Staphylococcus aureus*.

Okagbue (1990) identificaram fungos da espécie *Candida krusei* e *Bacillus* das espécies *B. stearrowthermophilus*, *B. coagulans* e *B. brevis* na farinha panificável de mandioca.

Contaminações por fungos toxinogênicos

Durante a secagem solar, etapa do processamento de alguns tipos de farinha de mandioca, como a farinha de raspas, mas principalmente durante o armazenamento em condições inadequadas (sendo a umidade do produto superior a 14% e a umidade relativa do ambiente também alta), pode ocorrer o desenvolvimento de fungos, incluindo os produtores de toxinas (Poulter, 1995; Cereda, 2003).

Alguns gêneros de fungos são xerofílicos e, portanto, podem se desenvolver em alimentos secos, como as farinhas (Kraemer & Stussi, 1998; Souza et al., 2003). Segundo Jay (1981), os valores limítrofes para a produção de aflatoxinas, em relação à atividade de água, estão entre 0,71-0,94.

Kraemer & Stussi (1998), analisando 30 amostras comerciais de farinha de mandioca (dos tipos crua, seca ou torrada, fina ou grossa, branca ou amarela, de 15 diferentes fabricantes), isolaram e identificaram fungos filamentosos e leveduriformes dos gêneros *Aspergillus* (36,5%), *Penicillium* (18,2%), *Rhizopus* (10,5%), *Paecilomyces* (7,1%), *Mucor* (5,4%), *Neurospora* (3,1%), *Cladosporium* (2,3%), *Aureobasidium* (1,4%), *Syncephalastrum* (1,1%), *Metarrizhium* (0,8%), *Trichoderma* (0,3%), *Trichosporum* (0,3%) e *Humicola* (0,3%). A concentração de fungos em todas as amostras avaliadas esteve dentro do padrão estabelecido pela Legislação (número máximo de 10^4 UFC/g do produto). Entretanto, o número de isolados dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* foi alto e, desses, 14,5% eram produtores de aflatoxinas.

Souza et al. (2003) avaliaram amostras de farinhas de mandioca comercializadas em feiras livres de João Pessoa, PB, e encontraram níveis de contaminação por fungos variando de $1,0 \times 10^1$ a $5,0 \times 10^2$ UFC, tendo identificado predominantemente fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, os mais importantes relacionados à problemática da produção de micotoxinas.

Em raspas de mandioca armazenadas úmidas pode ocorrer o desenvolvimento de fungos, principalmente das espécies *Rhizopus* e

Mucor, segundo Lima (1982). Ibeh et al. (1991) avaliaram amostras de farinha (de raspas) de mandioca comercializadas em Benin, Nigéria, e observaram que 40% delas continham microrganismos produtores de aflatoxinas.

Mota & Lourenço (1974) encontraram valores altos de aflatoxina B em farinha de raspas de mandioca, superiores ao limite seguro para consumo humano (0,03 ppm). Segundo Riedel (1987), o limite máximo para aflatoxinas em alimentos aceito internacionalmente é de 0,05 ppm, sendo que alguns países definem o limite de 0,025 ppm. É importante ressaltar que, uma vez presente, não é possível por nenhum processo a eliminação das aflatoxinas de um alimento (Obidoa & Obasi, 1991).

O consumo de farinha de mandioca já foi relacionado com um caso de aflatoxicose aguda, resultando em morte, em Uganda (Bullerman, 1979), e com vários casos de hepatite, também resultando em morte, com habitantes das margens dos rios Purus e Juruá (na Amazônia) (Boshell, 1970).

Obidoa & Obasi (1991) isolaram, a partir do gari e da farinha (de raspas) de mandioca, a escopoletina, um composto semelhante à aflatoxina, produzido por fungos do gênero *Aspergillus*. Esse composto é um potente hipotensivo e um agente espasmolítico não específico e tem sido relacionado à neuropatia atáxica tropical, doença comum entre populações que subsistem de dietas à base de mandioca. Essa intoxicação durante muito tempo foi associada aos glicosídeos cianogênicos.

Sendo as farinhas produtos de grande consumo, principalmente nas regiões mais pobres do País e do Mundo, a intoxicação por micotoxinas pode vir a tornar-se um problema de saúde pública (Ibeh et al., 1991; Souza et al., 2003).

Toxidez

Na mandioca, o HCN encontra-se ligado a glicídios, formando heterosídeos insolúveis e não tóxicos, os glicosídeos cianogênicos, sendo os principais a linamarina e a lotaustralina. Todas as partes da planta, inclusive as raízes, mas principalmente as folhas, contêm esses compostos potencialmente tóxicos. A liberação do HCN ocorre em duas fases: primeiramente, pela ação de uma enzima endógena da

mandioca, a linamarase, ocorre a hidrólise do glicosídeo, com a liberação do glicídio e da aglicona (a cianidrina); em seguida, ocorre uma dissociação química da cianidrina, que resulta em HCN e acetona (Nago, 1995; Poulter, 1995).

Imediatamente após a colheita das raízes, iniciam-se essas reações e o ácido cianídrico acumula-se, já que não é possível ser liberado por causa da casca. Várias técnicas tradicionais de processamento da mandioca incluem etapas com função de destoxificação, como a lavagem, o descascamento, a ralação, a secagem, a imersão em água, a fermentação, o cozimento etc. (Giraud et al., 1995; Nago, 1995). A remoção da entrecasca, rica em compostos cianogênicos, mas também em linamarase, pode influenciar o processo de destoxificação (Chuzel et al., 1995a).

Durante o processamento, o fator isolado mais importante para a redução dos glicosídeos cianogênicos é o grau de ruptura celular. Uma vez que as células são rompidas, a exposição do conteúdo celular acarreta a dissolução e a hidrólise desses compostos. A ruptura das células pode ser obtida de várias formas, sendo a mais comum a redução física de tamanho, pela trituração ou moagem. Nos produtos fermentados, os microrganismos também desempenham esse papel, por meio da hidrólise enzimática. Esses dois meios promotores de ruptura celular podem ser combinados, como ocorre na produção de gari e de outros derivados, aumentando a eficiência do processo de destoxificação (Giraud et al., 1995; Poulter, 1995).

Alguns autores afirmam que a quantidade de linamarase endógena liberada durante a etapa de ralação é suficiente para permitir uma degradação total e rápida da linamarina presente na raiz (Giraud et al., 1995). Segundo Vasconcelos et al. (1990), 95% da linamarina são hidrolisados em três horas após a etapa de ralação. Já outros autores acreditam que a quantidade de linamarase endógena é insuficiente para a hidrólise completa dos glicosídeos cianogênicos e indicam a adição de linamarase ou a inoculação com microrganismos produtores de enzimas com atividade equivalente à da linamarase para intensificar a destoxificação da mandioca (Ikediobi & Onyike, 1982a, 1982b; Okafor & Ejiofor, 1990). Na verdade, a efetividade da destoxificação decorrente da ação exclusiva da linamarase endógena depende da concentração dessa enzima na raiz, que difere entre variedades, e também das características do processamento (Giraud et al., 1995).

A Legislação Brasileira determina que as farinhas de mandioca não devem conter cianeto. Segundo Cereda & Vilpoux (2003), a ausência total desse composto em farinhas é uma situação irreal. Os teores de compostos cianogênicos encontrados em diferentes tipos de farinha comercializadas no Brasil variaram de 0,125 ppm, para a farinha torrada, a 1,323 ppm, para a farinha d'água. Para alguns produtos africanos, o teor residual de compostos cianogênicos ultrapassa 20 ppm.

A Organização Mundial da Saúde - OMS indica que a dose letal de ácido cianídrico é de 1 mg/kg de peso vivo. Esse composto não é cumulativo no organismo humano.

Legislação

As Legislações diretamente relacionadas à implantação de projetos agroindustriais são a sanitária, a ambiental, a fiscal e tributária, a trabalhista e previdenciária e a cooperativista (ANON, 2005). Apenas a legislação sanitária será abordada a seguir. Informações adicionais relativas às demais Legislações podem ser buscadas diretamente nos órgãos governamentais pertinentes.

Boas práticas de fabricação e análise de perigos e pontos críticos de controle

Para garantir-se a produção de alimentos seguros para o consumo humano, a estrutura física, os equipamentos e os processos de produção das unidades de processamento de mandioca precisam ser adequadas de forma a atender às normas da Legislação Brasileira. Em particular, deve ser considerado o regulamento técnico Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos - Portaria SVS/MS nº 326, de 30 de julho de 1997 (BRASIL, 2004), que apresenta: os princípios gerais higiênico-sanitários das matérias para alimentos produzidos/industrializados; indicações quanto às condições higiênico-sanitárias dos estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos; os requisitos de higiene do estabelecimento, higiene pessoal e higiene na produção; os requisitos sanitários; e orientações quanto ao controle de alimentos.

Um importante instrumento para o controle do processo de produção, padronização e melhoria da qualidade do produto é o sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle – APPCC. Na Legislação Brasileira, refere-se a esse sistema, abrangendo unidades de processamento de produtos de origem vegetal, a Resolução ANVISA nº 17, de 30 de abril de 1999 (BRASIL, 1999), Regulamento Técnico que estabelece as Diretrizes Básicas para Avaliação de Risco e Segurança dos Alimentos.

A APPCC é um sistema preventivo que visa à segurança de produtos alimentícios. Baseia-se na aplicação de princípios técnicos e científicos abrangendo todas as fases da produção de alimentos. Todos os fatores de risco são contemplados nesse sistema: biológicos, químicos e físicos, sejam eles de ocorrência natural na matéria-prima ou no ambiente ou gerados por falha no processamento. Muitas experiências apontam resultados positivos obtidos com a implantação do sistema de APPCC em unidades de processamento de alimentos.

Normas de identidade e qualidade dos produtos

Quanto aos produtos, deve ser observada a Norma de Identidade, Qualidade, Apresentação, Embalagem, Armazenamento e Transporte da Farinha de Mandioca - Portaria MAA nº 554, de 30 de agosto de 1995 (BRASIL, 1995).

Essa norma define farinha de mandioca como “o produto obtido de raízes provenientes de plantas da família Euforbiácea, gênero *Manihot*, submetidas a processo tecnológico adequado de fabricação e beneficiamento”. Classifica-a quanto ao grupo (segundo a tecnologia de fabricação - em seca, d’água e mista), subgrupo (segundo a granulometria – em fina e grossa, para as farinhas d’água e mista; em extra fina, fina beneficiada, fina, média, grossa e bijusada, para a farinha seca), classe (segundo a cor – em branca, amarela e outras) e tipo (considera as porcentagens de cascas; cepas, fiapos e entrecasas; raspas; pontos pretos; pó; umidade; acidez; cinzas; amido).

Para a farinha de raspas de mandioca deve ser considerada a Resolução CNNPA nº 12, de 24 de julho de 1978 (BRASIL, 1978), que a define como “o produto obtido da mandioca descascada, fragmentada, dessecada (raspa) e em seguida moída e peneirada”. Essa resolução

também indica alguns limites referentes às características químicas e qualidade microbiológica desse produto (Tabela 6). Quanto às características microscópicas, a farinha de rasps não deve apresentar sujidades, parasitos e larvas. Não é previsto o uso de aditivos alimentares para essa farinha.

Tabela 6. Limites relativos às características químicas e qualidade microbiológica de farinha de rasps de mandioca definidos pela legislação brasileira.

Característica	Limite
Químicas (% massa/massa)	
Umidade % máxima	14,00
Acidez % máxima	2,50
Amido % mínima	75,00
Cinzas % máxima	0,50
Microbiológicas (UFC)⁽¹⁾	
Contagem total em placas	máximo 5×10^5 /g
Coliformes fecais	ausência em 1 g
Clostrídios sulfito redutores (44°C)	máximo 2×10^1 /g
Salmonelas	ausente em 25 g
<i>Bacillus cereus</i>	máximo 10^3 /g
<i>Staphylococcus aureus</i>	ausente em 0,1 g
Bolores e leveduras	máximo 10^3 /g

⁽¹⁾UFC – unidades formadoras de colônia.
Fonte: BRASIL (1978).

REFERÊNCIAS

- ADEWUSI, S. R. A.; OJUMO, T. V.; FALADE, O. S. The effect of processing on total organic acids content and mineral availability of simulated cassava-vegetable diets. *Plant Foods for Human Nutrition*, Dordrecht, v. 53, n. 4, p. 367-380, 1999.
- AJBOLA, O. O.; IGE, M. T.; MAKANJUOLA, G. A. Preliminary studies of a new technique of cassava mash gelatinization. *Journal of Agricultural Engineering Research*, London, v. 36, n. 2, p. 97-100, 1987a.

AJIBOLA, O. O.; MAKANJUOLA, G. A.; ALMAZAN, A. M. Effects of processing factors on the quality of gari produced by a steam gelatinization technique. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 38, n. 4, p. 313-320, 1987b.

ANON. Ações do PRONAF Agroindústria. Disponível em: <[http://www.pronaf.gov.br/Agroindústria/ações.htm](http://www.pronaf.gov.br/Agroindustria/ações.htm)>. Acesso em: 5 jul. 2005.

BAUD, G. **Avaliação de fornos de fabricação de farinha tipo paulista**. Botucatu: Cerat/Unesp, 1997. 39 p.

BEST, R. Cassava processing for animal feed. In: **WORKSHOP ON CASSAVA HARVESTING AND PROCESSING**, 1978, Cali. **Proceedings...** Cali: Ciat, 1978. p. 12-20.

BOSHELL, M. J. Black fever of Amazonia: a hepato-encephalitis of possible mycotoxin origin. In: LACAZ, C. S.; MINAMI, P. S.; PURCHIO (Ed.). **O grande mundo dos fungos**. São Paulo: Polígono, 1970. p. 25.

BRASIL. Portaria MAA nº 554, de 30 de agosto de 1995. Aprova a Norma de Identidade, Qualidade, Acondicionamento, Armazenamento e Transporte da Farinha de Mandioca. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1 set. 1995, Seção 1, p. 13515.

BRASIL. Portaria SVS/MS nº 326, de 30 de julho de 1997. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/326_97.htm>. Acesso em: 20 set. 2004.

BRASIL. Resolução nº 12/78 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Aprova as normas técnicas especiais do Estado de São Paulo, revistas pela CNNPA, relativas a alimentos e bebidas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 jul. 1978. Seção I. parte I.

BRASIL. Resolução ANVISA nº 17, de 30 de abril de 1999. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 maio 1999. Seção 1. p.11.

BULLERMAN, L. B. Significance of mycotoxins to food safety and human health. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 42, n. 1, p. 65-86, 1979.

CÂMARA CASCUDO, L. da. **História da alimentação no Brasil**. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Universidade de São Paulo, 1983. v. 1, 392 p.

CEREDA, M. P. Raspas, farinha de raspas e derivados. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. (Coord.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino-americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. p. 657-681. (Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino-Americanas, 3).

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. Farinhas e derivados. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. (Coord.). **Tecnologias, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino-americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. p. 576-619. (Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino- Americanas, 3).

CHIRIFE, J. Diffusional process in the drying of tapioca root. **Journal of Food Science**, Chicago, v.36, n. 2, p.327-330, 1971.

CHUZEL, G.; GAUTHIER, P.; GRIFON, D. Un cas concret de coopération industrielle au Togo pour la transformation du manioc en gari. **Machinisme Agricole Tropical**, Antony, v. 96, n. 1, p. 57-66, 1986.

CHUZEL, G.; VILPOUX, O.; CEREDA, M. P. Le manioc au Brésil: importance sócio-économique et diversité. In: EGBE, T. A.; BRAUMAN, A.; GRIFFON, D.; TRECHE, S. **Transformation alimentaire du manioc**. Paris: Orstom Éditions, 1995a. p. 63-74. (Collection Colloques et Séminaires).

CHUZEL, G.; ZAKHIA, N.; GRIFFON, D. Etude du procédé traditionnel de cuisson-séchage du gari. In: EGBE, T. A.; BRAUMAN, A.; GRIFFON, D.; TRECHE, S. **Transformation alimentaire du manioc**. Paris: Orstom Éditions, 1995b. p. 417-428. (Collection Colloques et Séminaires).

CLYDESDALE, F. M.; CAMIRE, A. L. Effect of pH and heat on the binding of iron, calcium, magnesium, and zinc and the loss of phytic acid in soy flour. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 48, n. 4, p. 1272-1274, 1283, 1983.

DONOVAN, J. W. Phase transitions of the starch - water system. **Biopolymers**, New York, v. 18, n. 2, p. 263-275, 1979.

EIROA, M. N. U.; LEITÃO, M. F. F.; LEITÃO, R. F. F.; VITTI, P. Caracterização microbiológica de farinhas e amidos. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 459-473, 1975.

EL-DASH, A.; MAZZARI, M. R.; GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas: uso de farinha mista de trigo e mandioca na produção de pães**. Brasília: Embrapa-SPI, 1994. 88 p.

EZEALA, D. O. Change in the nutritional quality of fermented cassava tuber meal. **Journal of the Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 32, n. 3, p. 467-469, 1984.

FAO. Division de la Statistique. **Agrostat-PC: bilans alimentaires**. Rome: FAO, 1994. (Série Informatique).

FAO. Faostat Database Collections. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/faostat/collections?version=ext&hasbulk=0&subset=agriculture>>. Acesso em: 16 maio 2003.

FAVIER, J. C. Etudes de la digestibilité in vitro de l'amidon de diverses plantes alimentaires du Sud-Cameroun. **Industries Alimentaires et Agricoles**, Paris, v. 86, n. 1, p. 9-13, 1969.

FAVIER, J. C. **Valeur alimentaire de deux aliments de base africains: le manioc et le sorgho**. Paris: Orstom, 1977. 122 p.

FERREIRA, D. T. L. **Avaliação de sistemas de cortes e secagem natural de raspas de mandioca**. 1991. 189 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1991.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. Rio de Janeiro. São Paulo: Atheneu, 1989. 230 p.

GIRAUD, E.; BRAUMAN, A.; KELEKE, S.; GOSSELIN, L.; RAUMBAULT, M. Contrôle de la fermentation du manioc pour un meilleur gari: utilisation d'un starter de *Lactobacillus plantarum* à activité linamarase et amylase. In: EGBE, T. A.; BRAUMAN, A.; GRIFFON, D.; TRECHE, S. **Transformation alimentaire du manioc**. Paris: Orstom Éditions, 1995. p. 352-365. (Collection Colloques et Séminaires).

IBEH, I. N.; URAIH, N.; OGONOR, J. I. Dietary exposure to aflatoxin in Benin City, Nigeria: a possible public health concern. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 14, n. 2, p. 171-174, 1991.

IBGE. **Tabela de composição de alimentos**. 4 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. 137 p.

IGBEKA, J. C. Recent developments in cassava frying operation and equipments used for gari production in Nigéria. In: EGBE, T. A.; BRAUMAN, A.; GRIFFON, D.; TRECHE, S. **Transformation alimentaire du manioc**. Paris: Orstom Éditions, 1995. p. 581-593. (Collection Colloques et Séminaires).

IKEDIABI, C. O.; ONYIKE, E. Linamarase activity and detoxification of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) during fermentation of gari production. **Agricultural and Biological Chemistry**, Tokyo, v. 44, n. 6, p. 1667-1669, 1982a.

IKEDIABI, C. O.; ONYIKE, E. The use of linamarase in gari production. **Process Biochemistry**, Hertz, v. 17, n. 4, p. 2-5, 1982b.

JAY, J. M. **Microbiología moderna de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Acibia, 1981. 491 p.

KRAEMER, F. B.; STUSSI, J. S. P. Avaliação micológica de farinha de mandioca (*Manihot utilissima*): incidência de *Aspergillus* e *Penicillium* com potencial micotoxigênico. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 12, n. 57, p. 38-40, 1998.

LIMA, U. de A. **Manual técnico de beneficiamento e industrialização da mandioca**. São Paulo: Secretaria de Ciência e Tecnologia, 1982. 56 p.

MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S.; SARMENTO, S. B. S. Processo de produção. In: MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S. (Org.). **Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial: processamento da mandioca**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 11-49. (Embrapa Informação Tecnológica. Série Agronegócios).

MEUSER, F.; SMOLNIK, H. D. Processing of cassava to gari and other foodstuffs. **Starch**, Weinheim, v. 32, n. 4, p. 116-122, 1980.

- MORA, W. B. **Enriquecimento nutricional da farinha de mandioca com proteína de soja**. Rio de Janeiro: EMBRAPA - CTAA, 1973. 15p. (Boletim Técnico do Centro de Tecnologia Agrícola e Alimentar, 6).
- MOTA, T. P.; LOURENÇO, M. C. A farinha de mandioca em Moçambique. *Agronomia Moçambiquenha*, Maputo, v. 8, n. 1, p.47-59, 1974.
- MUCHNIK, J. Mani-oca: la voyage des produits et des techniques. In: EGBE, T. A.; BRAUMAN, A.; GRIFFON, D.; TRECHE, S. **Transformation alimentaire du manioc**. Paris: Orstom Éditions, 1995. p.15-21. (Collection Colloques et Séminaires).
- MUCHNIK, J.; VINCK, D. **La transformation du manioc: technologies autochtones**. Paris: ACCT, 1984. 172 p.
- NAGO, C. M. La preparation artisanale du gari au Bénin: aspects technologiques et physico-chimiques. In: EGBE, T. A.; BRAUMAN, A.; GRIFFON, D.; TRECHE, S. **Transformation alimentaire du manioc**. Paris: Orstom Éditions, 1995. p.475-493. (Collection Colloques et Séminaires).
- OBIDO A, O.; OBASI, S. C. Coumarin compounds in cassava diets: 2 health implications of scopoletin in gari. *Plant Foods for Human Nutrition*, Dordrecht, v. 41, n. 3, p. 283-289, 1991.
- OKAGBUE, R. N. Identification of yeasts and aerobic spore forming bacteria from cassava flour. *Food Microbiology*, London, v. 7, n. 1, p. 27-32, 1990.
- ODIGBOH, E. U. Cassava: production, processing and utilization. In: CHAN JR., H. I. (Ed.). **Handbook of tropical foods**. New York: Marcel Dekker, 1983. p.168.
- OKAFOR, N.; EJIOFOR, A. O. Rapid detoxification of cassava mash fermenting for gari production following inoculation with a yeast simultaneously producing linamarase and amylase. *Process Biochemistry*, Hertz, v. 25, n. 6, p. 82-86, 1990.

PENTEADO, M. V. C.; ALMEIDA, L. B. Ocorrência de carotenóides em raízes de cinco cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) do Estado de São Paulo. **Revista de Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 39-49, 1988.

POULTER, N. Préface. In: EGBE, T. A.; BRAUMAN, A.; GRIFFON, D.; TRECHE, S. **Transformation alimentaire du manioc**. Paris: Orstom Éditions, 1995. p. 9-13. (Collection Colloques et Séminaires).

RIEDEL, G. **Controle sanitário dos alimentos**. São Paulo: Loyola, 1987. 336 p.

SOUZA, E. L.; SOUSA, C. P.; LIMA, E. O.; FREIRE, K. R. L. Isolamento e identificação de fungos filamentosos em farinha de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), e fubá de milho (*Zea mays* L.) comercializados em feiras livres da cidade de João Pessoa, PB. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 17, n. 109, p. 34-39, 2003.

TRECHE, S. Importance du manioc en alimentation humaine dans différentes régions du monde. In: EGBE, T. A.; BRAUMAN, A.; GRIFFON, D.; TRECHE, S. **Transformation alimentaire du manioc**. Paris: Orstom Éditions, 1995. p. 23-35. (Collection Colloques et Séminaires).

VASCONCELOS, A. T.; TWIDDY, D. R.; WESTBY, A.; REILLY, P. J. A. Detoxification of cassava during gari preparation. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v.25, n. 2, p. 198-203, 1990.

VILELA, E. R. Tecnologia de produção de raspa de mandioca. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 13, n. 145, p. 53-57, 1987.

VILPOUX, O. Produção de farinha d'água no Estado do Maranhão. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. (Coord.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino-americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. p. 621-642. (Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino-Americanas, 3).