

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Mandioca

Agregação de Valor e Rentabilidade de Negócios



*Raimundo Nonato Brabo Alves
Moisés de Souza Modesto Júnior
Editores técnicos*

Embrapa
Brasília, DF
2019

Embrapa Amazônia Oriental

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n.
CEP 66095-903 Belém, PA
Fone: (91) 3204-1000
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Unidade responsável pelo conteúdo e pela edição

Embrapa Amazônia Oriental

Comitê Local de Publicação

Presidente

Bruno Giovany de Maria

Secretário-executivo

Ana Vânia Carvalho

Membros

Luciana Gatto Brito

Alfredo Kingo Oyama Homma

Sheila de Souza Corrêa de Melo

Andrea Liliane Pereira da Silva

Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Supervisão editorial e revisão de texto

Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana

Normalização bibliográfica

Luiza de Marillac P. Braga Gonçalves

Tratamento das fotografias

Giselle C. P. Aragão

Vitor Trindade Lôbo

Projeto gráfico, ilustrações, capa e editoração eletrônica

Vitor Trindade Lôbo

1ª edição

Publicação digitalizada (2019)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Amazônia Oriental

Mandioca : agregação de valor e rentabilidade de negócios / editores, Raimundo Nonato Brabo Alves, Moisés de Souza Modesto Júnior ; autores, Ailson dos Santos Cardoso... [et al.].— Brasília, DF : Embrapa Amazônia Oriental, 2019. 223 p. : il.

ISBN 978-85-7035-891-2

1. Mandioca. 2. *Manihot esculenta*. 3. Farinha de mandioca. 4. Farinha de tapioca. 5. Tucupi. 6. Fécula de mandioca. 7. Beneficiamento. 8. Folha. 9. Maniçoba. 10. Lenha. I. Alves, Raimundo Nonato Brabo. II. Modesto Júnior, Moisés de Souza. III. Cardoso, Ailson dos Santos. IV. Embrapa Amazônia Oriental.

CDD (21 ed.) 633.682

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO TUCUPI COMERCIALIZADO EM BELÉM DO PARÁ E INDICAÇÕES PARA MELHORIA DO PROCESSO DE PRODUÇÃO E CONSERVAÇÃO

.....

Ana Vânia Carvalho
Rafaella de Andrade Mattietto
Ana Paula Rocha Campos

Aspectos gerais

No estado do Pará, uma das principais formas de utilização das raízes de mandioca é na produção de farinhas. Durante o processo de fabricação da farinha, as raízes de mandioca trituradas são prensadas para a remoção de seu líquido, denominado manipueira, e a massa prensada segue para torração, transformando-se em farinha. Da manipueira produz-se o tucupi, ingrediente tradicionalmente utilizado na culinária do norte do País.

A Agência de Defesa Agropecuária do Pará (Adepará), por meio do regulamento técnico de Padrão de Identidade e Qualidade do Tucupi, anexo I da Instrução Normativa nº 001/2008, define o tucupi como um produto e/ou subproduto obtido da raiz de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e suas variedades, por meio de processo tecnológico adequado (Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará, 2008).

Segundo a Instrução Normativa, os micro-organismos estipulados para verificação da qualidade do tucupi são: *Salmonella* spp., coliformes fecais, *Staphylococcus* Coag. positivo e *Bacillus cereus*. As características físico-químicas do tucupi devem variar de 2,5 g a 6,5 g/100 g de sólidos totais, 3,5 a 4,3 para o pH e 0,1 g a 0,8 g de ácido láctico/100 mL de acidez titulável total.

O tucupi produzido, além de se apresentar dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente, deve obedecer às seguintes características: apresentar duas fases distintas, uma sólida e outra líquida, cujas características são perceptíveis quando o produto está em repouso; coloração variando de amarelo-claro ao amarelo-intenso, quando homogeneizado; sabor levemente ácido e aroma próprio. A Instrução Normativa considera ingredientes opcionais na elaboração do tucupi, sal, açúcar, alho e vegetais usados na culinária tradicional. Entretanto, proíbe a adição de corantes e realçadores de sabor, além do uso de emulsificantes, espessantes e outras substâncias que diminuam a tensão interfacial entre as duas fases do produto, o que altera a sua composição original.

Embora a Instrução Normativa não indique parâmetros para a presença de cianeto e seus limites, como o tucupi é um produto oriundo da mandioca-brava (teor de ácido cianídrico acima de 100 mg de HCN/kg de raiz fresca sem casca), o residual em cianeto após o processamento é uma variável que deve ser considerada. As técnicas de processamento industrial para a diminuição do princípio tóxico baseiam-se em processos de maceração, embebição em água, fervura, torrefação ou fermentação das raízes de mandioca, ou ainda, a combinação desses processos.

Os principais problemas de saúde associados à dieta altamente rica em compostos cianogênicos incluem: hipertireoidismo, resultante do metabolismo do tiocianato no metabolismo do iodo; neuropatia atáxica tropical, uma desordem neurológica; konzo, uma paralisia rápida e permanente (Osuntokumo, 1981; Tylleskar, 1992; Rosling, 1994). Dessa forma, é fundamental que o tucupi seja processado de forma a permitir que os níveis de cianeto não sejam prejudiciais para o consumidor, além da qualidade higiênico-sanitária, dentro dos padrões estipulados pela legislação.

A produção de tucupi nas casas de farinha do interior do Pará inicia-se com a recepção das raízes de mandioca, as quais são descascadas, lavadas, trituradas e prensadas para a remoção de seu líquido (manipueira). A massa prensada segue para a torração, dando origem à farinha, e o líquido obtido é deixado em repouso por 1 ou 2 dias à temperatura ambiente, para que ocorra a fermentação. Durante o repouso, há a decantação da fécula (amido) que, posteriormente, é removida. Após a etapa de fermentação, é realizada a cocção do líquido (tucupi) com condimentos, o qual pode ser considerado um molho parcialmente fermentado. Atualmente, existem unidades processadoras que se dedicam somente à fabricação do tucupi e da tapioca e a massa prensada, de pouco valor agregado, é comercializada para criadores de pequenos e médios animais como resíduo.

O fluxograma do processamento do tucupi é apresentado na Figura 1, com a subsequente descrição das etapas.



Figura 1. Fluxograma do processamento do tucupi.

Recepção da mandioca

Nesta etapa, é realizada a seleção das raízes de mandioca para o processamento. O recebimento deve ser feito em uma área externa da produção. Segundo Folegatti et al. (2005), “o descarregamento comumente provoca danos físicos nas raízes, o que acelera sua deterioração.” Portanto, o planejamento do fluxo de chegada e processamento das raízes é fundamental para prevenir a ação do meio ambiente e a incorporação de contaminantes, evitando o uso de raízes já deterioradas.



Figura 2. Recepção das raízes.

Fonte: Campos (2016).

Descascamento e lavagem

O descascamento pode ser manual, feito com facas afiadas ou raspador, ou mecânico, utilizando descascador cilíndrico ou em forma de parafuso. Matsuura et al. (2003) mencionam que, no descascamento manual, devem ser utilizadas facas de aço inoxidável, pois o ferro, em contato com o tecido vegetal, acelera a reação de escurecimento enzimático. Após o descascamento manual, as raízes são lavadas para retirar as impurezas a elas agregadas durante o processo. No descascador mecânico, a lavagem e o descascamento são feitos ao mesmo tempo, por meio do atrito das raízes entre si e delas com as paredes do equipamento, com fluxo contínuo de água, como mostrado na Figura 3.

Na Amazônia, normalmente as raízes não são lavadas antes do descascamento, como ocorre normalmente em outras regiões do Brasil. Tal prática provavelmente tem relação com tempo, custo de processamento e falta de condições da maioria das pequenas agroindústrias para um investimento maior em equipamentos (lavagem mecânica) e tanques adequados para o processamento. Contudo, ressalta-se que essa prática não deveria ser usual.



Foto: Ana Paula Campos

Figura 3. Descascador mecânico.

Fonte: Campos (2016).

Ralação das raízes

As raízes limpas e descascadas são levadas a raladores movidos a motores elétricos monofásicos (caititu) para obtenção de uma massa. A massa ralada deve ser recebida em um tanque de alvenaria revestido ou ainda em carros de armazenagem.

A ralação é feita para que as células das raízes sejam rompidas, liberando os grânulos de amido e permitindo a homogeneização da farinha. A ralação normalmente é feita em cilindro provido de eixo central com serras. As serras do cilindro não devem ter dentes tortos, faltantes, gastos ou enferrujados, pois isto interfere no rendimento do produto final. Os dentes das serras se desgastam com o uso, por isso, periodicamente deve-se regular o espaço entre o cilindro e o chassi do ralador. O ajuste do eixo e das polias e a manutenção das serras são indispensáveis para homogeneização da massa, definição da granulometria e aumento do rendimento do produto (Mandiocultura..., 2009).

Prensagem

Nesta etapa, ocorre uma compressão da massa e o líquido resultante é chamado de manipueira. É realizada em prensas manuais ou em prensas hidráulicas e tem como objetivo reduzir, ao mínimo possível, a umidade

presente na massa ralada para impedir o surgimento de fermentações indesejáveis. Quando realizada manualmente, a massa ralada é colocada em artefatos cilíndricos de vime, conhecidos tradicionalmente como tipiti, ou em sacas de rafia, que geralmente são reutilizadas inadequadamente (Abreu; Mattietto, 2014). A Figura 4 apresenta a prensa mecânica e a Figura 5, a prensa manual.

Foto: Ana Paula Campos



Figura 4. Prensa mecânica.

Fonte: Campos (2016).



Foto: Moisés Modesto

Figura 5. Prensa manual com rosca sem fim.

Manipueira

A manipueira que sai das prensas é recolhida, em sua grande maioria, de forma inadequada, pela falta de condições higiênicas adequadas dos recipientes e dos locais de processamento. Normalmente são utilizados tanques de alvenaria ou baldes de plástico improvisados, posicionados abaixo das prensas. Alguns estabelecimentos utilizam tanques de aço inoxidável. A obtenção da manipueira pode ser considerada uma das etapas mais críticas da produção do tucupi, pois o desenvolvimento microbiano depende do substrato que constitui o alimento diretamente relacionado à disponibilidade de água, tornando-se necessário o controle das condições higiênico-sanitárias nas unidades de processamento (Oliveira, 2008).

As agroindústrias que se dedicam somente à fabricação de tucupi e fécula extraem a manipueira por meio da lavagem da massa triturada sobre um

pano branco, resistente e limpo, que fica estendido como se fosse uma rede. O pano funciona como um coador, a manipueira cai diretamente em uma caixa de fibra de vidro e a massa fica retida sobre o pano (Figura 6).



Foto: Moisés Modesto

Figura 6. Extração da manipueira por meio da lavagem da massa sobre um pano resistente.

Fermentação

A fermentação ocorre em tanques, baldes de polietileno ou caixas de fibra de vidro, durante 1 ou 2 dias (Figura 7), porém, algumas agroindústrias deixam apenas 12 horas em descanso, durante a noite. Nesta etapa, ocorre a decantação do amido presente na manipueira, obtendo-se a fécula de mandioca, e o líquido sobrenadante será utilizado para a produção do tucupi.

Durante a fermentação da manipueira, ocorre o processo natural da hidrólise da linamarina pela ação da enzima linamarase, catabolizando a linamarina em glicose e acetona-drina, sendo convertida em acetona e íon cianeto. Ressalte-se que, durante a fermentação, ocorre a perda da atividade da linamarase pela acidificação do meio e queda do pH, visto que a enzima tem sua atividade máxima em pH 5,5–6,0, sendo reduzida em pH abaixo de 4,0 (Nambisan, 1994; Cohen et al., 2007). Esta etapa também é responsável pelo sabor característico do tucupi, em virtude do processo de acidificação que ocorre.

Foto: Ana Paula Campos



Figura 7. Fermentação da manipueira em tanques de polietileno.

Fonte: Campos (2016).

Cozimento

Nesta etapa, inicialmente, retira-se a fécula e o líquido fermentado obtido é submetido ao processo de cocção, juntamente com a adição de condimentos que, além de dar sabor ao produto (tucupi), auxiliam na conservação, pelas propriedades antibacterianas de alguns deles. Durante o cozimento do tucupi (Figura 8) ocorre a eliminação do ácido cianídrico – visto que o cianeto é altamente volátil – e a inativação da enzima linamarase, o que afeta o processo de hidrólise da linamarina, responsável pela liberação do princípio tóxico da mandioca (Cohen et al., 2007).



Foto: Ana Paula Campos

Figura 8. Cozimento do tucupi.

Fonte: Campos (2016).

Envase

Para o envase são utilizadas garrafas de plástico, as quais devem ser novas. Algumas agroindústrias investiram em equipamentos de aço inoxidável (Figura 9), porém, muitos produtores artesanais procedem ao envase manual e uma pequena minoria reutiliza garrafas de refrigerantes e outros produtos (Mandiocultura..., 2009).



Foto: Ana Paula Campos

Figura 9. Envasadora de tucupi.

Fonte: Campos (2016).

Estudo de caso

Foi realizado um levantamento em dez estabelecimentos processadores de tucupi, no período de dezembro de 2014 a abril de 2015, na cidade de Belém, PA, dos quais cinco estabelecimentos apresentavam características de agroindústrias e cinco foram considerados unidades artesanais (Campos, 2016). Nesses estabelecimentos processadores de tucupi, foram verificadas algumas variáveis no fluxograma de processamento, tais como: a variedade das raízes, o tempo de fermentação da manipueira, o tempo de

cozção do tucupi, a temperatura de cozção e o seu sistema de trabalho. Os estabelecimentos processadores foram codificados com as letras: A, B, C, D, E, F, G, H, I e J (Tabela 1).

Tabela 1. Diferenças no processamento entre dez estabelecimentos processadores de tucupi, na cidade de Belém, PA.

Estabelecimento	Tempo de fermentação (horas)	Tempo de cozção – após atingir a temperatura de ebulição (minutos)	Diferenças no processamento	
Agroindustrial	A	12	30	Lavadores/descascadores mecânicos, raladores mecânicos, prensagem em tipiti, fermentação em recipientes PEAD, cozção em painéis de alumínio e envase em garrafas de polietileno novas
	B	24	30	Lavadores/descascadores mecânicos, raladores mecânicos, prensagem em tipiti, fermentação em recipientes PEAD, cozção em painéis de alumínio e envase em garrafas de polietileno novas
	C	16	30	Lavadores/descascadores mecânicos, raladores mecânicos, prensagem em tipiti, fermentação em recipientes PEAD, cozção em painéis de alumínio e envase em garrafas de polietileno novas
	D	8 – 12	40	Lavadores/descascadores mecânicos, raladores mecânicos, prensa hidráulica de aço inoxidável, fermentação em recipientes PEAD, cozção em painéis de aço inoxidável e envase em garrafas de polietileno novas
	E	6 – 8	0	Lavadores/descascadores mecânicos, raladores mecânicos, prensagem em tipiti, fermentação em recipientes PEAD, cozção em painéis de alumínio e envase em garrafas de polietileno novas

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Estabelecimento	Tempo de fermentação (horas)	Tempo de cocção – após atingir a temperatura de ebulição (minutos)	Diferenças no processamento	
F	16	40	Descascamento manual, lavagem em tanque PEAD, ralação manual, prensagem em tipiti, fermentação em recipiente PEAD, cocção em panelas de alumínio e envase em garrafas de polietileno reutilizadas inadequadamente ou sacos plásticos	
G	12	0	Descascamento manual, lavagem em tanque PEAD, ralação manual, prensagem em sacas de ráfia, fermentação em recipiente PEAD, cocção em panelas de alumínio e envase em garrafas de polietileno reutilizadas inadequadamente ou sacos plásticos	
Artesanal	H	12	30	Descascamento manual, lavagem em tanque PEAD, ralação manual, prensagem em tipiti, fermentação em recipiente PEAD, cocção em panelas de alumínio e envase em garrafas de polietileno reutilizadas inadequadamente
I	16	60	Descascamento manual, lavagem em tanque PEAD, ralação manual, prensagem em tipiti, fermentação em recipiente PEAD, cocção em panelas de alumínio e envase em garrafas de polietileno reutilizadas inadequadamente	
J	24	60	Descascamento manual, lavagem em tanque PEAD, ralação manual, prensagem em sacas de ráfia, fermentação em recipiente PEAD, cocção em panelas de alumínio e envase em garrafas de polietileno reutilizadas inadequadamente ou sacos plásticos	

Dos dez diferentes estabelecimentos, foram adquiridas amostras de tucupi, as quais foram analisadas com relação às características físico-químicas e qualidade microbiológica.

A partir das visitas realizadas nos dez estabelecimentos processadores, pôde-se verificar que o fluxograma de processamento de tucupi é semelhante em todos os estabelecimentos.

Primeiramente é realizada a recepção das raízes de mandioca, as quais, em seguida, são descascadas e lavadas. Nos estabelecimentos de agroindústrias, essa etapa é realizada em lavadores/descascadores, enquanto nas unidades artesanais essa etapa é realizada manualmente.

Após as etapas de descascamento e lavagem, a raiz é ralada em raladores e, em seguida, prensada com auxílio de artefatos cilíndricos de vime, conhecidos tradicionalmente como “tipiti”, ou em prensas de madeira equipadas com rosca sem fim. Observou-se que o estabelecimento D é o único que faz uso de prensa de aço inoxidável. A manipueira obtida na prensagem é armazenada em tanque de polietileno para que ocorra a fermentação, com decantação do amido.

Após a etapa de fermentação e retirada do amido, é realizada a cocção (em temperatura de ebulição) com a adição dos condimentos, sendo eles geralmente: chicória, alfavaca, alho e sal. Por fim, é realizado o envase do tucupi em garrafas do tipo PET, à temperatura de aproximadamente 30 °C.

O fluxograma geral de processamento do tucupi, entre os dez estabelecimentos processadores acompanhados, difere principalmente nos tempos de fermentação da manipueira e nos tempos de cocção do tucupi, como mostrado na Tabela 1, o que comprova a falta de padronização no processamento do tucupi entre os diferentes estabelecimentos processadores. O tempo de fermentação da manipueira e o tempo de cocção do tucupi são importantes, pois influenciam na redução dos compostos cianogênicos, pela ação da enzima linamarase sobre o substrato (linamarina) e pela volatilidade do cianeto.

De acordo com os resultados obtidos no estudo, observou-se que os valores de pH (2,80 a 4,26) e acidez titulável (0,31 g a 1,65 g de ácido láctico/100 mL) das amostras comerciais analisadas, classificam o tucupi como um alimento de pH baixo e, portanto, de alta acidez. O Padrão de Identidade e Qualidade para o Tucupi estabelece a faixa de pH de 3,5 a 4,3 e acidez titulável total variando de 0,1 g a 0,8 g de ácido láctico/100 mL. Das amostras analisadas, somente os estabelecimentos B, G e H apresentaram amostras fora da faixa estabelecida pela legislação vigente, indicativo de falta de controle durante o processo de fermentação.

Com relação à presença de cianeto nas amostras, verificou-se que o teor de cianeto total variou de 37,5 mg HCN/L a 126,21 mg HCN/L, enquanto o de cianeto livre variou de 4,18 mg HCN/L a 18,94 mg HCN/L. No processamento do tucupi, as etapas de fermentação e cocção são importantes para a redução dos teores de cianeto.

Durante a fermentação da manipueira, ocorre o processo natural de hidrólise realizado pela enzima linamarase em contato com o substrato (linamarina), que é clivado em glicose e acetonacianoidrina, sendo convertida em acetona e íon cianeto (Cereda, 2003). Como a enzima tem sua atividade máxima em pH 5,5–6,0, o tempo de fermentação influencia a liberação de cianeto, até a sua acidificação atingir um pH abaixo de 4,0, quando a atividade da enzima reduz drasticamente.

Durante a cocção do tucupi ocorre a redução dos níveis de cianeto em decorrência de sua alta volatilização e inativação da enzima linamarase, a qual ocorre em temperaturas acima de 70 °C (Chisté et al., 2007). Assim, a cocção do tucupi deve ser realizada durante tempo suficiente para que ocorra a volatilização do cianeto e a inativação da enzima linamarase.

A falta de padronização durante o processamento do tucupi dá origem a produtos finais com teores de cianeto bastante variáveis, tanto entre os diferentes estabelecimentos processadores, quanto entre diferentes bateladas de processo. Além disso, a variedade de mandioca utilizada para a obtenção da manipueira também influencia no teor de cianeto do produto final. Portanto, se as etapas de processamento do tucupi não forem bem conduzidas, o produto final poderá apresentar teores elevados de cianeto, podendo representar um risco para o consumidor.

Com relação à qualidade microbiológica do tucupi comercializado em Belém, verificou-se que, para 80% das amostras analisadas, os resultados mostraram ausência de coliformes termotolerantes, estando de acordo com o padrão estabelecido pela legislação estadual. O estabelecimento J, correspondente a uma unidade de fabricação artesanal, foi o único que apresentou amostra contaminada, comprovando a falta de condições higiênicas durante o processamento do tucupi por esse fabricante.

Neste estudo de caso não foram avaliados os outros micro-organismos patogênicos estipulados pela legislação. Apenas a contagem total de bactérias mesófilas foi realizada, no intuito de ter uma noção sobre a qualidade higiênico-sanitária dos tucupis comercializados.

Observou-se que as amostras que apresentaram menor contagem foram as obtidas dos estabelecimentos A, B, D e I, com resultados da ordem de 10^4 UFC/g para A e B e 10^3 UFC/g para D e I. Desses estabelecimentos, três são considerados unidades agroindustriais (A, B e D) e o último uma unidade artesanal (I). O estabelecimento F apresentou diferença na contagem entre as amostras de um mesmo lote (contagens na ordem de 10^3 UFC/g, 10^4 UFC/g e 10^8 UFC/g), ressaltando a falta de padronização e de controle da qualidade higiênica no processamento do tucupi, principalmente durante o envase do produto, quando rotineiramente observa-se a reutilização inadequada de garrafas do tipo PET.

Já os valores para contagem de bactérias mesófilas apresentaram-se elevados nas amostras obtidas dos estabelecimentos C (10^7 UFC/g), E (10^8 UFC/g), G (10^7 UFC/g), H (10^5 UFC/g) e J (10^8 UFC/g), indicando que essas amostras devem ter sido produzidas sem a implementação das boas práticas de fabricação, além de ser um indicativo de indícios de deterioração do produto final, em decorrência dos altos níveis populacionais bacterianos, mesmo após a cocção.

Em termos de micro-organismos deterioradores, realizou-se a contagem de bolores e leveduras, tendo os estabelecimentos A, B e D apresentado contagens estimadas, ratificando assim os melhores resultados desses estabelecimentos, em termos higiênico-sanitários. As maiores contagens observadas foram da ordem de 10^7 UFC/g e 10^6 UFC/g para os estabelecimentos G e F, respectivamente, os quais apresentaram variações no mesmo lote, indicando mais uma vez falhas de processamento.

Em razão dos resultados obtidos para as amostras de tucupi comercializadas em Belém, realizou-se um estudo com o objetivo de otimizar os parâmetros de fermentação e cocção durante o processamento do tucupi, a fim de se obter um produto final seguro para o consumo humano.

Assim, foram feitos vários experimentos testando-se diferentes tempos de fermentação e cocção durante o processamento do tucupi, analisando-se as características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais dos tucupis obtidos.

Ao final do estudo, a recomendação para o processamento do tucupi foi de 24 horas para o tempo de fermentação da manipueira e 40 minutos para o tempo de cocção do tucupi, após o início da fervura do líquido. De acordo com o estudo, nessas condições, o tucupi apresenta propriedades físico-químicas, sensoriais e microbiológicas características do produto e em conformidade com a legislação, além de apresentar níveis de cianeto total e livre seguros para o consumo humano.

Após a definição dos parâmetros de fermentação e cocção para o tucupi, descritos anteriormente, o produto obtido foi submetido ao estudo da vida de prateleira, o qual consiste em submeter várias amostras desse produto, em períodos pré-definidos, a testes físico-químicos, sensoriais ou microbiológicos, capazes de identificar a perda de qualidade do alimento (Netto, 2010).

De acordo com o estudo de vida de prateleira realizado para o tucupi, a avaliação sensorial foi o fator decisivo para o término do estudo, observando-se depreciação da qualidade sensorial do produto com 56 dias de armazenamento, refrigerado a 10 °C. Ressalte-se que, embora o produto tenha se mantido microbiologicamente estável ao longo dos 50 dias de armazenamento sob refrigeração, o estudo da vida de prateleira do produto foi interrompido devido à depreciação da qualidade sensorial do tucupi, evidenciada pelos testes de aceitação (Campos, 2016).

Considerações finais

De acordo com os estudos realizados, pode-se concluir que o tucupi comercializado na cidade de Belém apresenta variações em suas características físico-químicas e nos teores de cianeto total e livre, o que indica falta de padronização durante o processamento. Cerca de 50% das amostras analisadas apresentaram teores de cianeto total superior a 100 mg HCN/L, além de altos níveis nas contagens de bactérias aeróbias mesófilas e bolores e leveduras.

Com relação aos parâmetros de processamento do tucupi, sugere-se o tempo de fermentação de 24 horas e o tempo de cocção de 40 minutos, após o início da fervura do líquido. Nessas condições, o tucupi apresenta propriedades físico-químicas, microbiológicas e sensoriais características do produto, em conformidade com a legislação e seguros para o consumo humano.

De acordo com o estudo de vida de prateleira realizado para o tucupi, se este for processado da maneira descrita neste trabalho, apresentará uma vida útil de 56 dias, sob armazenamento refrigerado a 10 °C, sem perda significativa de suas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. Isso representa um aumento de vida de prateleira de 26 dias, tendo em vista que o tempo atual de armazenamento comercial do produto é de 30 dias sob refrigeração.

Referências

ABREU, L. F. de; MATTIETTO, R. de A. Procedimentos de fabricação dos derivados de mandioca: recomendações para obtenção de produtos seguros e de qualidade. In: MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B. (Ed.). **Cultura da mandioca: aspectos socioeconômicos, melhoramento genético, sistemas de cultivo, manejo de pragas e doenças e agroindústria**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. Cap. 13, p. 223-241. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1000910>>. Acesso em: 5 jul. 2016.

AGENCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO PARÁ. Instrução Normativa n.º 001/2008, de 24 de Junho de 2008. Norma de Identidade, Qualidade, Acondicionamento e Rotulagem do Tucupi. **Diário Oficial do Estado do Pará**, 26 jun. 2008. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/diarios/6633377/pg-7-executivo-3-diario-oficial-do-estado-do-para-doepea-de-26-06-2008>>. Acesso em: 27 jun. 2016.

CAMPOS, A. P. R. **Estudo do processo de conservação do tucupi**. 2016. 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, 2016. Programa de pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

CEREDA, M. P. Processamento da mandioca como mecanismo de detoxificação. In: CEREDA M. P.; VILPOUX, O. F. (Coord.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. p.47-80.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. de O.; OLIVEIRA, S. S. Estudo das propriedades físico-químicas do tucupi. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 437-440, 2007.

COHEN, K. de O.; OLIVEIRA, S. S.; CHISTÉ, R. C. **Quantificação de teores de compostos cianogênicos totais em produtos elaborados com raízes de mandioca**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 23 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 290).

FOLEGATTI, M. I. da S.; MATSUURA, F. C. A. U.; FERREIRA FILHO, J. R. A indústria da farinha de mandioca. In: SOUZA, L. da S.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P. de; FUKUDA, W. M. G. (Ed.). **Processamento e utilização da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005. p. 61-141.

MANDIOCULTURA: derivados da mandioca. Salvador: Sebrae, 2009. 38 p.

MATSUURA, F. C. A.U.; FOLEGATTI, M. I. S.; SARMENTO, S. B. S. Processamento da mandioca. In: INICIANDO um pequeno grande negócio agroindustrial: processamento da mandioca. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. p. 11-49.

NAMBISAN, B. Evaluation of effect of various processing technique on cyanogens content reduction in cassava. **Acta Horticulturae**, International Workshop on Cassava Safety, v. 375, p. 141-173, 1994.

NETTO, F. M. Determinação da vida-de-prateleira – erros e limitações. In: MOURA, S. C. S. R. de; GERMER, S. P. M. **Reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados**. 4. ed. Campinas: ITAL, 2010. p. 88-96.

OLIVEIRA, L. L. de. **Perfil higiênico-sanitário das unidades de processamento da farinha de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na região Sudoeste da Bahia**. 2008. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.

OSUNTOKUM, B. O. Cassava diet, chronic cyanide intoxication and neuropathy in Nigerian Africans. **World Review of Nutrition and Dietetics**, v. 36, n. 1, p. 141-173, 1981. Ref. 156.

ROSLING, H. Measuring effects in humans of dietary cyanide exposure from cassava. **Acta Horticulturae**, International Workshop on Cassava Safety, v. 376, p. 271-283, 1994.

TYLLESKAR, T.; BANEJA, M.; BIKANGI, N.; COOKE, R.; POULTER, N. H.; ROSLIN, H. Cassava cyanogens and Konzo, an upper motoneuron disease found in Africa. **The Lancet**, v. 339, n. 8787, p. 208-211, 1992.

.....