

Caracterização físico-química do tucupi durante as etapas de processamento



ISSN 1983-0483

Janeiro, 2017

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

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 114

**Caracterização físico-química
do tucupi durante as etapas de
processamento**

Ana Paula Rocha Campos
Juliana Rodrigues do Carmo
Rafaella de Andrade Mattietto
Ana Vânia Carvalho

Embrapa Amazônia Oriental
Belém, PA
2017

Disponível no endereço eletrônico:
<https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/publicacoes>

Embrapa Amazônia Oriental

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n.

CEP 66095-903 – Belém, PA.

Fone: (91) 3204-1000

Fax: (91) 3276-9845

www.embrapa.br

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicação

Presidente: *Silvio Brienza Júnior*

Secretário-Executivo: *Moacyr B. Dias-Filho*

Membros: *Orlando dos Santos Watrin*

Eniel David Cruz

Sheila de Souza Correa de Melo

Regina Alves Rodrigues

Supervisão editorial e revisão de texto: *Narjara de F. G. da Silva Pastana*

Normalização bibliográfica: *Luiza de Marillac P. Braga Gonçalves*

Editoração eletrônica: *Euclides Pereira dos Santos Filho*

Foto da capa: *Ana Paula Rocha Campos*

1^a edição

Publicação digitalizada (2017)

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

Caracterização Físico-química do tucupi durante as etapas de processamento / Ana Paula Rocha Campos... [et al.]. – Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2017.

20 p. 21 cm x 15 cm (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0483 ; 114).

1. Mandioca.
2. *Manihot esculenta* Crantz.
3. Tucupi.
4. Cianeto. I. Campos, Ana Paula. II. Embrapa Amazônia Oriental.

III. Série.

CDD 664.23

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	8
Material e Métodos	9
Resultados e Discussão	11
Conclusão	17
Agradecimento	18
Referências	19

Caracterização físico-química do tucupi durante as etapas de processamento

Ana Paula Rocha Campos¹

Juliana Rodrigues do Carmo²

Rafaella de Andrade Mattietto³

Ana Vânia Carvalho⁴

Resumo

O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização físico-química e quantificar os teores de cianeto total e livre durante as etapas de processamento do tucupi, em dois estabelecimentos processadores. Para a avaliação do tucupi, observou-se, para a raiz de mandioca in natura, teor de cianeto total de 143,80 mg HCN/kg e 113,28 mg HCN/kg e teor de cianeto livre de 4,88 mg HCN/kg e 4,55 mg HCN/kg, para os dois estabelecimentos processados. Após a obtenção e fermentação da manipueira, em que no estabelecimento X a fermentação ocorre entre 6-8 horas e no estabelecimento Y o período de fermentação é de 8-12 horas, observou-se decréscimo significativo nos teores de cianeto total e livre, com o produto final apresentando valores de 77,27 mg HCN/L e 38,90 mg HCN/L para cianeto total e 14,61 mg HCN/L e 6,78 mg HCN/L para cianeto livre. Para as características físico-químicas, obteve-se uma diminuição significativa no valor de pH durante as

¹Engenheira de alimentos, doutoranda em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

²Graduanda em Engenheira de Alimentos na Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

³Engenheira química, doutora em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

⁴Engenheira-agronôma, doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

etapas de processamento, observando-se valores de 6,50 (raiz) a 3,98 (tucupi) e de 6,50 (raiz) a 3,28 (tucupi), para os dois estabelecimentos. Observou-se, também, aumento da acidez titulável de 0,93 meq NaOH/100 mL para 8,57 meq NaOH/100 mL e de 0,66 meq NaOH/100 mL para 7,02 meq NaOH/100 mL. Ao longo do estudo, pôde-se observar que as características do produto dependem diretamente do processo de fabricação, principalmente quanto à variedade da mandioca, tempo de fermentação e tempo de cocção.

Palavras-chave: *Manihot esculenta* Crantz; tucupi; processamento; cianeto.

Physicochemical Characterization of Tucupi During Processing Steps

Abstract

The aim of this study was the physicochemical characterization and quantification of total and free cyanide levels during tucupi processing steps in two processing plants. For the evaluation of tucupi, it was observed for the cassava root in nature the total cyanide content of 143.80 mg HCN/kg and 113.28 mg HCN/kg and free cyanide content of 4.88 mg HCN/kg and 4.55 mg HCN/kg. After obtaining and fermentation of manipueira, which in the X plant occurs between 6-8 hours and in the Y, between 8-12 hours, a significant decrease was observed in total and free cyanide levels, and the final product showed value of 77.27 mg HCN/L and 38.90 mg HCN/L to total cyanide and 14.61 mg HCN/L and 6.78 mg HCN/L to free cyanide. For the physicochemical characterization, a significant decrease was obtained in the pH value during processing steps, and values of 6.50 (root) to 3.98 (tucupi) and 6.50 (root) to 3.28 (tucupi) were observed in both plants. It was observed also increased acidity from 0.93 meq NaOH/100 ml to 8.57 meq NaOH/100 ml and 0.66 meq NaOH/100 ml to 7.02 meq NaOH/100 ml. Throughout the study, it was observed that the product characteristics depend directly on the manufacturing process, especially regarding the variety of cassava, fermentation time and cooking time.

Index terms: *Manihot esculenta* Crantz, tucupi, processing, cyanide.

Introdução

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é a terceira mais importante fonte de calorias na África, Ásia e América Latina (após arroz e milho) e caracteriza-se como uma cultura de segurança alimentar nessas regiões, onde a maioria das culturas é frequentemente realizada por pequenos agricultores em terras marginais. O enorme potencial da mandioca como base de matéria-prima para uma variedade de produtos industriais pode gerar um maior interesse na cultura e, assim, aumentar a demanda e contribuir para a transformação agrícola e crescimento econômico nos países em desenvolvimento (CASSAVA, 2008).

Uma das principais formas de utilização das raízes de mandioca é na produção de farinhas. Durante o processo de fabricação da farinha, as raízes são trituradas e prensadas para remoção de seu líquido, do qual, por meio do processo de fermentação e cocção, obtém-se o tucupi.

A Agência de Defesa Agropecuária do Pará (Adepará) estabeleceu um regulamento técnico para o Padrão de Identidade e Qualidade do Tucupi para comercialização, a Instrução Normativa nº 001/2008, a qual define o tucupi como um produto e/ou subproduto obtido da raiz de mandioca (*Manihot esculenta*) e suas variedades, por meio de processo tecnológico adequado, apresentando características físico-químicas variando de 2,5 g a 6,5 g/100g para sólidos totais, 3,5 a 4,3 para o pH e 0,1 g a 0,8 g de ácido lático/100mL de acidez titulável total (AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO PARÁ, 2008).

A produção de tucupi nas casas de farinha do interior do Pará inicia-se com a recepção das raízes de mandioca, as quais são lavadas, descascadas, trituradas e prensadas para a remoção da fração líquida denominada de 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 do amido, que posteriormente é removido. Após a etapa de fermentação, é realizada a cocção do líquido com condimentos para obtenção do tucupi (CEREDA; VILPOUX, 2003; CHISTÉ; COHEN, 2011).

Do ponto de vista toxicológico, a mandioca apresenta glicosídeos cianogênicos potencialmente tóxicos, a linamarina e a lotaustralina. As variedades de mandioca podem ser classificadas em três categorias, com base no conteúdo cianogênico: a) inócuas: quando possuem menos que 50 mg HCN/kg de polpa fresca; b) moderadamente tóxicas: quando possuem entre 50 mg e 100 mg HCN/kg de polpa fresca; c) perigosamente tóxicas (mandioca-brava): quando possuem acima de 100 mg HCN/kg de polpa fresca (BOURDOUX et al., 1982). Popularmente a mandioca pode também ser classificada em duas categorias, com base no conteúdo cianogênico: mansa (menos de 100 mg HCN/kg de polpa fresca) e bravas ou venenosas (acima de 100 mg HCN/kg de polpa fresca) (BORGES et al., 2002).

O Codex Alimentarius Commission (1988) estabeleceu como potencial de intoxicação para o cianeto a dose letal (DL_{50}) de 10 mg HCN/kg de peso vivo, entretanto esse limite foi estabelecido para HCN inalado.

Segundo Unung et al. (2006), no processamento tradicional das raízes de mandioca, os compostos cianogênicos diminuem substancialmente. No entanto, os níveis podem continuar acima do reconhecidamente seguro. Portanto, faz-se necessário estudar a influência de cada etapa do processamento na redução do teor de cianeto no produto final.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi determinar as características físico-químicas e o teor de cianeto total e livre durante as etapas de processamento do tucupi em dois estabelecimentos processadores, a fim de gerar informação sobre as características do produto e a redução do cianeto ao longo do processamento.

Material e Métodos

Matéria-prima

Foram coletadas amostras de 1 kg ou 1 L de material, em triplicata, durante as etapas de processamento do tucupi, em dois estabelecimentos processadores situados em Belém, PA. Os estabelecimentos foram codificados como estabelecimento X e estabelecimento Y. As amostras foram coletadas em cinco pontos

do processamento: recepção da matéria-prima in natura (raiz), ralação (massa ralada), prensagem (manipueira), fermentação (líquido fermentado) e cocção (tucupi).

Vale ressaltar que o processo de fabricação do tucupi nos dois estabelecimentos acompanhados (X e Y) se difere em alguns aspectos, entre os quais os principais são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Diferenças no processo de fabricação do tucupi entre os estabelecimentos.

Aspecto	Estabelecimento X	Estabelecimento Y
Materiais e equipamentos utilizados na fabricação	Ralador mecânico	Ralador mecânico
	Tipiti	Prensa hidráulica
	Panelas de alumínio	Panelas de aço inoxidável
Coloração da raiz	Mandioca de coloração creme	Mandioca de coloração amarela
Tempo de fermentação	6 a 8 horas	8 a 12 horas
Tempo de cocção	Até atingir a temperatura de ebulição ($\approx 100^{\circ}\text{C}$)	40 minutos

Análises Físico-Químicas

Determinação do pH

Foi determinado através de leitura direta em potenciômetro (Tecnal, TEC-51, China) devidamente calibrado com as soluções tampões pH 7,0 e 4,0 a 20 °C (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1997).

Determinação de Sólidos Solúveis Totais

Foi determinado pelo método refratométrico com leitura direta da amostra a 20 °C em refratômetro digital de bancada (Instrutherm, RTD-45, Brasil) (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1997).

Determinação da Acidez Total Titulável

Foi determinada por titulação da amostra com NaOH 0,1 N, sendo o pH da solução monitorado por potenciômetro (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1997). O resultado foi expresso em meq NaOH/100 mL.

Determinação do Teor de Ácido Cianídrico

Foi utilizada a metodologia enzimática descrita e adaptada por Essers et al. (1993). Por meio do método colorimético/enzimático foram determinados os teores de cianeto total (linamarina + acetona-cianidrina + HCN) e cianeto livre (HCN). Durante as análises, as reações envolvidas formam um complexo colorido para posterior leitura em espectrofotômetro em comprimento de onda de 605 nm.

Para a extração dos compostos cianogênicos, foram pipetados 10 mL da amostra, adicionados 60 mL de solução alcoólica de ácido fosfórico 0,1M (solução extratora) e centrifugados a 5,1 mil gramas por 10 minutos, conforme descrito por Chisté e Cohen (2011).

Para a construção da curva de calibração, foram utilizados sete pontos, com concentrações variando de 0,153 µg a 1,185 µg HCN/mL. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro UV-visível (Thermo Scientific, Evolution 300, Inglaterra). As análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos em base úmida.

Análise Estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias, quando significativas, comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de significância, com auxílio do programa *Statistica* versão 7.0 (STATSOFT INC. STATISTICA, 2004).

Resultados e Discussão

Os resultados de pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais e cianeto total e livre das amostras coletadas durante as etapas de processamento do tucupi, nos dois estabelecimentos processadores, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização físico-química das amostras coletadas durante as etapas de processamento do tucupi, nos dois estabelecimentos processadores, na cidade de Belém, PA⁽¹⁾.

Amostra	pH	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	Acidez Total Titulável (meq NaOH/100mL)	Cianeto Total (mg HCN/L ou kg)	Cianeto Livre (mg HCN/L ou kg)					
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y		
Raiz	6,50 ± 0,01 ^a	6,50 ± 0,17 ^a	1,1 ± 0,06 ^{Da}	1,1 ± 0,06 ^{Da}	0,86 ± 0,06 ^{Da}	0,93 ± 0,06 ^{Ca,b}	113,28 ± 0,55 ^{Db}	143,80 ± 0,77 ^{Da}	4,55 ± 0,57 ^{Da}	4,88 ± 0,36 ^{Da}
Massa ralada	5,14 ± 0,00 ^{Db}	5,95 ± 0,01 ^{Ba}	2,2 ± 0,10 ^{Da}	1,4 ± 0,10 ^{Db}	3,07 ± 0,18 ^{Ca}	1,45 ± 0,12 ^{Db}	191,88 ± 1,50 ^{Aa}	183,57 ± 1,04 ^{Aa}	23,58 ± 0,73 ^{Db}	26,95 ± 0,58 ^{Ba}
Manipueira	3,32 ± 0,00 ^{Cb}	5,91 ± 0,01 ^{Ba}	1,5 ± 0,00 ^{Cb}	6,6 ± 0,06 ^{Ba}	7,19 ± 0,06 ^{Ab}	1,12 ± 0,05 ^{Db}	143,13 ± 0,82 ^{Bb}	181,20 ± 0,47 ^{Aa}	27,79 ± 0,23 ^{Ab}	51,66 ± 0,21 ^{Aa}
Líquido fermentado	3,05 ± 0,01 ^{Db}	4,27 ± 0,00 ^{Ca}	1,1 ± 0,00 ^{Db}	5,5 ± 0,06 ^{Ca}	7,44 ± 0,21 ^{Ab}	8,48 ± 0,07 ^{Aa}	43,99 ± 0,17 ^{Db}	179,96 ± 0,50 ^{Aa}	10,74 ± 0,10 ^{Db}	25,71 ± 0,39 ^{Ba}
Tucupi	3,28 ± 0,00 ^{Db}	3,98 ± 0,01 ^{Da}	3,5 ± 0,00 ^{Ab}	8,0 ± 0,06 ^{Aa}	7,02 ± 0,06 ^{Db}	8,57 ± 0,06 ^{Aa}	38,90 ± 0,78 ^{Db}	77,27 ± 0,46 ^{Ca}	6,78 ± 0,14 ^{Db}	14,61 ± 0,82 ^{Ca}

⁽¹⁾ Resultados são média ± desvio-padrão. Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas e maiúscula nas colunas, não diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$).

De acordo com os resultados obtidos para o pH, pode-se observar que houve uma redução significativa ($p < 0,05$) nos valores durante o processo de fabricação do tucupi, nos dois estabelecimentos processadores (X e Y), ou seja, observou-se uma acidificação ao longo das etapas de processamento.

Os valores de pH das amostras de tucupi dos dois estabelecimentos processadores variaram entre 3,28 e 3,98, classificando o tucupi como um alimento de pH baixo e portanto de alta acidez (FORSYTHE, 2013). Entretanto, somente a amostra do estabelecimento Y está de acordo com a legislação da Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará (2008), a qual estipula a faixa de pH de 3,5 a 4,3.

Chisté e Cohen (2011), ao estudarem as etapas de processamento do tucupi, obtiveram valor de pH de 6,3 para a manipueira, de 6,2 para o produto após 24 horas de fermentação e de 3,6 para o tucupi, valores próximos aos observados no presente estudo, à exceção da manipueira fermentada, em que os autores relataram valor superior.

Para a acidez total titulável, observou-se aumento significativo durante as etapas de processamento, comportamento inverso ao observado para a análise de pH, como já esperado. A acidificação observada pode ser explicada devido à liberação de ácidos provenientes da fermentação, ocorrida durante a etapa de repouso/fermentação. Comportamento semelhante de acidificação, ao longo do tempo, foi observado nos dois estabelecimentos processadores acompanhados. Porém, quando se compara os dois estabelecimentos entre si, verifica-se que o estabelecimento Y, que adota um maior tempo de fermentação (8-12 horas), apresentou uma maior acidez no produto final; já no estabelecimento X, o tempo de fermentação é menor (6-8 horas), resultando em um menor valor de acidez no produto final.

Em estudo realizado por Chisté e Cohen (2011), os autores obtiveram valores de 1,9 meq, 2,2 meq e 12,3 meq NaOH/100mL, para a manipueira recém-extraída, manipueira com 24 horas de fermentação e tucupi após 72 horas de fermentação, respectivamente. As diferenças observadas entre os dois estudos devem-se, provavelmente, a diferenças no processamento, particularmente com relação ao tempo de fermentação da manipueira, a qual no estabelecimento X ocorre durante 6 a 8 horas, no estabelecimento Y de 8 a 12 horas, e no estudo citado o valor é para tucupi com 72 horas de fermentação.

Os valores de acidez total titulável das amostras de tucupi dos dois estabelecimentos processadores foram de 7,02 meq e 8,57 meq NaOH/100mL (igual a 0,6 g e 0,8 g de ácido lático/100mL), estando de acordo com a legislação da Adepará (2008), a qual estipula a faixa de acidez total titulável de 0,1 g a 0,8 g de ácido lático/100mL.

Com relação ao teor de sólidos solúveis, pode-se observar que houve uma oscilação nos valores durante as etapas do processamento, porém com tendência a aumento ao longo do processamento. Para o tucupi, o valor observado foi de 3,5 °Brix e 8,0 °Brix, nos estabelecimentos X e Y, respectivamente. O aumento do teor de sólidos solúveis anterior à etapa de cocção deve-se, possivelmente, ao processo de hidrólise da linamarina, o qual libera moléculas de glicose (OLIVEIRA, 2012). Durante a etapa de cocção do tucupi, ocorre a evaporação de líquido, resultando em um produto final mais concentrado e consequentemente com maior teor de sólidos solúveis. Já a diferença observada entre os dois estabelecimentos acompanhados provavelmente ocorra em razão das diferenças no tempo de cocção adotado em cada local, a qual no estabelecimento X é realizada até atingir a temperatura de ebulação e no estabelecimento Y é mantida por 40 minutos após atingir a temperatura de ebulação.

Chisté e Cohen (2011), ao estudarem as etapas de processamento do tucupi, obtiveram teor de sólidos solúveis de 7,2 °Brix para a manipueira, 6,5 °Brix para a manipueira com 24 horas de fermentação

e 8,1 °Brix para o tucupi após 10 minutos de cocção. As diferenças observadas para os sólidos solúveis totais dos tucupis do presente estudo e a literatura devem-se, principalmente, às diferenças entre os tempos de cocção adotados, ocorrendo possível concentração de sólidos solúveis no produto final, em função do tempo de cocção adotado.

A raiz de mandioca apresentou teores de cianeto total de 113,28 mg e 143,80 mg HCN/kg nos estabelecimentos processadores X e Y, respectivamente, o que caracteriza a mandioca como brava, sendo imprópria para o consumo direto sem o devido tratamento de destoxificação. Após a Trituração, observou-se um aumento significativo nos teores de cianeto total e livre, nos dois estabelecimentos processadores, em função do aumento da atividade cianogênica. Chisté et al. (2005), ao estudarem a determinação de cianeto durante as etapas de processamento da farinha de mandioca, obtiveram uma dosagem de cianeto total de 154,40 mg HCN/kg em raízes descascadas e 167,68 mg HCN/kg na massa ralada. O comportamento obtido pelos autores é semelhante ao encontrado no presente trabalho e é justificado pelo início do processo de cianogênese causado pela dilaceração do tecido vegetal, resultando no aumento da concentração dos compostos cianogênicos (CHISTÉ et al., 2005).

A partir da obtenção da manipueira, observa-se uma diminuição significativa do teor de cianeto total, em função da hidrólise da linamarina pela enzima linamarase, em que o substrato é clivado em glicose e acetonaçanoidrina, sendo convertida em HCN e acetona, mediante a enzima hidroxinitriloliase, diminuindo, assim, a concentração de cianeto total (ligado ou potencial) (OLIVEIRA, 2012). O comportamento decrescente da concentração de cianeto total é observado nas duas unidades processadoras estudadas, sendo mais evidente no estabelecimento X. Já para o cianeto livre, verificou-se um aumento significativo na manipueira, o que pode ser justificado por a linamarina ser solúvel em água e durante o processo de prensagem da massa ralada esses compostos são arrastados para a manipueira, aumentando, assim, seu conteúdo cianogênico. Porém, após a

fermentação, há uma redução significativa nos teores de cianeto livre em decorrência do processo fermentativo, ocorrendo a inibição da enzima linamarase em decorrência da acidificação e queda do pH, reduzindo a liberação do íon cianeto (OLIVEIRA, 2012). Já no processo de cocção, essa redução nos níveis de cianeto, tanto total quanto livre, ocorre por causa da volatilização dos mesmos causada pela exposição do produto a elevadas temperaturas.

Ao estudarem as etapas de processamento do tucupi, Chisté e Cohen (2011) obtiveram uma concentração de cianeto total de 227,8 mg HCN/L na manipueira recém extraída, 166,6 mg HCN/L na manipueira após 24 horas de fermentação e 37,1 mg HCN/L no tucupi.

Chisté e Cohen (2011), ao estudarem as etapas de processamento do tucupi, obtiveram um teor de cianeto livre de 46,6 mg HCN/L para a manipueira, 67,1 mg HCN/L para a manipueira fermentada durante 24 horas e 8,9 mg HCN/L para o tucupi. O valor de cianeto livre no estabelecimento Y, para a manipueira, foi de 51,66 mg HCN/L, próximo ao relatado pelos autores. Já no estabelecimento X, o produto final apresentou teor de 6,78 mg HCN/L, valor semelhante ao observado por Chisté e Cohen (2011) (8,9 mg HCN/L).

As diferenças entre os teores de cianeto total e livre nos dois estabelecimentos processadores, durante as etapas de processamento do tucupi, devem-se, possivelmente, à faixa de pH ótima para a atividade da enzima linamarase (pH entre 3,5 e 6,0), o que influencia a liberação de íon cianeto. Observou-se que as amostras do estabelecimento X apresentaram valores de pH de 3,32, 3,05 e 3,28 para a manipueira, líquido fermentado e tucupi, respectivamente, enquanto as amostras do estabelecimento Y apresentaram pH de 5,9, 4,27 e 3,98 para a manipueira, líquido fermentado e para o tucupi, respectivamente. Nota-se que os valores obtidos no estabelecimento Y encontram-se dentro da faixa de pH ótima para a atividade da linamarase, resultando em uma maior atividade da enzima e consequentemente uma maior liberação de cianeto.

Outro fator que interfere na ação da enzima linamarase para a catálise da linamarina a íon cianeto é o tempo de fermentação da manipueira. O estabelecimento X, onde se observou a menor concentração de cianeto livre, apresenta um menor tempo de fermentação (6 a 8 horas), enquanto no estabelecimento Y, onde a fermentação ocorre entre 8 e 12 horas, há maior tempo disponível para a ação da linamarase, ocorrendo, consequentemente, maior liberação de cianeto, resultando em maiores teores de cianeto livre nessas amostras.

De maneira geral, observou-se que as principais diferenças no processamento do tucupi entre os dois estabelecimentos acompanhados foram: a coloração da matéria-prima, os tipos de materiais e equipamentos de fabricação empregados e os tempos de fermentação e cocção adotados.

Conclusão

As características físico-químicas do tucupi dependem diretamente da variedade de mandioca utilizada como matéria-prima e dos tempos de fermentação e cocção empregados no processamento.

O acompanhamento das etapas de processamento do tucupi, em dois estabelecimentos processadores, permitiu verificar a inexistência de parâmetros estabelecidos (tempo de cocção e fermentação) a serem seguidos para a obtenção de um produto final padronizado, com relação às características físico-químicas.

Durante o processamento do tucupi, as etapas de fermentação e cocção são as principais responsáveis pela redução nos teores de cianeto total e livre a níveis seguros no produto final, para o consumo humano.

Concluindo, são necessários novos estudos buscando a definição de parâmetros ótimos para a padronização das etapas de processamento do tucupi, garantindo, assim, um produto final de qualidade para o consumidor.

Agradecimento

Os autores agradecem ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio financeiro ao projeto (CNPq 407764/2013-5).

Referências

- AGÊNCIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO PARÁ. Instrução Normativa n.º 001/2008, de 24 de Junho de 2008. Padrão de Identidade e Qualidade do Tucupi para Comercialização no Estado do Pará. *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-pará-doepa-de-26-06-2008>>. Acesso em: 27 jun 2016.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. 16. ed. rev. Gaitherburg: 1997. v.2, cap. 32,
- BORGES, M. de F.; FUKUDA, W. M. G.; ROSSETI, A. G. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, n. 11, p. 1559-1565, 2002.
- BOURDOUX, P.; SEGHERS, P.; MAFUTA, M.; VANDERPAS, J.; VANDERPAS-RIVERA, M.; DELANGE, F.; ERMANS, A. M. Cassava products: HCN content and detoxification processes. In: DELANGE, F.; ITEKE, F. B.; ERMANS, A. M. (Eds.) **Nutritional factors involved in the goitrogenic action of cassava**. Ottawa: IDRC, 1982. p. 51-58. (IDRC. Monographs, 184).
- CASSAVA. Why cassava? Rome: FAO, 2013. Disponível em: <www.fao.org/ag/agp/agpc/gcds>. Acesso em: 8 nov. 2016.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. Produtos Regionais a Base de Mandioca ou Derivados. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. (Coord.). **Tecnologia, uso e potencialidade de tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. p. 683-693.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. de O.; OLIVEIRA, S. S. Determinação de cianeto durante as etapas de processamento da farinha de mandioca do grupo seca. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRA, 2.; SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 8., 2005, Belém, PA. **Ciência e tecnologia com inclusão social: anais**. Belém, PA: UFRA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 1 CD-ROM.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. de O. Teor de cianeto total e livre nas etapas de processamento do tucupi. **Revista Instituto Adolf Lutz**, v. 70, n. 1, p. 41-46, 2011.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION, 18., 2008, Genebra. **Report of Eighth Session of the Codex Coordinating Committee for Africa**. Cairo, Egypt, 29 November - 3 December 1988]. [Spanish] [1989]. Rome: Food and Agricultural Organization: World Health Organization, 1988.

ESSERS, S. A. J. A.; BOSVELD, M.; DER VAN GRIFT, R. M.; VORAGEN, A. G. J. Studies on the quantification of specific cyanogenes in cassava products and introduction of a new chromogen. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 63, n. 3, p. 287-296, 1993.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 607 p.

OLIVEIRA, R. C. S. **Avaliação da citotoxicidade, genetoxicidade e mutagenicidade da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) em célula tumoral HepG2**. 2012. 49 f. Tese (Doutorado em Toxicologia) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.

STATSOFT, INC. STATISTICA. [Data analysis software system], version 7. Disponível em: <www.statsoft.com> Acesso em: 8 nov. 2004.

UNUNG, J. E.; AJAYI, O. A.; BOKANGA, M. Effect of local processing methods on cyanogen content of cassava. **Tropical Science**, v. 46, n. 1, p. 20-22, 2006.



Amazônia Oriental

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**



CGPE 13331