

## AMINAS BIOATIVAS, CIANETO LIVRE E TOTAL E CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE TUCUPIS COMERCIAIS

Brenda de Nazaré do Carmo Brito<sup>1\*</sup>, Renan Campos Chisté<sup>1</sup>, Maria Beatriz Abreu Gloria<sup>2</sup>, Rosinelson da Silva Pena<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Pará (UFPA), Instituto de Tecnologia (ITEC), Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA), Belém, Pará, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Laboratório de Bioquímica de Alimentos-LBqA, Faculdade de Farmácia, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

\*Autor para correspondências: [brendabrito07@gmail.com](mailto:brendabrito07@gmail.com)

### RESUMO

O tucupi consiste na manipueira, submetida ao processo de fermentação natural, seguida de cocção e adição de condimentos. O principal objetivo desta pesquisa foi avaliar a existência de aminos bioativas em 16 amostras de tucupis comercializados em Belém, PA, Brasil, bem como os teores de açúcares redutores e totais, sólidos solúveis, cianeto (HCN) livre e total, pH e acidez total. Uma das amostras apresentou teores mais elevados de sólidos solúveis (10,37 °Brix) e de açúcares totais (4,35%), sugerindo adulteração intencional do produto pela adição de açúcar. Baseando-se na classificação das raízes de mandioca quanto ao teor de cianeto, apenas 37% das amostras analisadas apresentaram teor de cianeto total abaixo de 100 mg HCN.kg<sup>-1</sup>. Apenas quatro aminos bioativas foram identificadas nas amostras de tucupi (tiramina, putrescina, histamina e espermidina). A tiramina foi identificada em 38% das amostras, histamina em 69% das amostras e putrescina e a espermidina em todas as amostras. Esses resultados apontam a necessidade de um controle mais rigoroso na manipulação do tucupi comercial, uma vez que as aminos biogênicas podem causar intoxicações alimentares. Há uma necessidade de ajustes no processo de produção e de comercialização do tucupi, assim como uma fiscalização mais efetiva, pelos órgãos competentes.

Palavras-chave: manipueira; glicosídeos cianogênicos, aminos biogênicas, poliaminas

### 1. INTRODUÇÃO

O tucupi pode ser descrito como um molho ácido condimentado, proveniente da fermentação da manipueira, seguido de cocção e adição de condimentos. Este produto é um ingrediente tradicional da cultura amazônica com grandes potencialidades na indústria de alimentos e consumido como molho em pratos culinários típicos da região. Em função da composição, das propriedades físico-químicas e das condições de manipulação, o tucupi apresenta-se como um meio propício para produção de aminos biogênicas. A formação de aminos biogênicas em alimentos fermentados pode estar relacionada com a disponibilidade de aminoácidos livres e pela ação de microorganismos, de origem ou contaminantes, capazes de descarboxilar aminoácidos (Silla-Santos, 1996).

Com base no exposto, o principal objetivo desta pesquisa foi verificar a presença de aminos bioativas em tucupis comerciais, pois dependendo da sua concentração nos alimentos podem causar efeitos adversos à saúde, como: dores de cabeça, disfunções respiratórias, palpitação, hiper ou hipotensão e uma série de distúrbios alérgicos (Lounvaud-Funel, 2001). Esses compostos podem ser considerados como parâmetros ou critérios de qualidade para a matéria-prima e produtos alimentícios, em função de condições higiênico-sanitárias durante o processamento (Kalac *et al.*, 2002; Glória, 2005).

Na literatura científica, não existem relatos sobre a identificação e a quantificação destes compostos no tucupi, o que pode ser um indicativo de como está sendo produzido este produto tão apreciado na culinária do Norte

do Brasil. Por sua vez, embora já existam dados na literatura sobre as concentrações de cianeto total e livre em tucupis (Chisté & Cohen, 2011), é importante avaliar o teor deste composto nos produtos que estão sendo comercializados atualmente, após a criação do Regulamento Técnico de Padrão de Identidade e Qualidade do Tucupi (Adepará, 2008) para verificar se as unidades produtoras de tucupi estão adequadas à referida legislação e se a manipulação durante a comercialização segue um padrão de boas prática de fabricação (BPF), afim de fornecer produto seguro e de qualidade ao consumidor

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1. Amostras de tucupi**

Foram analisadas 16 amostras de tucupi comerciais, obtidas em feiras livres e supermercados da cidade de Belém (PA) e principais pontos de venda do produto. As amostras foram acondicionadas em garrafas PET de 300 mL e armazenadas a -18 °C até a realização das análises.

### **2.2. Características físico-químicas do tucupi**

Os sólidos solúveis foram determinados por medida direta, em um refratômetro digital (Q767B0, QUIMIS, Brasil) e os resultados foram expressos em °Brix a 20 °C. Para determinação da acidez total titulável, 5 mL da amostra foram homogeneizadas em 45 mL de água destilada, então titulada com NaOH 0,1 N (AOAC, 1997), os resultados foram expressos em mEq NaOH/100 mL de tucupi. O pH foi determinado por leitura direta em potenciômetro (AOAC, 1997). O teor de açúcares redutores e totais foram quantificados pelo método Layne-Eynon (AOAC, 1997), sendo que para a determinação dos açúcares totais a amostra foi previamente submetida a processo de hidrólise com HCl. Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

### **2.3 Determinação do HCN total e livre**

O extrato para a quantificação dos teores de HCN total e livre nas amostras de tucupi foram obtidos de acordo com a metodologia descrita por Chisté & Cohen (2011). Para o preparo do extrato, 5 mL da amostra foram adicionados a 40 mL de solução alcoólica de ácido fosfórico 0,1 M (solução extratora), homogeneizados e centrifugados a 3000 rpm por 10 min. Após a centrifugação, o sobrenadante, contendo os glicosídeos cianogênicos, foi transferido para balão volumétrico de 50 mL. Os teores de HCN total e livre foram determinados utilizando a metodologia proposta por Cooke (1978) e adaptada por Essers *et al.* (1993). A metodologia baseia-se na reação de König para formar um complexo colorido, que é quantificado por espectrofotometria em comprimento de onda de 605 nm. A curva analítica utilizada para a quantificação foi construída na faixa de concentrações de 0,1 a 5 µg de HCN/mL, para cianeto total e livre. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

### **2.4 Identificação e quantificação das aminas bioativas**

A separação, detecção e quantificação das aminas bioativas foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), por pareamento de íons, em coluna de fase reversa empregando duas fases móveis: solução tampão contendo acetato de sódio 0,2 mol/L e octanossulfonato de sódio 15 mmol/L, com pH ajustado para 4,9 com ácido acético glacial (fase móvel A) e acetonitrila (fase móvel B) (Brito *et al.*, 2017). Nove aminas bioativas foram pesquisadas: espermidina, putrescina, agmatina, cadaverina, serotonina, histamina, tiramina, triptamina e feniletilamina. A quantificação foi feita por fluorimetria, utilizando 340 e 445 nm de excitação e emissão, respectivamente, após derivação com o-ftalaldeído. A identificação das aminas bioativas foi realizada por comparação entre os tempos de retenção e co-eluição com os padrões disponíveis. A quantificação de aminas foi feita por interpolação em curva padrão externa, baseada na relação área do pico versus concentração obtida para

cada amina, sendo os resultados expressos em mg/mL de tucupi.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Avaliação físico-química

Os resultados obtidos da caracterização físico-química das 16 amostras de tucupi comerciais são apresentados na Tabela 1. Os valores de pH (3,26-4,67) observados foram semelhantes aos reportados por Chisté *et al.* (2007) (3,00 – 4,35), para as diferentes amostras de tucupi. Os resultados obtidos indicam que os níveis de pH no tucupi podem favorecer processos deteriorativos relacionados com micro-organismos, bem como a atividade de enzimas, como a  $\beta$ -glicosidase (linamarase), à qual é atribuída a cianogênese da linamarina (Cereda, 2002).

**Tabela 1.** Determinações analíticas das amostras de tucupi.

Amostra	pH	Acidez total titulável (meq NaOH/100 mL)	Teor de sólidos solúveis (°Brix)	Açúcares redutores (%)	Açúcares totais (%)
A	3,39 ± 0,01 <sup>j</sup>	1,71 ± 0,02 <sup>j</sup>	2,10 ± 0,10 <sup>l</sup>	nd	nd
B	3,40 ± 0,01 <sup>j</sup>	2,15 ± 0,03 <sup>h</sup>	2,63 ± 0,06 <sup>j</sup>	nd	0,44 ± 0,01 <sup>ef</sup>
C	3,93 ± 0,01 <sup>e</sup>	1,86 ± 0,06 <sup>i</sup>	3,77 ± 0,06 <sup>g</sup>	0,69 ± 0,02 <sup>c</sup>	0,92 ± 0,03 <sup>bc</sup>
D	3,27 ± 0,02 <sup>m</sup>	4,49 ± 0,04 <sup>d</sup>	4,07 ± 0,06 <sup>f</sup>	nd	nd
E	3,66 ± 0,01 <sup>g</sup>	6,23 ± 0,11 <sup>a</sup>	5,97 ± 0,06 <sup>d</sup>	0,50 ± 0,01 <sup>e</sup>	0,50 ± 0,02 <sup>ef</sup>
F	4,30 ± 0,01 <sup>d</sup>	2,02 ± 0,03 <sup>h</sup>	3,63 ± 0,06 <sup>gh</sup>	0,64 ± 0,01 <sup>cd</sup>	0,66 ± 0,02 <sup>de</sup>
G	3,93 ± 0,01 <sup>e</sup>	5,68 ± 0,04 <sup>b</sup>	7,43 ± 0,21 <sup>b</sup>	nd	nd
H	3,47 ± 0,01 <sup>ih</sup>	1,60 ± 0,01 <sup>j</sup>	3,47 ± 0,12 <sup>hi</sup>	1,02 ± 0,05 <sup>a</sup>	1,04 ± 0,04 <sup>b</sup>
I	3,85 ± 0,01 <sup>f</sup>	2,45 ± 0,02 <sup>g</sup>	4,13 ± 0,06 <sup>f</sup>	0,57 ± 0,02 <sup>de</sup>	0,60 ± 0,02 <sup>de</sup>
J	3,31 ± 0,01 <sup>l</sup>	2,58 ± 0,01 <sup>g</sup>	3,17 ± 0,15 <sup>i</sup>	nd	nd
L	4,67 ± 0,01 <sup>a</sup>	2,70 ± 0,01 <sup>f</sup>	6,43 ± 0,06 <sup>c</sup>	0,60 ± 0,06 <sup>cde</sup>	0,73 ± 0,02 <sup>cd</sup>
M	3,26 ± 0,01 <sup>m</sup>	2,69 ± 0,05 <sup>f</sup>	3,70 ± 0,10 <sup>g</sup>	0,22 ± 0,00 <sup>f</sup>	0,32 ± 0,01 <sup>f</sup>
N	3,45 ± 0,01 <sup>i</sup>	5,33 ± 0,05 <sup>c</sup>	4,53 ± 0,06 <sup>e</sup>	nd	nd
O	4,51 ± 0,01 <sup>c</sup>	2,54 ± 0,02 <sup>g</sup>	10,37 ± 0,06 <sup>a</sup>	0,27 ± 0,01 <sup>f</sup>	4,35 ± 0,29 <sup>a</sup>
P	4,59 ± 0,01 <sup>b</sup>	2,98 ± 0,02 <sup>e</sup>	7,57 ± 0,12 <sup>b</sup>	0,91 ± 0,06 <sup>b</sup>	0,94 ± 0,07 <sup>bc</sup>
Q	3,47 ± 0,01 <sup>h</sup>	1,69 ± 0,08 <sup>j</sup>	3,23 ± 0,06 <sup>i</sup>	1,04 ± 0,10 <sup>a</sup>	1,14 ± 0,06 <sup>b</sup>

Valores com letras iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si (Teste de Tukey a 5% de significância). nd = não detectado pelo método utilizado.

Quanto a acidez (1,60-6,23 meq NaOH/100mL), os valores se situaram na faixa inferior dos valores reportados por Chisté *et al.* (2007) (3,91-11,00 meq NaOH/100mL). O teor de sólidos solúveis (SS), por sua vez, variou em uma ampla faixa (2,10-10,37°Brix), com destaque para a amostra O, para a qual foram observados valores bem mais elevado de SS (10,37°Brix) e de açúcares totais (4,35%). Estes resultados são forte indício de que tenha sido adicionado açúcar nesta amostra, o que pode ser considerado uma adulteração do produto. O padrão de identidade e qualidade do Tucupi (Adepará, 2008) permite a adição de até 15 g de açúcar por litro do produto, desde que o produto contenha no rótulo a expressão “com açúcar”, o que não foi observado em nenhum dos produtos analisados. As diferenças observadas nos teores de açúcares totais e redutores, entre as amostras estão relacionados com a matéria-prima utilizada para produzir o tucupi. Estas variações podem ser atribuídas ao estágio de maturação da raiz, às condições climáticas, ao tipo de cultivo,

entre outros fatores (Rodríguez-Amaya *et al.*, 2008).

Foram observadas diferenças consideráveis para os valores de pH, acidez total e sólidos solúveis, das amostras de tucupi analisadas, bem como quando os resultados foram comparados com dados da literatura. Segundo Campos *et al.* (2016), essas diferenças observadas podem ser atribuídas às diferentes variedades de mandioca utilizadas no beneficiamento do produto. Fatores agronômicos e externos (clima, transporte, local de fermentação) podem afetar a composição do tucupi, bem como a flora microbiana atuante na fermentação. Além disso há uma deficiência na padronização do produto (Chisté *et al.*, 2007).

### 3.2 Quantificação de cianeto livre e total

Em relação à presença de HCN (Tabela 2) foi observado que as amostras L e P não apresentaram HCN livre e na amostra B o teor foi considerado baixo. Para as demais amostras o teor de cianeto livre ficou na faixa de 12,30 a 43,53 mg HCN/kg. Estes valores são semelhantes aos reportados por Chisté *et al.* (2007) (9,47 a 46,86 mg HCN/kg), para tucupis comerciais. Por outro lado, o teor de HCN total variou de 16,95 a 264,93 mg HCN/kg, e três amostras apresentaram valores superiores aos observados pelos mesmos autores (55,58 a 157,17 mg HCN/kg).

**Tabela 2.** Dosagem de cianeto total e livre nas amostras de tucupi comerciais.

Amostra	Cianeto livre (mg HCN/kg)	Cianeto total (mg HCN/kg)
A	43,53 ± 0,14 <sup>a</sup>	134,38 ± 0,76 <sup>c</sup>
B	0,16 ± 0,03 <sup>i</sup>	106,18 ± 0,93 <sup>d</sup>
C	32,75 ± 1,36 <sup>c</sup>	239,64 ± 16,37 <sup>a</sup>
D	29,56 ± 0,06 <sup>d</sup>	180,54 ± 6,01 <sup>b</sup>
E	37,50 ± 0,67 <sup>b</sup>	264,93 ± 8,00 <sup>a</sup>
F	33,43 ± 1,37 <sup>c</sup>	250,00 ± 10,00 <sup>a</sup>
G	18,01 ± 0,40 <sup>fg</sup>	78,60 ± 1,32 <sup>ef</sup>
H	15,84 ± 0,74 <sup>g</sup>	77,66 ± 6,23 <sup>ef</sup>
I	24,28 ± 1,13 <sup>e</sup>	132,61 ± 8,07 <sup>c</sup>
J	33,38 ± 1,39 <sup>c</sup>	125,18 ± 6,22 <sup>cd</sup>
L	nd	44,31 ± 3,37 <sup>g</sup>
M	15,97 ± 0,31 <sup>g</sup>	64,61 ± 1,50 <sup>fg</sup>
N	15,39 ± 0,09 <sup>g</sup>	102,43 ± 0,01 <sup>ed</sup>
O	19,51 ± 0,70 <sup>f</sup>	141,32 ± 3,50 <sup>c</sup>
P	nd	16,95 ± 0,55 <sup>h</sup>
Q	12,30 ± 0,26 <sup>h</sup>	54,64 ± 0,57 <sup>fg</sup>

Valores com letras iguais, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si (Teste de Tukey a 5% de significância).

As diferenças observadas para o teor de HCN total, entre as amostras, pode estar relacionada com a quantidade de compostos cianogênicos da matéria-prima (mandioca) utilizada, e com as condições de processamento do tucupi (Charles *et al.*, 2005). O tempo de cocção, por exemplo, pode afetar significativamente o teor de cianeto total no produto, devido a elevada volatilização do cianeto, em condições de aquecimento (Campos *et al.*, 2016).

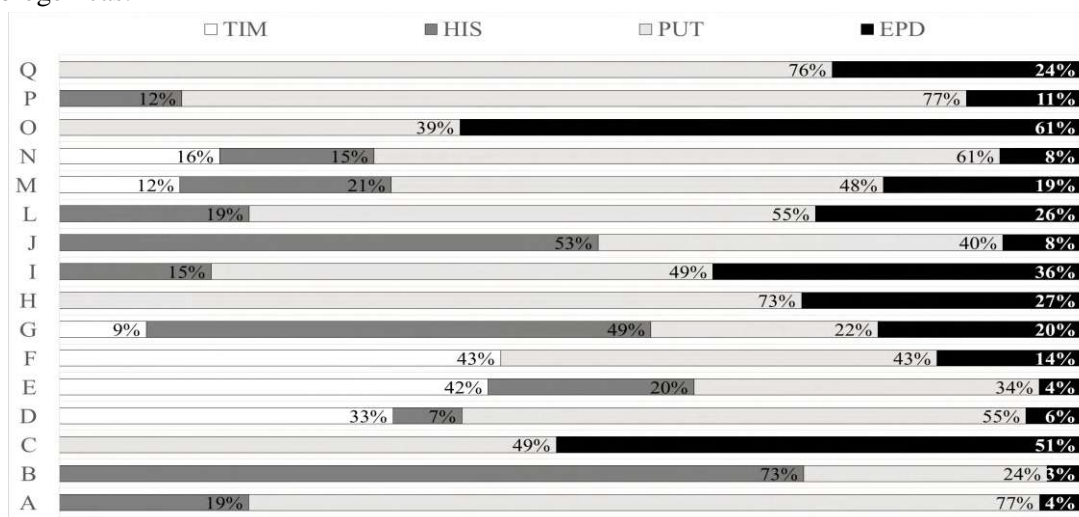
É importante ressaltar que as raízes utilizadas para produção de farinhas de mandioca são raízes com elevado teor de composto cianogênicos e HCN, logo a manípueira utilizada para produção do tucupi também apresentará elevados teores destes compostos (Chisté *et al.*, 2007). Assim sendo, caso não ocorra um processo de desintoxicação natural eficiente e não seja utilizada uma cocção eficiente, o tucupi apresentará um elevado teor de HCN total e livre.

A maioria dos cultivares de mandioca apresentam teores de compostos cianogênicos inferiores a 100 mg HCN/kg de peso fresco, mas alguns cultivares, denominadas de “amargas” podem conter até 500 mg HCN/kg de peso fresco (Vetter, 2000). Cardoso *et al.* (2005) observaram teores de cianeto, em diferentes variedades de mandioca, na faixa de 1 a 1550 mg HCN/kg de peso fresco. Comparando os resultados obtidos para os teores de cianeto no presente estudo, com valores reportados na literatura, pode-se afirmar que para 60% das amostras de tucupi analisadas os teores de cianeto total são considerados elevados. Este mesmo panorama foi observado por Chisté *et al.* (2007).

Passados 10 anos do estudo realizado por Chisté *et al.* (2007), e mesmo com o estabelecimento do padrão de identidade e qualidade para o tucupi (Adepará, 2008), no estudo atual foi observado o mesmo cenário, uma vez que apenas 37% das amostras analisadas apresentaram teores abaixo de 100 mg HCN/kg. Ressalta-se o fato de aproximadamente 20% das amostras terem apresentado teor de cianeto total superior a 200 mg HCN/kg, o que não foi observado na pesquisa prévia. Os resultados apontam para a necessidade de alguns ajustes nas etapas de produção, bem como de comercialização do tucupi, de maneira a garantir um produto isento de cianetos, ou com níveis seguros deste composto.

### 3.3 Identificação e quantificação de amins bioativas no tucupi

Esta é a primeira pesquisa na qual as amins bioativas foram identificadas em tucupis comerciais. Entre as nove amins bioativas investigadas, apenas quatro foram identificadas nas amostras do produto, sendo: tiramina (TIM), putrescina (PUT), histamina (HIS) e espermidina (EPD). A tiramina foi identificada em 38% das amostras, a histamina em 69% das amostras e a putrescina e a espermidina em todas as amostras. Na Figura 1, pode ser visualizada a contribuição de cada amina bioativa nos tucupis comerciais. De modo geral, a PUT contribuiu de forma mais significativa, e embora esta amina não exerça efeito tóxico direto, ela pode potencializar o efeito tóxico da TIM e da HIS; que assim como no tucupi foram encontradas em outros alimentos fermentados, como consequência da atividade microbiana (Moret *et al.*, 2005). Segundo a EFSA (2011), os alimentos fermentados são os que requerem maior preocupação, em relação às intoxicações alimentares, visto que à intensa atividade microbiana durante a fermentação potencializam a formação de amins biogênicas.



**Figura 2.** Contribuição das amins bioativas identificadas nas amostras de tucupi. TIM: tiramina, PUT: putrescina, HIS: histamina e EPD: espermidina

Acredita-se que na fermentação da maniveira para a obtenção do tucupi a flora microbiana predominante sejam as bacterias lácticas e leveduras, por serem micro-organismos capazes de suportar os

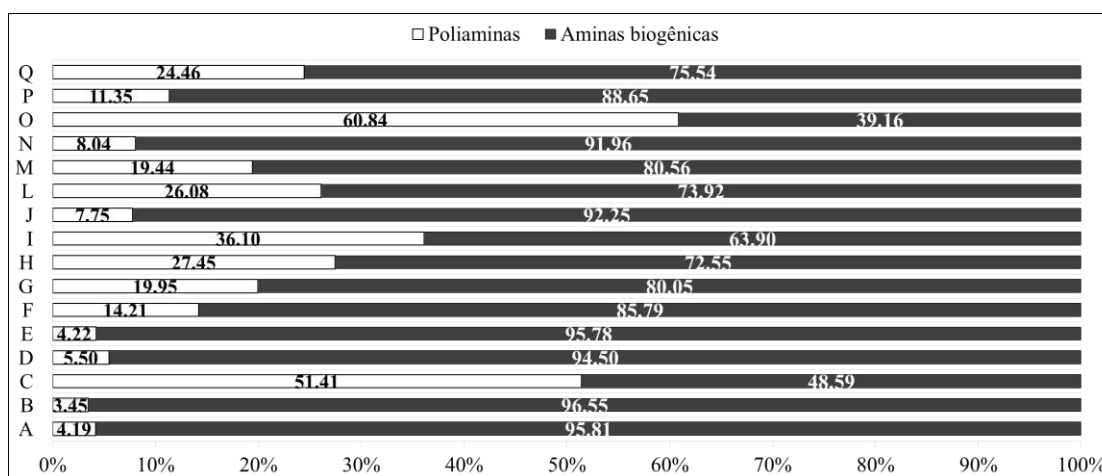
baixos níveis de pH atingidos; especialmente no final do processo fermentativo (pH = 3,0) (Chisté & Cohen, 2011; Oguntoyinbo & Dodd, 2010). Glória (2005) relata que em meio ácido (pH 2,5 a 6,5) a produção de aminas é estimulada como mecanismo de proteção da bactéria ao ambiente ácido. Desta forma, os níveis de pH observados nas amostras de tucupi (3,27-4,67) (Tabela 1) são altamente favoráveis a produção de aminas bioativas.

A presença das aminas tiramina (TIM), histamina (HIS) e putrescina (PUT) normalmente são parâmetros ou critérios de qualidade para alimentos, pois estas aminas estão relacionadas com a má qualidade da matéria-prima utilizada e/ou com condições higiênico-sanitárias deficitárias durante a fabricação do produto (Kalac *et al.*, 2002; Glória, 2005). Abreu & Mattietto (2014) observaram precárias condições higiênico-sanitárias em unidades beneficiadoras de mandioca e de tucupi, o que é atribuído ao fato desta produção ainda ocorrer, na maioria dos casos, em nível artesanal.

A presença das aminas biogênicas TIM e HIS nestes produtos, mesmo após a etapa de cocção, indicam a necessidade de um maior controle durante o beneficiamento do produto, no intuito de evitar a formação das mesmas. Pois, uma vez formadas, dificilmente serão eliminadas pelo calor, já que são reportadas como compostos termoestáveis (Gonzaga *et al.*, 2009, Tapingkae *et al.*, 2010). É importante ressaltar que a aplicação de um tratamento térmico mais severo, capaz de destruir estas aminas, certamente promoveria perdas sensoriais ao produto.

Embora aminas biogênicas como HIS, TIM e PUT sejam necessárias para muitas funções fisiológicas em humanos e animais, e sejam rapidamente detoxificadas, o consumo de alimentos com elevadas concentrações destes compostos pode causar efeitos tóxicos, como: dores de cabeça, disfunções respiratórias, palpitação, hiper ou hipotensão e uma série de desordens alérgicas (Silla-Santos, 1996; Lounvaud-Funel, 2001).

Na Figura 2, pode ser visualizada a contribuição de poliaminas e de aminas biogênicas no teor total de aminas bioativas das amostras de tucupi, onde pode ser observada uma maior contribuição das aminas biogênicas. Estes resultados apontam para a necessidade de uma maior atenção para os tucupis comerciais, uma vez que, como mencionado, aminas biogênicas podem causar intoxicações alimentares. Assim, o perfil de aminas bioativas juntamente com os resultados observados para os teores de cianeto total nas amostras de tucupi analisadas, corroboram para a necessidade de ajustes no processo de fabricação do produto, bem como da necessidade uma maior fiscalização, por parte dos órgãos de controle.



**Figura 2.** Contribuição dos teores de poliaminas e aminas biogênicas nas amostras de tucupi.

Em relação as poliaminas, apenas a espermidina (EPD) foi identificada em todas as amostras de tucupi analisadas, o que é perfeitamente justificável, uma vez que esta amina é predominante em vegetais (Eliassen *et al.*, 2002). Em concentrações normalmente encontradas em alimentos, as poliaminas não são tóxicas, porém elas podem acelerar o crescimento de tumores. Sendo assim, para pacientes em tratamento de câncer recomenda-se uma dieta com reduzidos teores poliaminas (Cipolla *et al.*, 2010; Kalac, 2014).

Em alimentos fermentados, a PUT é classificada como uma amina biogênica. Elevados teores desta amina são considerados raros em produtos frescos, porém o aumento dos níveis dela pode ocorrer pela atividade de vários grupos de bactérias, principalmente *Enterobacteriaceae* e *Clostridium spp.*, em condições inadequadas de armazenamento e manipulação (Kalac, 2014). Segundo este autor, o conteúdo de poliaminas em um produto é considerado baixo quando for < 10 mg/kg, alto quando for > 10 mg/kg e muito alto para níveis > 100 mg/kg. Com base nesta classificação, todas as amostras de tucupi analisadas apresentaram baixos teores de poliaminas.

#### 4 CONCLUSÕES

De maneira geral, os resultados da pesquisa indicam que não há uma padronização das características físico-químicas do tucupi comercializado, embora exista um Regulamento Técnico de Padrão de Identidade e Qualidade para o produto. Pela primeira vez aminas bioativas foram identificadas no tucupi, no qual foram encontradas três aminas biogênicas (tiramina, histamina e putrescina), cujas presenças são um indicativo de má qualidade da matéria-prima utilizada e/ou das condições higiênico-sanitárias durante a fabricação do produto. Adicionalmente, 60% das amostras analisadas apresentaram teores de cianeto total superiores a 100 mg HCN/kg. Desta forma, este resultado e a presença de aminas biogênicas no tucupi apontam para a necessidade de um maior controle durante a obtenção do produto, para que seja oferecido um produto de melhor qualidade e com segurança para saúde do consumidor.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem a *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Pará – FAPESPA* (Belém, PA, Brasil), pela concessão de bolsa de estudo a B. N. C. BRITO.

#### 5. REFERÊNCIAS

- Abreu, L. F., & Mattietto, R. A. (2014). *Procedimentos de fabricação dos derivados de mandioca: recomendações para obtenção de produtos seguros e de qualidade*. IN: MODESTO JÚNIOR, M. S.; ALVES, R. N. B. *Cultura da mandioca: apostila*. Belém – PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014, p. 165 – 182.
- Adepará. Instrução Normativa n.º 001/2008 de 24 de junho de 2008 da Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará (ADEPARÁ). *Padrão de identidade e qualidade do tucupi para comercialização no Estado do Pará*, p.7, Seção 3
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). *Official methods of analysis*, 16<sup>o</sup> ed, 3<sup>a</sup> rev, 1997.
- Brito, B.N.C.; Chisté, R.C.; Pena, R.S.; Glória, M.B.A., & Lopes, A.S. (2017). Bioactive amines and phenolic compounds in cocoa beans are affected by fermentation. *Food Chemistry*, 228, 484-490.
- Campos, A.P.R.; Carvalho, A.V., & Mattietto, R.A. (2016). *Efeito da fermentação e cocção nas características físico-químicas e teor de cianeto durante o processamento de tucupi*, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Amazônia Oriental, 23.
- Cardoso, A.P., Mirione, E., Ernesto, M., Massaza, F., Cliff, J., Haque, M.R., & Bradbury, J.H. (2005). Processing of cassava roots to remove cyanogens. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18, 451–460.

- Cereda, M.P. *Processamento da mandioca como mecanismo de detoxificação*. In CEREDA, M. P. Manejo, uso e tratamentos da industrialização da mandioca. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. v.3, cap.3. (Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas).
- Charles, A.L.; Sriroth, K., Huang, T.C. (2005). Proximate composition, mineral contents, hydrogen cyanide and phytic acid of five cassava genotypes *Food Chemistry*, 92 (4), 615-620.
- Chisté, R. C., & Cohen, K. O. (2011). Teor de cianeto total e livre nas etapas de processamento do tucupi. *Revista Instituto Adolfo Lutz*, São Paulo, 70 (1), 41-6.
- Chisté, R.C., Cohen, K.O., & Oliveira, S.S.(2007). Estudo das propriedades físico-químicas do tucupi. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 3 (27), 437-440.
- Cipolla, B.J., Havouis, R., & Moulinoux, J.P. (2010). Polyamine reduced diet (PRD) nutrition therapy in hormone refractory prostate cancer patients. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 64, 363–368.
- Cooke, R. D. (1978). An enzymatic assay for the total cyanide content of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 29, 345–52.
- EFSA (European Food Safety Authority). (2011). Scientific opinion on risk based control of biogenic amines formation in fermented foods. *EFSA Journal*, 9 (10), 2392.
- Eliassen, K.A., Reistad, R., Risøen, U., & Rønning, H.F. (2002). Dietary polyamines. *Food Chemistry*, 78, 273-280.
- Essers, A. J. A., Bosveld, M., Van Der Grift, R. M., & Voragen, A. G. J. (1993). Studies on the quantification of specific cyanogens in cassava products and introductions of a new chromogen. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 63, 287-296.
- Glória, M.B.A. Bioactive amines. In H. Hui; L.L. Nollet. *Handbook of Food Science, Technology and Engineering*. Ed. Marcel Dekker, v.4, p. 1-38, 2005.
- Gonzaga, V.E., Lescano, A.G., Huaman, A.A., Salmn-Mulanovich, G., & Blazes, D.L. (2009). Histamine levels in fish from markets in Lima, Peru. *Journal of Food Protection*, 72, 1112–5.
- Kalač, P. (2014). Health effects and occurrence of dietary polyamines: A review for the period 2005–mid 2013. *Food Chemistry*, 161, 27–39.
- Kalac, P., Švecová, S., & Pelikánová, T. (2002). Levels of biogenic amines in typical vegetable products. *Food Chemistry*, 77, 349–351.
- Lounvaud-Funel, A. (2001). Biogenic amines in wines: role of lactic acid bacteria. *FEMS Microbiology Letters*, 199, 9–13.
- Moret, S., Smela, D., Populin, T., & Conte, L. S. (2005). A survey on free biogenic amine content of fresh and preserved vegetables. *Food Chemistry*, 89 (3), 355-361.
- Oguntoyinbo, F.A., & Dodd, C.E.R. (2010). Bacterial dynamics during the spontaneous fermentation of cassava dough in gari production. *Food Control*, n. 21, p. 306–312.
- Rodriguez-Amaya, D.B., Kimura, M., Godoy, H.T., & Amaya-Farfan, J. (2008). Updated Brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoid composition. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21, 445– 463.
- Silla-Santos, M.H. (1996). Biogenic amines: their importance in foods. *International Journal of Food Microbiology*, 29 (2/3), 213-231.
- Statsoft, INC. STATISTICA (data analysis software system), versão 7.0. www.statsoft.com, 2004.
- Tapingkae, W., Tanasupawat, S., Parkin, K.L., Benjakul, S., & Visessanguan, W. (2010). Degradation of histamine by extremely halophilic archaea isolated from high salt-fermented fishery products. *Enzyme and Microbial Technology*, 46 (2), 92–9.
- Vetter, J. (2000). Plant cyanogenic glycosides. *Toxicon*, 38, 11-36.