

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM  
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS - FCF  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
FARMACÊUTICAS - PPGCF

STEFANY COSTA BARRONCAS

QUANTIFICAÇÃO DE CIANETO EM ALIMENTOS AMAZÔNICOS COMO  
FERRAMENTA PARA ANÁLISE DE RISCO

MANAUS

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS - UFAM  
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS - FCF  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
FARMACÊUTICAS - PPGCF

STEFANY COSTA BARRONCAS

QUANTIFICAÇÃO DE CIANETO EM ALIMENTOS AMAZÔNICOS COMO  
FERRAMENTA PARA ANÁLISE DE RISCO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal do Amazonas, como requisito obrigatório para a obtenção do título de Mestre em Ciências Farmacêuticas.

ORIENTADORA:

Dra. Ariane Mendonça Kluczkovski

MANAUS

2020

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

B277q Barroncas, Stefany Costa  
Quantificação de cianeto em alimentos amazônicos como  
ferramenta para análise de risco / Stefany Costa Barroncas . 2020  
37 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Ariane Mendonça Kluczkovski  
Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) -  
Universidade Federal do Amazonas.

1. Tapioca. 2. Atividade de água. 3. Teor de umidade. 4. Goma. I.  
Kluczkovski, Ariane Mendonça. II. Universidade Federal do  
Amazonas III. Título

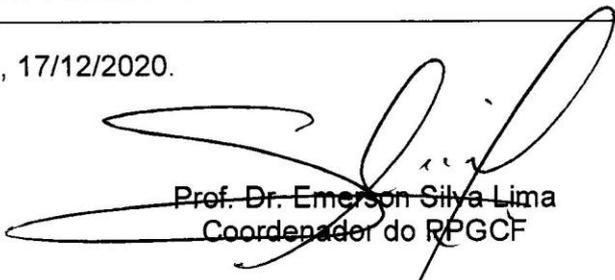
**“Quantificação de cianeto em alimentos amazônicos como ferramenta  
para análise de risco”**

**DISCENTE: STEFANY COSTA BARRONCAS**

**PARECER:**

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de Mestre em Ciências Farmacêuticas em sua forma final e definitiva pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal do Amazonas.

Manaus, AM, 17/12/2020.

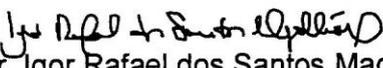


Prof. Dr. Emerson Silva Lima  
Coordenador do RPGCF

**A mesma foi apresentada perante a banca composta pelos seguintes  
professores:**



Profa. Dra. Ariane Mendonça Kluczkovski  
Orientadora e Presidente da Banca (UFAM)



Prof. Dr. Igor Rafael dos Santos Magalhães  
Membro interno (UFAM)



Profa. Dra. Maristela Martins  
Suplente (UFAM)

“A ciência é muito mais que um corpo de conhecimentos. É uma maneira de pensar.”

Carl Sagan

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à minha mãe, Lucilene Costa, que me deu a vida e me criou com muito carinho e dedicação.

Ao meu irmão, Michel Vander, que sempre foi um modelo a ser seguido e foi responsável pela criação do senso crítico que tenho hoje.

À minha orientadora, Ariane Kluczkovski, que me deu a chance de fazer este trabalho, me incentivou e me ajudou desde o início.

À minha avó, Áurea Augusta, que, em vida, me deu vários ensinamentos, carinho, amor e todo o apoio que precisava.

À minha prima, Yasmin Saraiva, que sempre foi como uma irmã e sempre me deu seu ombro amigo nos momentos difíceis.

Aos meus familiares, Bruno, Maria de Fátima, Maria Áurea e Augusto, que, mesmo de longe, pude contar com grande apoio para alcançar meus objetivos.

Aos familiares próximos, Maria Deusdete, Áureo José, Aurineide, Maria Olímpia e Kaityane, por toda ajuda e preocupação com o meu bem-estar.

Aos amigos que, apesar da distância, pude contar nos momentos de desabafo, conselhos e horas de diversão no videogame.

Aos amigos próximos, da época da faculdade e do grupo de fãs do Carl Sagan, pelos papos descontraídos, pelos passeios em diversos lugares e rodízios de pizza e sushi.

Aos amigos do NECTA, Janaína, Samir, Cibele e demais colegas pelo grande apoio e ajuda nesses últimos dois anos.

Aos professores, alunos e colaboradores da faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal do Amazonas, especialmente dos laboratórios de análises toxicológicas, FITOPHAR, LIDETEF E BIOPHAR, por dedicarem o seu tempo no ensino e acompanhamento das análises.

Muito obrigada.

## RESUMO

A mandioca e seus derivados são alimentos básicos em diversos países e a possível presença de cianeto (HCN) em sua composição é um risco à saúde que deve ser monitorado. Portanto, o objetivo do presente estudo foi quantificar o teor de cianeto na goma de tapioca obtido em feiras comerciais na cidade de Manaus (AM) e no produto pronto para consumo, tapioca. Além disso, a goma foi submetida a tratamento térmico (150-160 °C) e avaliado após preparação por reação colorimétrica e espectrofotometria. Todas as amostras (n = 30) obtiveram resultados positivos para cianeto na goma (antes do aquecimento) com uma média de 0,3008 mgHCN / kg. No entanto, após a preparação, os níveis de cianeto diminuíram para 0,1475 mgHCN / kg, diminuindo em 51%. Assim, podemos concluir que o aquecimento nas condições aplicadas provavelmente reduziu o cianeto na tapioca e o alimento estudado é seguro para o consumo.

Palavras-chave: **tapioca, atividade de água, teor de umidade, goma.**

## ABSTRACT

Cassava and by-products are staple foods in several countries and the possible presence of cyanide (HCN) in their composition is a health hazard to be monitored. Therefore, the objective of the present study was to quantify the cyanide content in tapioca starch obtained at market fairs in the city of Manaus (Amazonas, Brazil) and the ready-to-eat product, tapioca. In addition, starch was submitted to heat treatment (150-160 °C) and evaluated after preparation by colorimetric reaction and spectrophotometry. All samples ( $n=30$ ) obtained positive results for cyanide in starch (before heating) with an average of 0.3008 mgHCN/kg. However, after preparation, cyanide levels reduced to 0.1475 mgHCN/kg, decreasing by 51%. Thus, we can conclude that the heating under the applied conditions likely reduced cyanide in the tapioca and the food studied is safe for consumption.

**Keywords: tapioca; water activity; moisture content, starch**

## LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

Figura 1 -	Ácido cianídrico.....	13
Figura 2 -	Estrutura química do glicosídeo cianogênico linamarina.....	15
Figura 3 -	Mandioca ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz).....	17
Figura 4 -	Etapas do processamento das farinhas de mandioca.....	18
Figura 5 -	Etapas do processamento da fécula de mandioca.....	20
Figura 6 -	Produtos obtidos a partir da fécula de mandioca.....	21
Figura 7 -	Amostras de tapioca.....	25
Figura 8 -	Extração das amostras.....	25
Figura 9 -	Preparo de reagentes e quantificação.....	26
Gráfico 1 -	Curva Padrão.....	27
Gráfico 2 -	Comparação da concentração de HCN da Goma e da Tapioca.....	28

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estudos sobre concentração de cianeto em derivados da mandioca.....	<b>19</b>
Tabela 2 - Dados estatísticos sobre cianeto na goma e tapioca .....	<b>28</b>

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES**

Abs – Absorbância

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

Aw – Water activity

B12 – Hidroxocobalamina

CN – Cianeto

D.P – Desvio Padrão

DTA – Doenças transmitidas por alimentos

g – Grama

HCN – Ácido cianídrico

KCN – Cianeto de potássio

Kg – Kilograma

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

mc – Moisture content

mg – miligrama

Min – Minutos

nm – Nanômetros

OMS – Organização Mundial da Saúde

RDC – Resolução da diretoria colegiada

## SUMÁRIO

1.	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
2.	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	13
2.1	Agentes tóxicos em alimentos.....	13
2.2	Cianeto.....	14
2.3	Intoxicação por cianeto.....	16
2.4	Cianeto em derivados da mandioca.....	16
2.5	Processamento da mandioca.....	17
2.6	Exposição populacional aos agentes tóxicos dos alimentos.....	22
3.	<b>OBJETIVOS</b> .....	23
3.1	Objetivo geral.....	23
3.2	Objetivos específicos.....	23
4.	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	24
4.1	Amostragem e preparação das amostras.....	24
4.2	Teor de umidade e atividade de água.....	24
4.3	Análise de cianeto.....	25
4.4	Análise estatística.....	27
5.	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	28
6.	<b>CONCLUSÃO</b> .....	31
7.	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	32

## 1. INTRODUÇÃO

A alimentação é uma prática essencial no cotidiano de um indivíduo, porém diversos fatores podem colocar em risco essa prática, pois além de fontes de nutrientes, podem conter agentes tóxicos naturalmente presentes e que devem ser monitorados. Isso inclui itens industrializados, artesanais ou característicos de algumas culturas. A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma dessas importantes culturas, em termos de produção anual global. Também é conhecida como mandioca ou yuca e é cultivada principalmente por suas raízes tuberosas amiláceas, que são um alimento básico importante em várias áreas ao redor do mundo, incluindo a América do Sul (ZAINUDDIM et al., 2017). Em 2013, com a publicação da RDC n. 49 pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a produção artesanal ganhou visibilidade quanto ao incentivo à produção de alimentos artesanais a fim de preservar e proteger a cultura de povos, comunidades e agricultores familiares. Além disso, promove a regulamentação dessas atividades quanto aos métodos de controle e riscos associados ao alimento (BRASIL, 2013).

A mandioca é importante tanto para os pequenos agricultores como para as plantações em grande escala devido à sua baixa necessidade de nutrientes, capacidade de tolerar condições de seca e fácil propagação de baixo custo (BURNS et al., 2010). A mandioca está para a população africana assim como o arroz está para o asiático, ou o trigo e a batata estão para o europeu. No Brasil, a produção de mandioca e seus derivados está inserida na cultura dos povos indígenas, comunidades tradicionais e agricultores familiares. Eles podem ser comidos como chips (fritos ou cozidos), mas mais comumente são processados em farinha ou produto granulado, como tapioca e farinha, às vezes como ingrediente para produtos industrializados (PRAZERES et al., 2017; OYEYINKA et al., 2018)

O ácido cianídrico (HCN) quando presente em altas concentrações nos alimentos como os derivados da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), pode causar envenenamento e morte em pouco tempo no indivíduo que consome. As etapas de processamento são importantes para a diminuição do risco de intoxicação por esses compostos (HELBIG et al., 2008). As concentrações de glicosídeos cianogênicos em plantas variam e dependem de condições como o clima, quantidade de água, adubação e idade da planta (BENEVIDES et al., 2015) Como o HCN varia de acordo com a cultivo, o preparo dos derivados da mandioca deve ser tratado, pois de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o consumo de alimentos com concentração acima de 10 mg HCN / kg pode ser letal (OMS 2004).

Por isso é necessária a busca pelo aprimoramento de métodos mais sensíveis que possam quantificar contaminantes em alimentos, como o ácido cianídrico de modo que possa contribuir para a regulamentação sanitária. Portanto, o presente trabalho pretende avaliar a presença de cianeto em derivados da mandioca comercializados em feiras da cidade de Manaus-AM.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Agentes tóxicos em alimentos

Os alimentos contaminados, seja por agentes tóxicos ou microrganismos, normalmente se apresentam sem odores ou outros sinais de deterioração. Isso leva ao aumento do risco à saúde do consumidor que não possui o que é necessário para a identificação de alimentos aptos para o consumo, contribuindo para o aparecimento de toxinfecções de origem indefinida devido à dificuldade de associação da causa da intoxicação com o consumo de alimentos aparentemente em bom estado (VAN AMSON et al., 2006).

As doenças transmitidas por alimentos (DTA) consiste na ingestão de alimentos contaminados, principalmente por patógenos como fungos, bactérias e vírus, causadoras de diversas doenças que podem trazer sintomas leves ou levar à morte de um indivíduo que ingere um alimento contaminado. Algumas bactérias são consideradas as principais causadoras das DTAs, entre elas a *Escherichia coli*, *Salmonella entérica*, *Campylobacter jejuni*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* e *Bacillus cereus* (ALAHÍ; MUKHOPADHYAY, 2017).

Outra preocupação em relação à intoxicação por alimentos gira em torno da contaminação dos solos por metais pesados, em grande parte, é consequência da atividade industrial agrícola, sendo considerado umas das mais importantes contaminações no que se refere segurança alimentar devido à sua toxicidade. Metais como cádmio, arsênio, cobre, mercúrio, chumbo e cromo são os mais encontrados em solos contaminados. Na China, um estudo da qualidade do solo mostrou que estes metais apresentaram respectivamente 43%, 17%, 13%, 10%, 9% e 7% (HOU et al., 2020). A absorção de metais pesados pelas plantas e o acúmulo ao longo da cadeia alimentar é um risco potencial à saúde animal e humana (ONAKPA; NJAM; KALU, 2018).

Nesse sentido, torna-se necessário o monitoramento dos agentes tóxicos em alimentos com um conjunto de avaliações criteriosas que permitam determinar os riscos provenientes da contaminação alimentar, para isso, é importante que sejam colocadas em prática as ações da vigilância sanitária quanto a prevenção e o controle do consumo de alimentos contaminados que possam oferecer riscos à saúde. Além disso, as análises de alimentos coletados aleatoriamente nos comércios, quando comparados com a legislação, oferecem um bom parâmetro de controle dos níveis desses agentes (BASTOS et al., 2011).

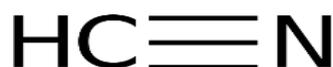
## 2.2 Cianeto

O cianeto (CN) é muito conhecido pelo seu potencial tóxico, principalmente na forma de ácido cianídrico (HCN) no qual tem efeito rápido, bloqueando a fosforilação oxidativa na mitocôndria, resultando em anóxia histotóxica. Vários elementos formam compostos com o CN, como os sais de sódio; potássio; hidrogênio; mercúrio; sais de cobre; ouro e prata. (WAY, 1984; HALL; RUMACK, 1986).

Existem também os glicosídeos cianogênicos que são formados por açúcar, aglicona e CN, e os compostos mais complexos contendo nitrilo que podem formar CN livre no qual possui toxicidade significativa (RAO et al., 2013; ALLEN; BOOKER; ROCKWOOD, 2016).

O HCN é volátil em temperaturas acima de 28°C e possui alta solubilidade em água (AKANDE et al., 2017). A estrutura química do ácido cianídrico pode ser observada na figura 1.

**Figura 1.** Ácido cianídrico

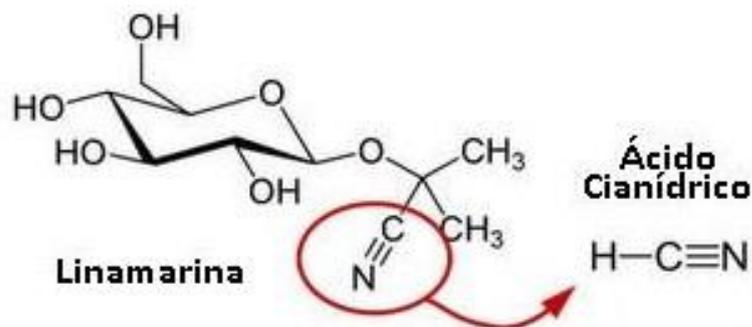


Fonte: Paginazero (2007).

Existem relatos quanto ao uso em armas químicas, homicídios, genocídios e em suicídios. Os riscos de intoxicação têm aumentado após o início da utilização deste composto pela indústria, pelo consumo de alimentos contendo glicosídeos cianogênicos e alguns medicamentos que possuem em sua formulação compostos que podem liberar CN. Entretanto, não pode ser associado apenas à atividade humana, o cianeto está presente na atmosfera terrestre e acredita-se que já esteve presente em maiores concentrações, visto que, está presente na atmosfera das estrelas e organismos biológicos como fungos e plantas que também são capazes de sintetizar e liberar compostos cianogênicos (WAY, 1984; ALLEN; BOOKER; ROCKWOOD, 2016).

O CN É formado por um átomo de carbono e um átomo de nitrogênio unidos por tripla ligação, sua ocorrência nas plantas pode ser um método de defesa, no qual cerca de 2000 espécies já foram relatadas como plantas que contêm glicosídeos cianogênicos. Esses glicosídeos cianogênicos (figura 2) são normalmente encontrados em plantas e nessa forma não oferecem riscos, mas quando são hidrolisados, principalmente quando a planta sofre algum trauma que favoreça a hidrólise, tornam-se tóxicos para os seres humanos e animais. Os mais comuns dos glicosídeos cianogênicos presentes em plantas são: Amigdalina, Prunasina, Linamarina e Lotaustralina (AMORIM; MEDEIROS; CORREA 2006; MA; DASGUPTA, 2010; KUTAY et al, 2017).

**Figura 2.** Estrutura química do glicosídeo cianogênico linamarina



Fonte Umaquimicairresistivel (2016)

### **2.3 Intoxicação por cianeto**

O consumo de alimentos com uma concentração de aproximadamente 0,5 a 3,5 mg de HCN/kg pode ser letal (BENEVIDES et al., 2015). Os sinais e sintomas variam conforme a gravidade, no início podem ser apresentados sintomas como hiperpnéia, vômitos e estimulação do sistema nervoso central, e outros sintomas mais graves como bradicardia, hipotensão, convulsões e coma (HALL; RUMACK, 1986; CARDOSO et al., 2005).

O tratamento baseia-se na administração da hidroxocobalamina (vitamina B12) por ser o antídoto mais eficaz devido sua rapidez na ação, afinidade pela molécula e rápida excreção sem causar intoxicação no indivíduo (DUEÑAS-LAITA et al., 2000). Alguns estudos apontam que a alimentação deficiente em aminoácidos e vitamina B12 podem potencializar o efeito do ácido cianídrico (HELBIG, 2008).

### **2.4 Cianeto em derivados da mandioca**

No que se refere a fontes alimentares, a mandioca é uma das plantas de principal importância não somente no norte do país, mas também no mundo todo. Seu processamento e consumo é marcado pela ciência da existência de glicosídeos cianogênicos (linamarina e lotaustralina), o que torna preocupante os níveis residuais presentes nos alimentos derivados da mandioca (BRITO et al., 2009; BURNS et al., 2012; ABREU et al., 2017).

A hidrólise da linamarina ocorre com a ruptura do tecido da mandioca, fazendo com que a enzima linamarase seja ativada, ocasionando a formação da cianidrina e, posteriormente, a liberação de CN em forma de HCN. A união dessas substâncias é classificada como cianeto total (ABREU et al., 2017).

A mandioca (figura 3) é classificada popularmente como brava e mansa. A mandioca brava é a principal utilizada na produção da farinha de mandioca, fécula e outros alimentos bastante comuns na região amazônica, é caracterizada pelo alto teor de glicosídeos cianogênicos, sendo a concentração superior a 100mg de HCN/kg. Enquanto que a mansa

(concentração inferior a 50mg de HCN/kg) não necessita passar pelos mesmos cuidados no processamento, por apresentar baixo teor de glicosídeos cianogênicos pode ser preparada para o consumo por meios simples (VALLE et al., 2004; CHISTÉ; COHEN; OLIVEIRA, 2005).

**Figura 3.** Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)



Fonte: Retirado de < <http://alimentosesuascuriosidades.blogspot.com/2017/08/mandioca-brava-x-mandioca-mansa.html>> Acesso em: 17 de novembro de 2020

## 2.5 Processamento da Mandioca

Quanto ao processo, por vários anos houve a necessidade de aprimoramento dos métodos desde a colheita até o cozimento para a redução dos compostos cianogênicos, o que ainda em muitos casos não é completamente eficaz, visto que ainda permanecem resíduos (BRADBURY; EGAN; LYNCH, 1991).

Modesto Junior et al. (2019) estudaram como método de desintoxicação o tratamento térmico em folhas de mandioca sob temperatura e tempo de secagem em estufa e processos de cozimento em água quente na degradação do HCN para obtenção de produto seguro para consumo humano. Segundo os autores, houve uma redução eficiente da HCN. A farinha brasileira de mandioca é obtida por meio de um processo básico no qual as raízes são submetidas a uma sequência de etapas: descascamento, ralamento, prensagem (liberação de efluentes), secagem (emissão de vapor) e peneiramento. Para a eliminação do HCN, devem ser feitas as etapas de ralar, prensar e secar. A grade e a prensagem geram um efluente,

popularmente conhecido como manipueira, com alto teor de HCN, sendo a secagem a etapa responsável pela volatilização do HCN remanescente no ar. Nesse sentido, trabalhadores brasileiros que se dedicam à produção de farinha podem estar cronicamente expostos ao HCN em níveis acima dos limites de segurança. (Zacarias et al., 2017). O esquema das etapas de processamentos das farinhas seca e d'água, derivadas da mandioca, pode ser observado na figura 4.

**Figura 4.** Etapas do processamento das farinhas de mandioca.



Fonte: Barroncas (2020).

No Brasil, o consumo do produto da mandioca denominado “tapioca” é frequente e ocorre de forma intensa na população, inclusive como “comida fora de casa” (Queiroz & Coelho, 2017). No entanto, o impacto do tratamento térmico no produto pronto para consumo

ainda não foi avaliado. A tabela 1 mostra alguns dados sobre a concentração de cianeto em derivados da mandioca.

**Tabela 1.** Estudos sobre concentração de cianeto em derivados da mandioca.

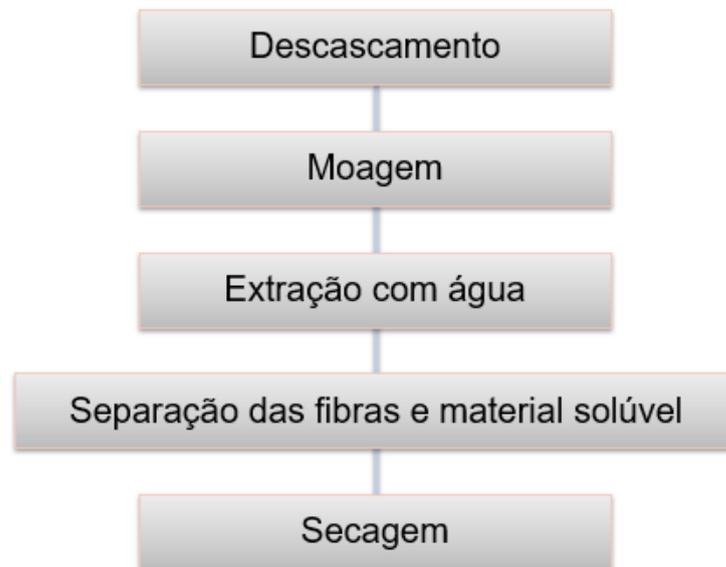
Tipo de Amostra	Quantidade de Amostra	Resultado médio <sup>1</sup> (faixa)	Reação	Autores
Farinha de mandioca			Colorimetria e espectrofotometria	Chisté e Cohen (2008)
Seca	10	7,54 a 20,78		
D'água	10	3,57 a 12,36		
Farinhas de mandioca			Colorimetria e espectrofotometria	Mudim et al (2015)
Seca				
d'água	3	2,55		
mista	11	5,46		
	16	2,91		
Parênquima da mandioca	11	13 a 27	Reação enzimática, colorimetria e espectrofotometria	Bradbury, Egan e Lynch (1991)
Farinha de mandioca	50	4,3	kit picrate B2 e método de molhamento simples	Cumbana et al. (2007)
Tubérculos de mandioca	5	17,1	Reação enzimática, colorimetria e espectrofotometria	Charles et al. (2005)
Tapioca	30	6,2	picrate paper kit para cianeto total e kit color chart (0-800 ppm) para quantificação	Adindu; Olayemi e Nze-Dikeos (2003)

<sup>1</sup>Expresso em mg HCN/Kg

Da mandioca surgem as farinhas seca e d'água que passam por processos semelhantes, logo após a obtenção da matéria-prima, é feita a limpeza, o descascamento, trituração, prensagem, desmembramento e secagem em forno aberto a 160°C. A principal utilizada na região amazônica é a farinha d'água e Diferencia-se da farinha seca apenas na etapa de maceração por 4 dias na qual a farinha d'água passa antes da etapa de descascamento (CHISTÉ et al., 2010; MUNDIM et al., 2015).

A goma de tapioca é utilizada para o preparo da tapioca (figura 6) e é obtida a partir da fécula de mandioca, no qual o processo de obtenção (figura 5) é caracterizado pela extração aquosa da massa ralada de mandioca após o descascamento, moagem, extração com água, separação das fibras e do material solúvel e secagem. O produto é muito consumido na região amazônica assim como a farinha de tapioca, sendo comercializados em feiras livres e normalmente produzidos de maneira artesanal (DÓSEA et al., 2009; SILVA et al., 2013).

**Figura 5.** Etapas do processamento da fécula de mandioca



Fonte: SILVA et al. (2013)

**Figura 6.** Produtos obtidos a partir da fécula de mandioca

(a) Goma de tapioca



Retirado de: <<http://tudosobretapioca.com.br/goma-de-tapioca-o-que-e/>> Acesso em: 17 de Novembro de 2020.

(b) Tapioca



Retirado de: <<https://www.tudoreceitas.com/receita-de-beiju-de-tapioca-1935.html>> Acesso em: 17 de Novembro de 2020.

As normas brasileiras que se aplicam ao processamento da mandioca em todas as etapas que acometem desde a colheita até o consumo do produto, variam devido a quantidade de ministérios envolvidos no setor de alimentos. O setor que regulamenta a produção de produtos de origem vegetal é o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e a parte da industrialização e comercialização fica a cargo do Ministério da Saúde (ANVISA). O MAPA também possui participação nas normas para produtos industrializados, visando principalmente a qualidade em vários processos, incluindo os produtos derivados da mandioca como a farinha, raspas, fécula e tapioca (SARMENTO, 2010).

A Instrução Normativa nº 23, de 14/12/2005 do MAPA que trata do regulamento técnico de identidade e qualidade dos produtos amiláceos derivados da raiz de mandioca, classifica a tapioca como produto que se apresenta sob forma de grânulos irregulares, poliédricos ou esféricos dependendo do processo de fabricação. Também determina ainda que os produtos devem se apresentar limpos, secos e sem odores estranhos e, caso necessário, o MAPA pode requisitar análises de possíveis contaminações biológicas ou de substâncias nocivas à saúde (BRASIL, 2005).

## **2.6 Exposição populacional aos agentes tóxicos dos alimentos**

Os dados sobre monitoramento ou vigilância em produtos alimentícios crus geralmente se concentram nas substâncias químicas individuais desses produtos e nem sempre fornecem uma avaliação direta da exposição populacional à dieta. Existem poucos dados na literatura em relação a análise de alimentos prontos para comer, o que leva a superestimação da quantidade de contaminantes presentes nos alimentos. (CARBALLO et. al., 2019)

A extensão da carência de dados relevantes para avaliar o risco varia de acordo com o país, sendo os países em desenvolvimento os mais afetados. Desse modo, a ausência de dados necessários para a estimativa de exposição é considerada como uma falta crítica em um processo de avaliação de risco, pois uma estimativa de risco sem precisão, pode gerar uma falsa imagem global da situação para os gerentes de risco e, conseqüentemente, pode leva-los a tomar decisões equivocadas (ADEYEYE, 2017). Etapas de pós-processamento, como armazenamento e manuseio também contribui para a contaminação química, como aflatoxina e metais pesados. (OMOHIMI et al, 2019)

A definição de avaliação da exposição é a estimativa qualitativa e/ou quantitativa da possibilidade de ingestão de agentes biológicos, químicos ou físicos através dos alimentos e também, exposição de outras fontes de relevância. Para calcular a margem de exposição de uma população a um agente toxico de um alimento como o cianeto, por exemplo, são necessários dados sobre a concentração da substância no alimento (mg/kg), o consumo do alimento (kg) e o peso corpóreo (kg) do indivíduo ou população de um determinado estudo. A estimativa da exposição é dada em mg/kg peso corpóreo (JARDIN & CALDAS, 2009).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral**

- Quantificar agentes tóxicos (cianeto) em derivados da mandioca (tapioca) comercializados na cidade de Manaus-AM.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Determinar o nível de cianeto na goma e tapioca preparada;
- Avaliar a eficácia do tratamento térmico nas amostras;
- Quantificar o teor de umidade e atividade de água na goma de tapioca;
- Relacionar os dados obtidos com a margem de exposição ao consumo.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Amostragem e preparação das amostras**

As 30 amostras de goma de tapioca foram adquiridas em feiras comerciais localizadas em diferentes zonas da cidade de Manaus (AM), em embalagens plásticas comerciais de 1kg, e à temperatura ambiente (25-35 °C). As análises foram feitas separando-se as amostras em: (a) matéria-prima (goma de tapioca) que foi analisada antes e após o preparo e (b) pronta para comer (tapioca preparada). Para as análises, as tapiocas foram preparadas da seguinte forma: 30g foram pesados e levados ao fogo pré-aquecido em uma pequena frigideira com temperatura de aproximadamente 150-160 ° C. A goma foi adicionada à panela com o auxílio de uma colher de sopa espalhando-a sobre toda a superfície até que ficasse totalmente coberto. Após 2 min de aquecimento, as tapiocas foram viradas e aquecidas por mais 30 segundos e então removidas. As amostras estão representadas na figura 7.

### **4.2 Teor de umidade e atividade de água**

O teor de umidade (mc) foi determinado em triplicata, por meio da balança eletrônica de umidade (SHIMADZU, MOC-120H, Kyoto, Japão) com secador de infravermelho sob temperatura de 105° C (CECCHI,2003) e a leitura de atividade de água (Aw) foi realizada usando o equipamento AquaLab série 4TE (DECAGON) em temperatura ambiente (25 ° C) AOAC (2016).

**Figura 7.** Amostras de tapioca

(a) Goma de tapioca



Fonte: Barroncas (2019)

(b) Tapioca preparada



Fonte: Barroncas (2019)

### 4.3 Análise de cianeto

A análise de cianeto foi realizada de acordo com Brito et al. (2009) usando cianeto de potássio (KCN Vetec®, 96% puro). Para a extração (figura 8), 3g da amostra foram pesados e homogeneizados por 1 minuto com água destilada. Em seguida, a mistura foi filtrada em papel filtro, os resíduos descartados e o líquido separado em frascos de vidro âmbar para posterior análise.

**Figura 8.** Extração das amostras

(a) Extração em papel filtro



Fonte: Barroncas, 2019

(b) Armazenamento dos extratos



Fonte: Barroncas, 2019

Para a quantificação (figura 9), os extratos das amostras foram adicionados aos tubos de ensaio com tampa, misturados aos reagentes e imediatamente levados ao banho-maria a 37 °C / 15 min. As amostras foram analisadas em espectrofotômetro digital (UV / VIS 5100) no comprimento de onda de 535nm e em triplicata.

**Figura 9.** Preparo de reagentes e quantificação

(a) Reagentes e extratos



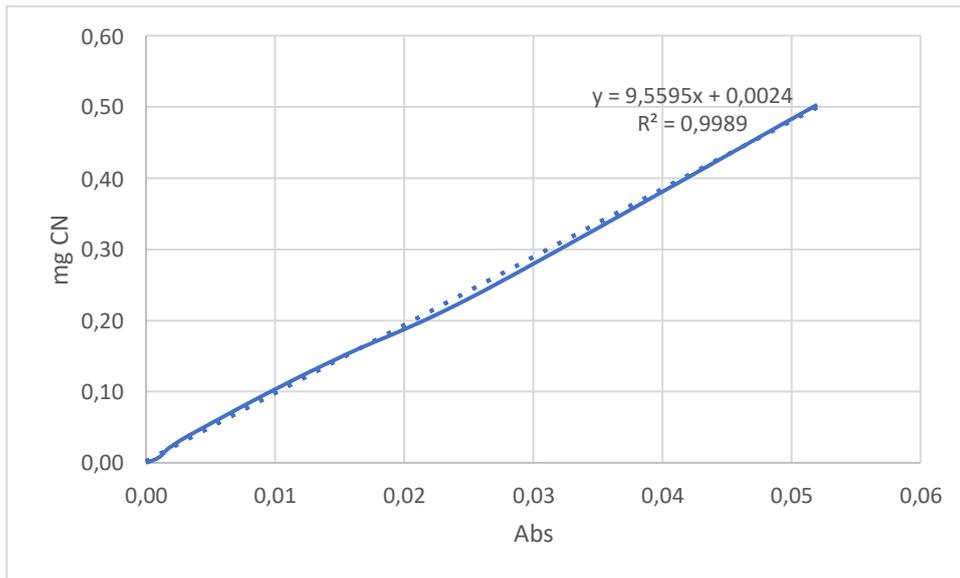
Fonte: Barroncas, 2019

(b) Espectrofotometria



Fonte: Barroncas, 2019

Os valores de absorbância foram calculados de acordo com a equação da curva padrão ( $x$  = absorbância da amostra) e os resultados expressos em mg HCN/kg (peso seco). A curva padrão foi estabelecida com doses crescentes de cianeto livre, que variaram de 0,00104 a 0,0520 mg. A reação de cor com picrato alcalino desenvolveu um gradiente de cor de acordo com a variação da concentração de CN. As concentrações obtidas variaram de 0,008 a 0,0053 e esses dados foram utilizados para construir a curva padrão da concentração de cianeto (gráfico 1), na qual foi gerada a fórmula  $y = 9,5595x + 0,0024$   $R^2$  0,9989. Para o cálculo da variável perda de cianeto, foi adotada a fórmula: teor de Perda de mgHCN kg = mgHCN kg Goma - mgHCN kg Tapioca.

**Gráfico 1.** Curva padrão.

O cálculo da margem de exposição foi realizado de acordo com a equação:

$$\text{Exposição} = \frac{\text{Concentração da substância} \times \text{Consumo do alimento}}{\text{Peso corpóreo}}$$

#### 4.4 Análise estatística

O teste t de Student foi utilizado para avaliar os resultados obtidos nos ensaios laboratoriais em triplicata, observando se o valor médio encontrado seguia a distribuição normal. A análise de variância (ANOVA) foi utilizada para verificar se há diferença significativa entre as médias obtidas.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tanto as amostras de tapioca crua (Goma) quanto as prontas para o consumo (Tapioca) apresentaram resultados positivos para a presença de cianeto (Tabela 2). Para as variáveis mg HCN kg Goma e  $A_w$  Goma, o valor de  $p < 0,05$  não seguiu a distribuição normal. Para as variáveis mg HCN kg Tapioca, Perda de mg HCN kg e  $mc$  da Goma, os dados seguiram a distribuição normal.

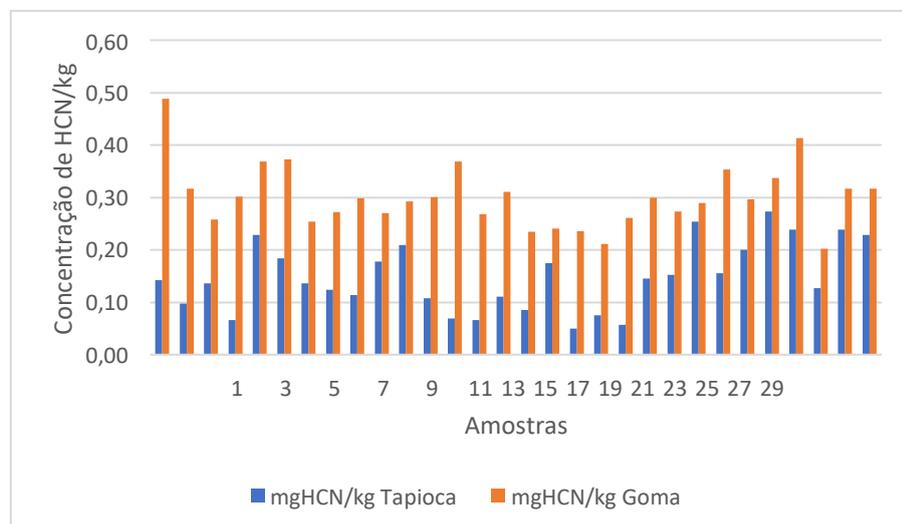
**Tabela 2.** Dados estatísticos sobre cianeto na goma e tapioca

Variáveis <sup>1</sup>	Média	D.P	Min - Max	p-valor
<b>Tapioca</b>	0.1475	0.0644	0.0500 - 0.2730	0.150
<b>Goma</b>	0.3008	0.0606	0.2020 - 0.4880	0.047
<b>Perda</b>	0.1533	0.0707	0.0350 - 0.3450	0.167
<i>mc</i> <sup>2</sup>	42.4190	1.0120	39.6600 - 44.0400	0.200
$A_w$ <sup>3</sup>	0.9952	0.0019	0.9882 - 0.9985	0.011

<sup>1</sup>mgHCN kg; <sup>2</sup>Porcentagem; <sup>3</sup>Atividade de Água

A perda média de mg HCN/kg entre a Goma e a Tapioca caracterizou uma redução de aproximadamente 51% e pode ser observada no gráfico 2.

**Gráfico 2.** Comparação da concentração de HCN da Goma e da Tapioca



De acordo com Chisté et al. (2007), as concentrações de cianeto podem variar devido a fatores no cultivo e processamento da mandioca. A origem das amostras, que foram adquiridas em feiras e bancas diferentes, podem não ser do mesmo produtor, da mesma linha de produção e do mesmo cultivar. Aqui, os resultados dos valores de cianeto na tapioca variaram de 0,050 a 0,273 mg HCN/kg. Na Nigéria, Adindu et al. (2003) obtiveram valores de cianeto de aproximadamente 6,2 mg/kg em amostras de tapioca. Apesar das diferentes metodologias empregadas pelos dois estudos, os resultados obtidos também ficaram abaixo do limite considerado letal. Além dos métodos distintos, essa diferença também pode ser explicada pelo fato de que o processamento para a obtenção do produto, a forma de preparo e as formas de consumo variam de país para país. Sabendo que os valores encontrados nas amostras do presente estudo estão longe do que pode ser prejudicial à saúde de acordo com os limites estabelecidos pela OMS, Anandan et al. (2015) monitoraram um paciente de 20 anos com fibrose endomiocárdica (EMF). Os autores associaram a condição ao consumo de tapioca por ser este o alimento mais consumido pelo paciente e seus resultados nos exames não indicaram outra causa que justificasse o diagnóstico. Outro estudo envolvendo 47 pacientes (homens e mulheres de 21 a 63 anos) também associou o consumo crônico de derivados da mandioca, como a tapioca, ao hipotireoidismo. Balajee et al. (2016) relacionaram essa condição com base nos níveis de HCN presentes na mandioca e no consumo prolongado de produtos derivados. Essas relações de consumo e doença são relevantes, embora outros estudos com maior número de pacientes sejam ideais para melhor comparação e incentive a criação de novos métodos para prevenir o consumo crônico de subprodutos da mandioca. Devido à escassez de dados quanto à concentração de cianeto na goma ou na tapioca para a comparação dos resultados, os achados aqui obtidos foram comparados com outros dados da literatura que avaliaram a farinha de mandioca. Mundim et al. (2015) encontraram valores que variam de 2,55 a 5,46 mg HCN/kg

na cidade de Coari (Amazonas, Brasil). Charles et al. (2005) relataram uma média de 17,1 mg HCN/kg. Dentre os valores encontrados na literatura, os resultados do presente estudo possuem as menores concentrações de HCN, sendo assim considerado seguro quanto ao limite de ingestão por quilo de peso corporal. Diante disso, levando em consideração um indivíduo de 60 kg, seriam necessários o consumo de cerca de 4 toneladas da tapioca para alcançar a DL50 de 10mg/kg de peso aceita pela OMS. (CHISTE et al., 2010)

Silva et al. (2013) definiram que resultados elevados de mc referem-se à maior capacidade de adsorção de água e suas características granulométricas. No estudo em que avaliaram o amido, os autores encontraram mc <15%, abaixo do limite recomendado pela legislação brasileira para produtos derivados da mandioca. Para o amido, o limite recomendado é mc <14% (Brasil 2005), demonstrando que as amostras deste estudo estão acima do limite recomendado, possivelmente favorecendo a deterioração. Nossos resultados variaram de 39,6 a 44,04%, indicando que as amostras não estavam dentro do limite recomendado. Alguns fatores, como processamento, armazenamento e ambiente, podem ter contribuído para os altos valores de mc nas amostras analisadas. Nesse sentido, a intervenção de agentes públicos de saúde do governo é necessária para incrementar as ações de melhoria da qualidade da goma e da tapioca para os consumidores.

## 6. CONCLUSÃO

Observou-se que todas as amostras obtiveram resultados positivos para a presença de HCN em determinadas concentrações, sendo que as maiores concentrações foram encontradas nas gomas de tapioca. No que se refere ao tratamento térmico, houve redução das concentrações de HCN em todas amostras após o preparo da tapioca, o que comprova a eficácia da aplicação deste tipo de tratamento em gomas. Além disso, os valores altos de atividade de  $a_w$  e  $mc$  demonstraram que as amostras de goma de tapioca estavam mais propícias a sofrer deterioração. Também conclui-se que, através do cálculo da margem de exposição, o alimento estudado não oferece risco à vida quanto ao consumo diário e encontra-se dentro dos limites de ingestão de HCN/kg recomendados pela OMS.

No entanto, mais estudos sobre o consumo crônico de alimentos usados como subprodutos da mandioca são necessários para avaliar doenças que podem ser causadas pela ingestão de cianeto em baixas concentrações e por longos períodos. Adicionalmente, sugere-se também a avaliação de amostras de diferentes regiões / cidades da Amazônia para entender a influência do clima ou características geográficas do solo no teor de cianeto da mandioca utilizada na produção da goma. Além disso, as condições de armazenamento precisam ser corrigidas para evitar níveis de  $mc$  acima dos limites legais para evitar contaminação por microrganismos e deterioração do produto.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, L. F.; CARVALHO, A.V.; THOMÁZ, K.T.C.; THOMÁZ, B.C.; CARDOSO, T.N. **Residual de compostos cianogênicos em farinhas de mandioca comercializadas no estado de Pará.** Brasília: Embrapa Amazônia Oriental, 2017.
- ADEYEYE, S. A. O. **The role of food processing and appropriate storage technologies in ensuring food security and food availability in Africa.** Nutrition & Food Science, Vol. 47(1), p. 122-139, 2017.
- ADINDU, M. N.; OLAYEMI, F. F.; NZE-DIKE, O. U. **Cyanogenic potential of some cassava products in Port Harcourt markets in Nigeria.** Journal of Food Composition and Analysis, [s.l.], Vol. 16(1), p. 21-24, 2003.
- AKANDE, S. A.; ONYEBGULA, A. F.; SALAWU, R. A.; OLADIPO, A. K.; ADETUNJI, C. O. **Effects of post-harvest handling on hydrogen cyanide content of cassava products obtained from Ilorin-West urban markets, Nigeria.** African Journal of Food Science, Omu-Aranv, Vol. 11(11), p. 362-368, 2017.
- ALAHY, M. E. E.; MUKHOPADHYAY, S. C. **Detection Methodologies for Pathogen and Toxins: a review.** Sensors, Vol. 17(8), p. 1885-1886, 2017.
- ALLEN, A. R.; BOOKER, L.; ROCKWOOD, G. A. **Acute cyanide toxicity.** Toxicology Of Cyanides And Cyanogens, p.1-20, 2016.
- AMORIM, S. L.; MEDEIROS, R. M. T.; RIET-CORREA, F. **Intoxicações por Plantas Cianogênicas no Brasil.** Ciência Animal, Patos, Vol. 16(1), p. 17-26, 2006.
- ANANDAN, P. K.; SHUKKARBHAI, P.J.; GEORGE, J.; BHATT, P.; MANJUNATH, C.N. **Tapioca Cardiomyopathy: Curse of Cassava Endomyocardial Fibrosis.** Cardiology Research, Vol. 6(2), p. 260-262, 2015.
- AOAC. **International Association of Official Analytical Chemists International. Official Methods of Analysis of AOAC International.** 20 th ed., 2016.
- BALAJEE, D.; BILODI, A.K.S.; GOPINATH, V.; BENNY. B.K. **A Study on Cassava [tapioca] Causing Hypothyroidism.** Journal of Evidence Based Medicine and Healthcare, Vol. 3(56), p. 2894-2898, 2016.
- BASTOS, L. H. P.; CARDOSO, M. H. W. M.; NÓBREGA, A. W.; JACOB, S. C. **Possíveis fontes de contaminação do alimento leite, por agrotóxicos, e estudos de monitoramento de seus resíduos: uma revisão nacional.** Cad. Saúde Colet., Rio de Janeiro, Vol. 19(1), p. 51-60, 2011.

BENEVIDES, C.M. J.; SOUZA, M.V.; SOUZA, R.D.B.; LOPES, M.V. **Fatores antinutricionais em alimentos: revisão**. Segurança Alimentar e Nutricional, Salvador, Vol. 18(2), p. 67-79, 2015.

BRADBURY, J H; EGAN, S V; LYNCH, M J. **Analysis of cyanide in cassava using acid hydrolysis of cyanogenic glucosides**. Journal of The Science of Food and Agriculture, Camberra, Vol. 55(2), p. 277-290, 1991.

BRASIL, Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº 23, DE 14 DE DEZEMBRO DE 2005. **Regulamento técnico de identidade e qualidade dos produtos amiláceos derivados da raiz de mandioca**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 15 de dezembro de 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução-RDC nº 49, de 31 de outubro de 2013**. Brasília, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução- RDC nº 281, de 06 de outubro de 2003**. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/393845/Resolucao\\_RDC\\_n\\_281\\_de\\_06\\_de\\_outubro\\_de\\_2003.pdf/37e5b459-5f82-4a8b-8da7-ba29d4408174/](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/393845/Resolucao_RDC_n_281_de_06_de_outubro_de_2003.pdf/37e5b459-5f82-4a8b-8da7-ba29d4408174/)>. Acesso em: 05 de agosto de 2019.

BRITO, V. H. S.; RAMALHO, R.T.; RABACOW, A.P.M.; MORENO, S.E.; CEREDA, M. **Colorimetric method for free and potential cyanide analysis of cassava tissue**. Gene Conserve, Vol. 8(34), p. 841-852, 2009.

BURNS, A.; BRADBURY, J.; CAVAGNARO, T.; GLEADOW, R. **Total cyanide content of cassava food products in Australia**. Journal of Food Composition and Analysis, Vol. 25(1), p. 79-82, 2012.

BURNS, A., GLEADOW, R., CLIFF, J., ZACARIAS, A.; CAVAGNARO, T. **Cassava: the drought, war and famine crop in a changing world**. Sustainability., Vol. 2(11), 3572-3607, 2010.

CARDOSO, A. P.; MIRIONE, E.; ERNESTO, M.; MASSAZA, F.; CLIFF, J.; REZAUL HAQUE, M.; Bradbury, J. H. **Processing of cassava roots to remove cyanogens**. Journal of Food Composition and Analysis, Camberra, Vol. 18(5), p. 451-460, 2005.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2. ed. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2003.

CHARLES, A. L.; SRIROTH, K.; HUANG, T. **Proximate composition, mineral contents, hydrogen cyanide and phytic acid of 5 cassava genotypes.** Food Chem, 92, p. 615-620, 2005.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O. **Determinação de cianeto total nas farinhas de mandioca do grupo seca e d'água comercializadas na cidade de Belém – PA.** Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Ponta Grossa, Vol. 2(2), p. 96-102, 2008.

CHISTE, R. C.; COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; OLIVEIRA, S. S. **Quantificação de cianeto total nas etapas de processamento das farinhas de mandioca dos grupos seca e d'água.** Acta Amazonica, Manaus, Vol. 40(1), p.221-226, 2010.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O.; MATHIAS, E. A.; RAMOA JUNIOR, A. G. A. **Study of physical-chemical and microbiological properties when processing cassava flour from the water group.** Food Sci. Technol., 27, p. 265-269, 2007.

CHISTÉ, R. C.; COHEN, K. O.; OLIVEIRA, S. S. **Determinação de cianeto durante as etapas de processamento da farinha de mandioca do grupo seca.** III Seminário de Iniciação Científica da UFRA e IX da Embrapa Amazônia Oriental/2005.

CUMBANA, A. MIRIONEB, E.; CLIFF, J.; J.; BRADBURY, J. H. **Reduction of cyanide content of cassava flour in Mozambique by the wetting method.** Food Chem., 101, p. 894-897, 2007.

DÓSEA, R. R.; MARCELLINI, P. S.; SANTOS, A. A.; RAMOS, A. L. D.; LIMA, A. S. **Qualidade microbiológica na obtenção de farinha e fécula de mandioca em unidades tradicionais e modelo.** Ciência Rural, Santa Maria, Vol. 40(2), p. 411-416, 2009.

DUEÑAS-LAITA, A.; XARAU, S. N. **Intoxicación por el hum de los incêndios: tratamiento antidótico a base de vitaminas.** Medicina Clinica, Barcelona, Vol. 114(17), p. 658-660, 2000.

HALL, A. H.; RUMACK, B. H. **Clinical toxicology of cyanide.** Annals of Emergency Medicine, Colorado, Vol. 15(9), p. 1067-1074, 1986.

HELBIG, E.; BUCHWEITZ, M. R. D.; GIGANTE, D. P. **Análise dos teores de ácidos cianídrico e fítico em suplemento alimentar: multimistura.** Revista de Nutrição, Campinas, Vol. 21(3), p. 323-328, 2008.

HOU, D.; O'CONNOR, D.; IGALAVITHANA, A. D.; ALESSI, D. S.; LUO, J.; TSANG, D. C. W.; SPARKS, D. L.; YAMAUCHI, Y.; RINKLEBE, J.; OK, Y. S. **Metal contamination and bioremediation of agricultural soils for food safety and sustainability.** Nature Reviews Earth & Environment, 1(7), 366-381, 2020.

- JARDIM, A. N. O.; CALDAS, E. D. **Exposição humana a substâncias químicas potencialmente tóxicas na dieta e os riscos para saúde.** *Química Nova*, 32(7), 1898-1909, 2009.
- KUTAY, Y.; BANU, D.; REMZI, G.; M ERMAN, O. **Cyanide Poisoning in Cattle.** *Journal of Dairy & Veterinary Sciences*, Istambul, 1(4), 2017.
- MA, J.; DASGUPTA, P. K. **Recent developments in cyanide detection: a review.** *Analytica Chimica Acta*, Arlington, 673(2), 117-125, 2010.
- MODESTO-JUNIOR, E. M., CHISTÉ, R.C.; PENA, R. S. **Oven drying and hot water cooking processes decrease HCN contents of cassava leaves.** *Food Res.*, 119, 517-523, 2019.
- MUNDIM, S. M.; KLUCZKOVSKI, A. M.; RODRIGUES, J. C.; BRITO, V. H.; FERNANDES, O. C. **Cyanide influence on the growth of mycotoxigenic fungi from cassava flour in vitro.** *African Journal of Microbiology Research*, 9(17), 1184-1188, 2015.
- OMOHIMI, C.; PICCIRILLO, C.; FERRARO, V.; RORIZ, M. C.; OMEMU, M. A.; DIAS SANTOS, S. M.; SANTOS, S. M. D.; RESSURREIÇÃO, S.; ABAYOMI, L.; ADEBOWALE, A.; VASCONCELOS, M. W.; OBADINA, O.; SANNI, L.; PINTADO, M. M. E. **Safety of Yam-Derived (*Dioscorea rotundata*) Foodstuffs—Chips, Flakes and Flour: Effect of Processing and Post-Processing Conditions.** *Foods*, 8(1), 12, 2019
- ONAKPA, M. M.; NJAN, A. A.; KALU, O. C. **A Review of Heavy Metal Contamination of Food Crops in Nigeria.** *Ann Glob Health*. 84(3), p. 488–494, 2018.
- OYEYINKA, S. A.; OJUKO, I. B.; OYEYINKA, A. T.; AKINTAYO, O. A.; ADEBISI, T. T.; ADELOYE, A. A. **Physicochemical properties of novel non-gluten cookies from fermented cassava root.** *J. Food Process. Preserv.*, 42(11), 2018.
- PRAZERES, I. C. D.; DOMINGUES, A. F. N.; CAMPOS, A. P. R.; CARVALHO, A. V. **Elaboration and characterization of snack bars made with ingredients from the Amazon.** *Acta Amaz.*, 47(2), 103-110, 2017.
- QUEIROZ, P. W. V.; COELHO, A. B. **Food away from Home: An Investigation about the Determinants of the Consumption Decision of Brazilian Households.** *Análise Econômica*. 35(67), 67-104, 2017.
- RAO, P.; SINGH, P.; YADAV, S. K.; GUJAR, L. N.; BHATTACHARYA, R. **Acute toxicity of some synthetic cyanogens in rats: time-dependent cyanide generation and cytochrome**

**oxidase inhibition in soft tissues after sub-lethal oral intoxication.** Food And Chemical Toxicology, 59, 595-609, 2013.

SARMENTO, S. B. S. **Legislação Brasileira para Derivados da Mandioca.** Revista Raízes e Amidos Tropicais, São Paulo, 6, 99-119, 2010.

SILVA, P. A.; CUNHA, R. L.; LOPES, A. S.; PENA, R. S. Caracterização de farinhas de tapioca produzidas no estado do Pará. **Ciência Rural** Santa Maria, 43(1), 185-191, 2013.

VALLE, T. L.; CARVALHO, C. R. L.; RAMOS, M. T. B.; MÜHLEN, G. S.; VILLELA, O. V. **Conteúdo cianogênico em progênies de mandioca originadas do cruzamento de variedades mansas e bravas.** Bragantia, Campinas, Vol. 63(2), p. 221-226, 2004.

VAN AMSON, G.; HARACEMIV, S. M. C.; MASSON, M. L. **Levantamento de dados epidemiológicos relativos à ocorrências/ surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTAs) no estado do Paraná Brasil, no período de 1978 a 2000.** Ciência e Agrotecnologia, Curitiba, Vol. 30(6), p. 1139-1145, 2006.

WAY, J. L. **Cyanide Intoxication and its Mechanism of Antagonism.** Annual Review of Pharmacology and Toxicology, Texas, Vol. 24(1), p. 451-481, 1984.

WHO. **Hydrogen Cyanide and Cyanides: Human Health Aspects.** World Health Organization, 2004. Disponível em:  
<<https://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad61.pdf?ua=1>.> Acesso em: 25 de junho de 2020.

ZACARIAS, C. H.; ESTEBAN, C.; RODRIGUES, G. L.; NASCIMENTO, E. S. **Occupational exposure to hydrogen cyanide during large-scale cassava processing, in Alagoas State, Brazil.** Cad. Saúde Pública., Vol. 33(7), 2017.

ZAINUDDIN, I. M.; FATHONI, A.; SUDARMONOWATI, E.; BEECHING, J. R.; GRUISSEM, W.; VANDERSCHUREN, H. **Cassava post-harvest physiological deterioration: From triggers to symptoms.** Postharvest Biol. Technol., 142, 115-123, 2017.