



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS



PAOLA TABATA MARTINS CUTOLO

**ESTUDO DOS AGENTES TÓXICOS NATURALMENTE  
PRESENTES NOS ALIMENTOS: Glicosídeos Cianogênicos e  
Glicosinolatos**

LIMEIRA

2015



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS



PAOLA TABATA MARTINS CUTOLO

**ESTUDO DOS AGENTES TÓXICOS NATURALMENTE  
PRESENTES NOS ALIMENTOS: Glicosídeos Cianogênicos e  
Glicosinolatos**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado como requisito parcial para  
obtenção do título de bacharel em Nutrição à  
Faculdade de Ciências Aplicadas da  
Universidade Estadual de Campinas.

Orientadora: Prof. Dra. Cíntia Bezuti Giora

Co-orientadora: Prof. Dra. Adriane Elisabete Antunes de Moraes

LIMEIRA

2015

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Ciências Aplicadas  
Sueli Ferreira Júlio de Oliveira - CRB 8/2380

C979e Cutolo, Paola Tabata Martins, 1993-  
Estudo dos agentes tóxicos naturalmente presentes em alimentos : glicosídeos cianogênicos e glicosinolatos / Paola Tabata Martins Cutolo. – Campinas, SP : [s.n.], 2015.

Orientador: Cíntia Bezuti Giora.  
Coorientador: Adriane Elisabete Antunes de Moraes.  
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas.

1. Alimentos - Toxicologia. 2. Nutrição - Alimentos. 3. Intoxicação alimentar. I. Giora, Cíntia Bezuti. II. Moraes, Adriane Elisabete Antunes de. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Aplicadas. IV. Título.

Informações adicionais, complementares

**Título em outro idioma:** Toxic agents naturally found in food study: cyanogenic glycoside and glucosinolate

**Palavras-chave em inglês:**

Food - Toxicology

Nutrition - Food

Food poisoning

**Titulação:** Bacharel em Nutrição

**Banca examinadora:**

Mauricio Ariel Rostagno

**Data de entrega do trabalho definitivo:** 24-06-2015

*À minha família, por seu apoio incondicional e sua capacidade de sempre acreditar e investir em mim. Mãe, sua dedicação e amor me deram, em alguns momentos, a energia para seguir. Pai, sua presença e cuidado significou segurança e certeza de que não estou sozinha nessa caminhada. Amo vocês!*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, gostaria de agradecer a toda minha família, pelo apoio incondicional e confiança sempre depositada em mim. Vocês foram essenciais na minha formação. Em especial aos meus pais, Tatiana e João, por me apoiarem em todos os meus sonhos, e por terem suportado meu período de distância. Mesmo longe, sempre levei seus ensinamentos comigo. Obrigada Vó Iracema, por cuidar sempre tão bem de mim, e por me fazer café durante as madrugadas sem dormir, só para me ajudar no foco ao trabalho.

À toda comunidade da Faculdade de Ciências Aplicadas da UNICAMP, pelo suporte e estrutura proporcionada para o meu crescimento profissional, além da dedicação de todos os funcionários da biblioteca, sempre dispostos a sanar minhas dúvidas.

Agradeço à minha orientadora Cíntia Giora, pela confiança depositada em mim e pelo suporte no pouco tempo que lhe coube. E à minha co-orientadora Adriane Antunes por ter aceitado o desafio mesmo que na reta final, me auxiliando da melhor maneira em todas minhas dúvidas.

Agradeço à todos os professores por me proporcionarem o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no meu processo de formação, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender.

Lucas, obrigada por acompanhar cada detalhe desse caminho, vivenciando de alguma forma todas as etapas dessa jornada, além de me ajudar em todos os momentos que precisei, obrigada por me fazer ver o melhor da vida todos os dias.

À todos que de alguma forma estiveram presentes durante toda minha formação. Me auxiliando e incentivando, e não me deixando desanimar nunca. Obrigada Camila e Marcela, por fazerem essa trajetória muito mais leve e que vão continuar na minha vida com certeza.

Rê, agradeço toda a compreensão, paciência e carinho que tem tido comigo, mesmo nos dias de maior correria ou mau-humor e por compartilhar meus momentos de ansiedade e incerteza e também os de alegrias e sonhos. Obrigada por me ajudar a achar soluções mesmo quando elas pareciam impossíveis.

*“O Sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”*

José de Alencar

CUTOLO, Paola T. M. Estudo dos Agentes Tóxicos Naturalmente presentes nos Alimentos: Glicosídeos cianogênicos e glicosinolatos. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) – Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2015

## RESUMO

A população humana sempre conviveu com a presença de compostos tóxicos naturalmente presentes em alimentos, e consegue de maneira geral, lidar bem com isso sem maiores transtornos. Ainda assim não podem ser negligenciados casos de intoxicação e morte pelo consumo destes compostos, fazendo-se necessário um compilado de dados auxiliando no cotidiano de profissionais da saúde, principalmente nutricionistas, na hora de planejar uma dieta. O objetivo desse estudo foi investigar a presença de glicosídeos cianogênicos e glicosinolatos presentes em alimentos, que conforme crença popular não apresentam nenhum risco à saúde. A metodologia utilizada foi o levantamento de dados bibliográficos de diversas fontes. A partir dessa análise constatou-se que o organismo animal tem uma capacidade de eliminar entre 0,5 a 3,5 mg de HCN por quilograma de peso vivo, sendo então esse tipo de composto mais perigoso para grupos como crianças e idosos de baixo peso. Em frutos no início da brotação de mandioca, o valor médio de HCN encontrado pode chegar até 1000 mg/Kg, com alto risco de intoxicação, porém se forem realizados métodos de descontaminação adequados, esse pode baixar para 300 mg de HCN/Kg, quantidade segura de ingestão. Em relação aos glicosinolatos, conhecidos principalmente por seus poderes antioxidantes e protetores, a literatura traz dados que mostram que dependendo do modo de preparo do alimento e da frequência de seu consumo, podem se tornar tóxicos ao organismo, pois possuem elevado teor de substâncias bociogênicas, que podem inibir a organificação do iodo, causada por exemplo, pela presença de goitrina.

Palavras-chave: toxicologia, alimentos, compostos tóxicos, glicosídeos cianogênicos, glicosinolatos.

CUTOLO, Paola T. M. Toxic agents naturally found in food study: cyanogenic glycoside and glucosinolate. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) – Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2015.

### **ABSTRACT**

The human population has always lived with the presence of toxic compounds naturally found in food, and can in general, handle it well without major hassles. Still, can not be overlooked cases of poisoning and death by consumption of these compounds, making it necessary compiled data to assist in health professionals daily life, particularly nutritionists, when planning a diet. The aim of this study was to investigate the presence of cyanogenic glycosides and glucosinolates present in food, whereas popular belief states that they present no health risk. The methodology used was a survey of bibliographic data from various sources. From this analysis it was found that the animal organism has an ability to eliminate between 0.5 to 3.5 mg of HCN per kilogram of body weight, thus being this kind of compound more dangerous for groups such as children and underweight elderly. In fruit at the beginning of budding cassava, the average value of HCN found can reach up to 1000 mg/kg, with a high risk of intoxication, but if performed adequate decontamination methods, that can be lowered to 300 mg HCN/kg, safe amount of intake. Regarding the glucosinolates, known mainly for its antioxidant and protective powers, the literature provides data showing that depending on the method of preparation of food and the frequency of their consumption, can become toxic to the body because they have high content of goitre causing substances, which can inhibit the organification of iodine, caused for example by the presence of goitrin.

Keywords: toxicology, food, toxic compound, cyanogenic glycosides, glucosinolates.



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2. METODOLOGIA</b> .....	12
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
<b>3.1. Glicosídeos Cianogênicos</b> .....	13
3.1.1. Mandioca ( <i>Manihot esculenta Crantz</i> ).....	14
3.1.2. Maracujá .....	17
<b>3.2. Glicosinolatos</b> .....	18
<b>4. CONCLUSÃO</b> .....	22
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	23

## 1. INTRODUÇÃO

A Segurança dos Alimentar e Nutricional é a realização do direito ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem o comprometimento do acesso a outras necessidades essenciais. Sua realização plena é essencial para o desenvolvimento e deve ser embasada em práticas alimentares promotoras de saúde, que respeitem a diversidade cultural e a sustentabilidade social, econômica e ambiental (FACCHINI et al., 2014).

Segundo dados da Embrapa (2006), 26,3 milhões de toneladas de alimentos ao ano têm o lixo como destino. Os brasileiros têm desperdiçado cerca de 39 mil toneladas por dia, quantidade capaz de alimentar 19 milhões de pessoas que não tem acesso à segurança alimentar e estão em situação vulnerável. Dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação apontam que há 800 milhões de pessoas desnutridas no mundo e 11 mil crianças morrem de fome a cada dia. Mesmo com isso, em grandes cidades e capitais ainda existe um grande desperdício de alimentos, naturais ou não, que mesmo em boas condições são jogados fora.

Visando melhorar a situação atual a qual milhares de pessoas ainda estão expostas à condição de insegurança alimentar, muita tecnologia e novos meios para aumentar a produção de alimentos, têm sido utilizados. Técnicas da moderna biologia molecular, criam a cada dia novas e importantes possibilidades para a produção de alimentos de interesse humano (MIDIO e MARTINS, 2000). E com isso surgem alguns riscos para a saúde da população que normalmente passam despercebidos, porém, em alguns casos, são dignos de estudos que possam auxiliar na prevenção de possíveis complicações.

A Toxicologia é a ciência que tem como objetivo estudar os efeitos nocivos decorrentes da interação entre um agente tóxico e um sistema biológico, com a finalidade principal de prevenir o aparecimento desse efeito, ou seja, estabelecer condições seguras de exposição a essas substâncias e assim, permitir que o homem se beneficie das conquistas tecnológicas da era atual. A toxicologia de alimentos estuda as condições em que os alimentos podem ser ingeridos, sem causar danos ao organismo (OGA, et al., 2008).

A grande expansão da área de Toxicologia de Alimentos nos últimos anos é devido ao aumento de compostos sintéticos que são cada vez mais introduzidos a nossa rotina diária. Além disso, existe uma considerável quantidade de substâncias naturais presentes em alimentos de grande importância toxicológica (MIDIO e MARTINS, 2000).

Portanto, em relação à toxicologia de alimentos, pode-se considerar as seguintes fontes: natural, intencional, acidental, e gerada pelo processo. É claro que, em alguns casos, o agente tóxico pode pertencer a mais de uma categoria (VEGA e FLORENTINO, 2000).

A população humana está exposta a diversos tipos de agentes tóxicos naturalmente presentes nos alimentos, e possui uma certa tolerância a esses compostos. Alguns exemplos desses Agentes Tóxicos (AT) estão presentes em produtos muito consumidos no Brasil, como é o caso da mandioca brava que possui altos teores de glicosídeos cianogênicos (MIDIO e MARTINS, 2000), da batata *in natura* que contém glicoalcalóides (MACHADO e TOLEDO, 2004) e do brócolis que também retém quantidades significativa de glicosinolatos (HANSCHEN, 2012).

Glicosídeos são compostos orgânicos constituídos por um açúcar e uma porção “não-glicosinolada”, denominada aglicona (Figura 1). De um modo geral, os glicosídeos são formados por uma ligação semiacetil entre os grupos reduzidos do açúcar e a hidroxila alcoólica ou fenólica da aglicona (OWEREND, 1972; MILLER, 1973).

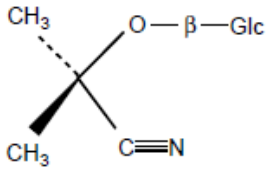
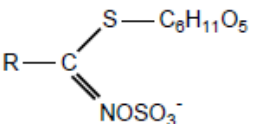
Estrutura	classe do agente tóxico	principal fonte
	glicosídeo cianogênico (linamarina)	mandioca
	glicosinolato	repolho, couve, brócolos

Figura 1 - Estrutura dos Agentes Tóxicos e suas Principais Fontes.  
Fonte: NASCIMENTO. 2007, p.1

Uma característica muito importante dos glicosídeos é a facilidade com quem se hidrolisam, e posteriormente a esta ação libera-se o açúcar e cianidrina. Esta, por sua vez, degrada-se originando o ácido cianídrico (HCN), que é o responsável pela toxicidade do composto (CONN, 1979; MONTGOMERY, 1980). Portanto, o glicosídeo em si não é tóxico, e sim o HCN que é gerado por sua hidrólise enzimática, pois atua na inibição da citocromo-oxidase, resultando na interrupção da respiração celular.

Os glicosídeos são produtos secundários do metabolismo das plantas e provavelmente fazem parte do sistema de defesa contra herbívoros, insetos e moluscos (RADOSTITS et al., 2000). De acordo com Mídio (2000), a amigdalina foi o primeiro glicosídeo cianogênico isolado e caracterizado, sendo comumente encontrado nos frutos das espécies da família *Rosaceae* (maçã, pera, pêssego, cereja, ameixa e damasco). Nestas frutas, as sementes podem ser altamente cianogênicas, enquanto que a polpa, o que é utilizado na alimentação, não conferem risco nenhum à saúde.

Entre os fatores que influenciam a concentração de glicosídeos cianogênicos nas plantas, podem ser citados: clima, adubação nitrogenada, deficiência de água, fatores ambientais, nutricionais, genéticos e idade, pois quanto mais nova a planta e de crescimento mais rápido, maior será o seu teor em glicosídeos cianogênicos (MIDIO e MARTINS, 2000; EGEKEZE e OEHME 1980). Os casos de intoxicação crônica ocorrem quando se ingere pequenas quantidades de HCN por períodos mais longos (MIDIO e MARTINS, 2000). Estima-se cerca de 59 mg de HCN a cada 100g de fruto de maracujá amarelo, sendo que o valor considerado tóxico é a partir de 20 mg/100g de material fresco (SPEINCER e SEIGLER, 1983 apud ZERAIK, 2010).

Outro agente tóxico a ser analisado será o glicosinolato, também conhecidos como tioglicosídeos. Trata-se de um metabólito secundário encontrado em inúmeras plantas de cultivo, responsável pelo sabor característico de condimentos (picante), presente por exemplo, em alimentos como a mostarda e em vegetais como repolho, couve, couve-flor e brócolis (HEANEY e FENWICK, 1987). A estrutura básica de um glicosinolato é a  $\beta$ -D-tioglicose como radical açúcar e R-C=NOSO<sub>3</sub> como resto da molécula, como mostrado na Figura 1. Ele está presente, principalmente em espécies da família *Brassica*.

Enquanto os glicosídeos cianogênicos podem estar presentes em todas as estruturas das plantas, como raízes, caule e folhas, os glicosinolatos estão presentes apenas na semente. O conteúdo presente no vegetal é dependente de fatores genéticos, uso de fertilizantes, modo de cultivo, tipo de preparo, além de outras condições de processamento, como o corte e armazenamento. Suas espécies estão sempre acompanhadas de um sistema enzimático, responsável por sua hidrólise. Sua hidrólise pode ocorrer também toda vez que a planta for submetida a um processo de maceração ou trituração (MIDIO e MARTINS, 2000).

A importância desse trabalho se reflete diante da crença disseminada de que o natural não causa danos à saúde, ou seja, alimentos naturais são sempre considerados seguros. Todos os compostos tóxicos presentes naturalmente em alimentos, possuem uma grande associação com a saúde humana, portanto, é necessário que cada vez mais, nutricionistas se aprofundem no tema e tenham fonte de conhecimento sobre o assunto, a fim de aumentar o grau de segurança dos alimentos de toda a população em geral e facilitar o planejamento de uma dieta, além de diminuir as chances de intoxicação alimentar em grupos de risco como crianças, gestantes e idosos.

Nesse contexto, o presente estudo buscou investigar a presença de glicosinolatos e glicosídeos cianogênicos naturalmente presentes em alimentos, reunindo dados que estão presentes na literatura sobre esses agentes tóxicos, destacando os alimentos naturais que os possuem em sua composição e quantificando níveis de risco para o consumo humano, principalmente em grupos mais susceptíveis. Além de estudar como esses compostos podem ser prejudiciais ao organismo, sua forma de atuação, quais são os danos e sintomas causados por intoxicação alimentar e seu risco para a saúde, facilitando para o profissional nutricionista o entendimento sobre toxicologia dos alimentos.

## 2. METODOLOGIA

A metodologia escolhida para o referido trabalho foi a documentação da documentação indireta, o que implica no levantamento de dados de variadas fontes.

Portanto, esse trabalho se deu através de uma revisão da literatura, os seguintes termos descritores foram aplicados: toxicologia, alimentos, compostos tóxicos, glicosídeos cianogênicos, glicosinolatos. Em inglês: toxicology, food, toxic compounds, cyanogenic glycosides, glucosinolates.

Foram consultadas bibliotecas da Unicamp (Faculdade de Ciências Aplicadas e Biblioteca Central), além de livros, teses, periódicos e recursos eletrônicos como PubMed, Base Acervus, Portal Capes, Embrapa e sites diversos das áreas de nutrição, farmácia e saúde de uma maneira geral.

A coleta de dados iniciou-se com uma leitura exploratória de todo o material selecionado, de maneira rápida e objetiva, com o intuito de exclusão de possíveis obras que não atendessem a temática proposta. Na etapa seguinte ocorreu uma leitura seletiva, sendo aprofundada nas partes de maior interesse para o estudo. E por fim foram registradas as informações extraídas dos documentos analisados, realizando-se em seguida uma análise e interpretação de resultados, ordenando e sumariando as informações contidas nas fontes.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Glicosídeos Cianogênicos

Estima-se que existam cerca de 2000 espécies de plantas cianogênicas conhecidas, porém, em nenhuma delas o HCN está armazenado na planta ou é produzido diretamente, fazendo com que a planta não tenha atividade tóxica antes de ser metabolizado pelo organismo humano (BOKANGA, 1993). Esses compostos fazem parte do sistema de defesa da planta, contra insetos, herbívoros e moluscos (RADOSTITS et al., 2000). Uma das principais características destes compostos é a facilidade com que se hidrolisam, liberando assim sua parte açúcar e a cianidrina (CONN, 1979). O HCN é originado através da degradação da cianidrina, tratando-se de um líquido incolor, muito volátil, considerado como uma das substâncias conhecidas mais tóxicas (NÓBREGA et al., 2006), portanto, o glicosídeo em si não é tóxico, e sim o HCN que é gerado a partir de sua hidrólise enzimática, que pode resultar em uma interrupção da respiração celular.

Do ponto de vista econômico, existem importantes espécies que contêm glicosídeos cianogênicos amplamente distribuídas na alimentação, entre eles cereais (sorgo), tubérculos (mandioca brava) e leguminosas (feijão-trepador) (VEGA, 2000). Também podem ser comumente encontrados nos frutos da espécie *Rosaceae*, em frutas como o damasco, a ameixa e a cereja. A polpa dessas frutas, que são utilizadas na alimentação humana, não confere nenhum tipo de risco à saúde, enquanto suas sementes podem ser altamente cianogênicas (MÍDIO e MARTINS, 2000).

A quantidade de glicosídeos cianogênicos é variável em cada espécie de planta e numa mesma espécie pode variar de acordo com o clima e outras condições que influenciam seu crescimento. Quanto mais rápido for o desenvolvimento da planta, maior então será seu teor de glicosídeos (MÍDIO e MARTINS, 2000). Isso acontece devido sua intensa atividade celular, observada principalmente nas folhas e sementes em germinação (EGEKEZE e OEHME, 1980).

Os principais problemas de saúde associados à dieta altamente rica em compostos cianogênicos estão diretamente associados com a dose, via de exposição e tipo de composto e incluem: hipertireoidismo, resultante do metabolismo

do tiocianato no metabolismo do iodo; neuropatia atáxica tropical, uma desordem neurológica, e, em casos extremos o envenenamento com cianeto pode causar o konzo, uma paralisia rápida e permanente (OSUNTOKUM, 1981; TYLLESTAR, 1992; ROSLING, 1994).

### 3.1.1. Mandioca (*Manihot esculenta Crantz*)

No Brasil, as plantas cianogênicas mais importantes pertencem ao gênero *Manihot*. A mais conhecida é a *Manihot esculenta Crantz (Euphorbiaceae)*, conhecida geralmente como mandioca, macaxeira ou aipim (AMORIM et al., 2006).

A mandioca é originária da América do Sul, onde constitui um dos principais alimentos energéticos, fonte de carboidratos, sendo utilizada na dieta alimentar básica para cerca de 500 a 700 milhões de pessoas, principalmente em países em desenvolvimento e famílias com rendas mais baixas (MADEIRA, et al., 2013). Ela pode ser cultivada em pequenas áreas com pouca tecnologia, pois apresenta características que facilitam sua difusão, como por exemplo, fácil adaptação a solos pobres, resistência à seca, além de conseguir sobreviver junto a ervas daninhas e pragas, tendo como resultado uma alta resistência biológica (PENTEADO e FLORES, 2007).

Tanto as folhas como as raízes são utilizadas na alimentação, sendo as raízes o principal produto (e de maior interesse econômico), consumidas na forma de farinhas, raízes frescas cozidas e féculas (BOLANOS, 2001). Mais de 80 países produzem mandioca, sendo que o Brasil participa com mais de 15% da produção mundial (EMBRAPA, 2011).

Quanto ao seu potencial tóxico, as mandiocas costumam ser classificadas de acordo com a Tabela 1.

**Tabela 1** - Classificação da Mandioca em relação ao seu conteúdo cianogênico

<b>Classificação</b>	<b>Níveis de Conteúdo Cianogênicos</b>
Inócuas/Mansas	<50 mg HCN/Kg de raiz fresca sem casca
Moderadamente Venenosas	50-100 mg HCN/Kg de raiz fresca sem casca
Perigosamente Venenosas/Bravas	>100 mg HCN/Kg de raiz fresca sem casca

Fonte: BOURDOUX et al., 1982.



Porém, Lorenzi et al. (1993), analisando teores de HCN de variedades cultivadas em quintais do Estado de São Paulo, que iriam ser consumidas *in natura*, verificaram que 67% delas apresentavam teores de até 100 mg/Kg de HCN, ou seja, o dobro do que era considerado inócuo. Portanto, esse fato explica a adoção, pelo Instituto Agronômico de Campinas (IAC) de outra classificação para São Paulo (Tabela 2).

**Tabela 2** - Classificação da Mandioca em relação ao seu conteúdo cianogênico de acordo com o IAC

<b>Classificação</b>	<b>Níveis de Conteúdo Cianogênicos</b>
Mansas	<100 ppm de HCN na polpa crua das raízes
Intermediárias	100-200 ppm de HCN na polpa crua das raízes
Bravas	>200 ppm de HCN na polpa crua das raízes

Fonte: Instituto Agronômico de Campinas, 2002.

O principal glicosídeo potencialmente tóxico é a linamarina. E sua hidrólise ocorre pela ação da enzima linamarase quando há ruptura da estrutura celular em qualquer parte da planta (CAGNON et al., 2002). Quando ocorre o contato entre a enzima e o substrato libera-se HCN, e sua ingestão ou mesmo inalação, representa sério perigo à saúde, podendo gerar sintomas de intoxicação dependendo do tipo e quantidade do alimento ingerido e em casos extremos até o envenenamento (CAGNON et al., 2002).

A exposição aguda, em humanos, a níveis elevados de HCN causa um breve estágio de estimulação do sistema nervoso central (SNC) seguida de depressão, convulsões, coma e em alguns casos morte por falência respiratória (ATSDR, 2006). Em casos de exposição aguda a doses não-letais são comuns sintomas menos severos, como tontura, respiração ofegante, entorpecimento e cefaleias (ATSDR, 2006). O HCN é rapidamente absorvido pelo organismo, sendo absorvido no tubo digestivo e distribuído para os tecidos através da corrente sanguínea. O organismo animal tem uma capacidade de eliminar entre 0,5 a 3,5 mg de HCN por quilograma de peso vivo (ARAÚJO, 2002), por meio da utilização de aminoácidos sulfurados, sendo ainda mais perigoso para grupos como crianças e idosos com baixo peso.

Borges et al. (2002) avaliaram 26 variedades de mandioca aos 8, 10 e 12 meses após o plantio quanto ao teor de cianeto total com o objetivo de identificar novas variedades para consumo humano, na forma de raízes frescas. Concluíram que aproximadamente, 81% das variedades continham teores de cianeto dentro dos

limites aceitáveis (inferior a 100 mg/kg de polpa crua) para consumo na forma de raízes frescas.

Melo et al. (2007) avaliaram a composição química da farinha de folhas de mandioca, e encontraram teores entre  $123,61 \pm 13,12$  g de cianeto em 100 g de matéria seca.

Soares e Soares (2000) observaram que no início da brotação da planta verde de maniçoba, o teor médio de HCN é de 1000 mg/Kg de matéria seca, sendo enorme o risco de intoxicação por qualquer animal. Porém, se essa planta for triturada e fenada (exposta para secagem), o teor pode baixar para menos de 300 mg/Kg de matéria seca, quantidade insuficiente para provocar qualquer tipo de sintoma de intoxicação.

Depois de estudos da determinação do potencial de intoxicação em ratos, Cereda e Lopes (2003), chegaram à conclusão de que a Dose Letal (DL50) oral de limarina foi de 324,86 mg/Kg/peso, ou seja, 35,35 mg de HCN/Kg/peso. Porém, a DL50 aceita pela Organização Mundial de Saúde (OMS) é de 10mg/kg/peso.

O principal derivado da mandioca é a farinha, um alimento consumido em todas as classes sociais e que representa a base da alimentação das camadas de baixa renda. Ela é obtida através de um processo básico no qual as raízes são submetidas às etapas de descascamento, ralação, prensagem, secagem e peneiração (ITP, 2006).

Chisté e Cohen (2008) verificaram que farinhas de mandioca, produzidas por eles mesmo, utilizando mandioca brava, apresentaram concentrações de cianeto total, com uma variação entre 7,68 a 20,57 mg HCN/Kg nas farinhas do grupo seca e de 3,57 a 12,36 mg de HCN/Kg na farinha do grupo d'água. Em 2010, Chisté, quantificou a concentração de cianeto total durante as etapas de produção da farinha de mandioca dos grupos seca e d'água. Em relação à farinha seca, a concentração de cianeto total na raiz de mandioca diminuiu de  $160 \pm 11,8$  mg HCN/Kg para  $149 \pm 12,3$  mg HCN/Kg após a trituração,  $68 \pm 2,5$  mg HCN/Kg após a prensagem e chegando a  $5 \pm 0,2$  mg HCN/Kg no produto final, após o processo de torração. Na produção da farinha d'água, a raiz de mandioca apresentava teor de cianeto total de  $321 \pm 21,6$  mg HCN/Kg e após a fermentação da raiz, o teor de cianeto total chegando a  $64 \pm 2,3$  mg HCN/Kg. Após trituração e prensagem da massa fermentada, os valores diminuiram para  $50 \pm 0,6$  e  $36 \pm 0,4$  mg HCN/Kg, respectivamente, obtendo-

se no produto final a concentração de  $9 \pm 0,1$  mg HCN/ Kg, sendo evidenciado a eficiência do processo de descontaminação nos processamentos da mandioca.

De acordo com Embrapa (2012), a descontaminação da mandioca é realizada usualmente através da simples fragmentação e secagem do material, volatizando o HCN. Também pode ser feita através de fermentação, prensagem, lavagem (glicosídeos cianogênicos são solúveis em água) e uso de calor, pois em temperaturas acima de  $180$  °C, o HCN é degradado. O cozimento não é um bom processo para descontaminação, pois a temperatura da cocção não consegue degradar o substrato.

As variedades de mandioca utilizadas na produção da farinha, são normalmente classificadas como “bravas”, exigindo um processamento adequado para a máxima redução nos níveis de glicosídeos cianogênicos e a obtenção de um alimento seguro para consumo (ITP,2006).

Lindner (1978) analisou as quantidades de HCN de alguns outros vegetais, conforme mostrado no Quadro 1.

**Quadro 1** – Conteúdo de HCN em algumas plantas

<b>Alimento</b>	<b>HCN (mg/100g)</b>
Feijão ( <i>Phaseolus lunatos</i> )	14,4 – 167
Casos Especiais	210 – 312
Sorgo (Café)	250
Linhaça	53
Feijão ( <i>Phaseolus sp.</i> )	2
Ervilha	2,3

Fonte: LINDNER, 1978.

### 3.1.2 Maracujá

De acordo com Morton (1987) os glicosídeos cianogênicos são encontrados na polpa dos diversos tipos de maracujás em todos os estágios do desenvolvimento, mas em maior quantidade na planta jovem e com frutos verdes, diminuindo com o crescimento da planta e não apresentando significância toxicológica.

Spencer e Seigler (1983), citados por Zeraik et al. (2010), encontraram quantidades significativas de glicosídeos cianogênicos em todas as partes das duas espécies de maracujá (*P. edulis*), exceto nas sementes. Temos os resultados na

Tabela 3, observa-se que frutos de maracujá amarelo apresentam teores de HCN até três vezes maiores (59,4 mg de HCN/100g no fruto verde) que o valor considerado tóxico (20 mg de HCN/100g de material fresco).

**Tabela 3** – Valores médios de HCN encontrados no maracujá

<b>Estágio</b>	<b>Mg HCN/100g de material fresco</b>	<b>HCN (%)</b>
<i>Maracujá-roxo (P. edulis Sims.)</i>		
<b>Frutos Verdes</b>	13,3	0,013
<b>Frutos meio Verdes</b>	10,5	0,01
<b>Frutos maduros no pé</b>	10	0,01
<i>Maracujá-amarelo (P. edulis fo. flavicarpa)</i>		
<b>Frutos verde</b>	59,4	0,059
<b>Frutos meio verdes</b>	15,9	0,016
<b>Frutos maduros no pé</b>	14,6	0,015
<b>Frutos maduros no chão</b>	6,5	0,006

Fonte: Adaptação de Spencer e Seigler (1983), citados por Zeraik (2010).

### 3.2. Glicosinolatos

Glicosinolatos são metabólitos secundários hidrofílicos, química e termicamente estáveis. Também são chamados de tioglicosídeos e podem ser encontrados em inúmeras plantas de cultivo, responsáveis pelo sabor picante dos condimentos e de vegetais de ampla utilização pelo homem, como repolho, couve-flor, abóbora, alho, espinafre e brócolis (MÍDIO e MARTINS, 2000).



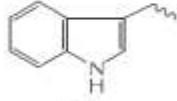
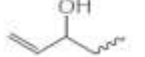

Até o momento são reconhecidos mais de 70 diferentes tipos de glicosinolatos, presentes em mais de três centenas de gêneros (MÍDIO e MARTINS, 2000), especialmente em representantes do gênero *Brassica*, como brócolis, couve de bruxelas, nabo, rabanete, repolho, mostarda e raiz forte (Tabela 4), normalmente conhecidas por sua pungência (MORENO et al., 2006). Esses alimentos possuem ação direta ou indireta como antioxidantes, controle da apoptose e ciclo celular (MORENO et al., 2006).

**Tabela 4** – Quantidade de glicosinolatos presentes em algumas variedades de hortaliças

Hortaliça	Glicosinolato (mg/g)
Abóbora	0,26 – 1,56
Couve de Bruxelas	0,6 – 3,9
Couve-flor	0,61 – 1,14
Nabo	0,21 – 2,27
Rabanete	0,42 – 1,19
Raiz forte	33,2 – 35,4
Mostarda	22 – 52

Fonte: Verkerk et al., 1997.

A estrutura química dos glicosinolatos consiste em um átomo de carbono que estabelece três ligações: com um grupo  $\beta$ -D-tioglicose, um grupo sulfato e uma cadeia lateral, que diferencia o tipo de glicosinolato (VERHOEVEN et al., 1997). Alguns exemplos estão ilustrados na Figura 2.

Grupos R de glicosinolatos	Nome comum	Fonte enriquecida
	Sinigrina	Mostarda, repolho
	Glicorafarina	Brócolis
	Glicobrassicina	Repolho
	Progoitrina	Couve de Bruxelas
	Desidroerucina	Rabanete

**Figura 2** – Tipos de glicosinolatos e suas fontes alimentares.

Fonte: Adaptado de DAMODARAN S., PARKIN, K. L., FENNEMA, O. R., 2008.

Os glicosinolatos são quimicamente estáveis até terem contato com a enzima mirosinase, que se encontra estocada no tecido da própria planta, porém em compartimento isolado (KELLY, BONES e ROSSITER, 1998). A mirosinase é liberada quando o vegetal sofre ações como: congelamento, descongelamento ou corte (SONG e THORNALLEY, 2007). Em geral, os produtos que resultam da

hidrólise de glicosinolatos são as nitrilas, os isotiocianatos, o cianeto e os isotiocianatos (SHAPIRO et al., 2001).

Os produtos da sua hidrólise são importantes moduladores das enzimas que protegem o DNA humano. Portanto, a alta ingestão de crucíferas está associada ao risco reduzido de desenvolvimento do câncer (CEPPA, 2010). Estudos epidemiológicos também reforçam a hipóteses de que uma frequente ingestão de alimentos do gênero *Brassica*, reduz o risco de câncer de próstata mais especificamente (KRISTAL e LAMPE, 2002). Higdon et al (2007), também provaram que o consumo desses crucíferos, especialmente brócolis e couve-flor, poderiam reduzir o risco de vários tipos de outros cânceres.

Essa ação protetora desses vegetais está fortemente relacionada aos níveis de glicosinolatos, sua conversão a isotiocianatos e a biodisponibilidade dos seus metabólitos (SONG e THORNALLEY, 2007). O modo de preparo desses alimentos também exerce influência ao teor de glicosinolatos disponíveis no alimento. O cozimento prolongado e por alta temperatura, desnatura a mirosinase, resultando em uma conversão de menor número de glicosinolato em isotiocianatos quando forem mastigados (ação de quebra das moléculas) (CEPPA, 2010). Marks et al (2003) avaliaram esse fator conforme ilustrado na Tabela 5.

**Tabela 5** - Diferença do teor de glicosinolato em hortaliças cruas e cozidas

<b>Hortaliças</b>	<b>Glicosinolato (mg/100g)</b>	
	<b>Cru</b>	<b>Cozido</b>
<b>Brócolis</b>	61,1	37,2
<b>Couve de Bruxelas</b>	247	148
<b>Couve</b>	108,9	78,6
<b>Couve flor</b>	62	42
<b>Nabo</b>	56	29,1

Fonte: Marks, 2003.

Wennberg et al (2006) investigaram os níveis de glicosinolatos em dois cultivares de repolho e após processo de branqueamento, encontraram uma redução de 50 e 74%. Já Halvorsen et al (2002), relataram aumento na atividade antioxidante de muitos vegetais depois de cozidos em micro-ondas, no vapor e também na água. Em 2007, Song e Thornalley demonstraram redução significantes

de glicosinolatos em vegetais cozidos em água, porém, em cozimento a vapor, em micro-ondas e preparações fritas exercem pouco efeito em relação ao teor total de glicosinolato. Zhang e Hamauzu (2004) cozinham brócolis durante 5 minutos e encontraram uma redução de 65% da atividade antioxidante do alimento. Já Sermarini (2011) concluiu que brócolis armazenados por até 7 dias sob refrigeração conseguem manter seu efeito antioxidante, sugerindo ser esta a melhor forma de conservação dos teores de glicosinolatos nesse tipo de alimento.

Apesar de todos os seus efeitos benéficos, os glicosinolatos são também substâncias bociogênicas e em grandes concentrações podem ser tóxicos, causando doenças como bócio, doenças dos rins, fígados e alterações na tireóide (GOMES, 2003).

As substâncias bociogênicas são aquelas que alteram a síntese e a liberação, tendo como consequência a ação dos hormônios tireoidianos. As plantas crucíferas do gênero *Brassica* contém goitrina, uma substância derivada dos glicosinolatos que inibe a organificação do iodo, ou seja, impede a ligação do iodo com a tireoglobulina, proteína responsável por pelo armazenamento dos hormônios tireoidianos (GONZALEZ, 2000). Uma dieta pobre em iodo e rica em alimentos fonte de glicosinolatos podem gerar esse tipo de patologia, porém, até o momento não existem estudos que comprovem ou quantifiquem os limites tolerados pelo ser humano.

#### **4. CONCLUSÃO**

Através da análise de dados, foi possível observar que alimentos comumente consumidos no Brasil, podem conter glicosídeos cianogênicos e glicosinolatos em quantidades altamente perigosas ao organismo humano. Com os dados presentes em literatura, observa-se que algumas espécies possuem menor quantidade desses compostos, como por exemplo, o maracujá roxo. Em casos de alimentos ricos em agentes tóxicos, o risco de intoxicação pelo consumo pode ser consideravelmente reduzido depois que este passa por processos de descontaminação, como por exemplo a farinha de mandioca, que sofre trituração, prensagem e torração.

Além disso, pode-se constatar efeitos benéficos de alimentos como o brócolis, couve de Bruxelas e couve flor, que tem ação antioxidante e protetora contra o câncer. Porém, esses alimentos também são ricos em substâncias bociogênicas, que podem causar sérios danos à saúde. Especificamente em relação a isso, pode-se constatar a importância do equilíbrio alimentar em qualquer tipo de dieta humana, onde o excesso ou a escassez devem ser sempre evitados.

Desse modo, embora os objetivos tenham sido alcançados, facilitando o entendimento prático e teórico sobre o assunto, mostra-se necessário estudos mais abrangentes sobre o tema, onde mais alimentos sejam investigados, e novos e mais eficientes métodos de descontaminação sejam encontrados.

Por fim, é possível afirmar que o consumo de alimentos naturais, sempre tão incentivados pelos profissionais nutricionistas, deve ser sim recomendado, porém como em todas as outras fontes alimentares, precisam ser consumidos de maneira equilibrada, sempre optando por formas de preparo seguras, onde os compostos tóxicos sejam evitados, sem que se perca o teor de vitaminas e minerais sempre presentes nesse tipo de alimento e essenciais para o desenvolvimento e manutenção da saúde do corpo.



## REFERÊNCIAS

AMORIM S. L., MEDEIROS R. M. T., RIET-CORREA F. **Intoxicação experimental por *Manihot glaziovii* (Euphorbiaceae) em caprinos**. *Pesq. Vet. Bras.* V.25. p.179-187, 2005.

AMORIM S. L., MEDEIROS R. M. T., RIET-CORREA F. **Intoxicações por plantas cianogênicas no Brasil**. *Ciência Animal.* V.16. p.17-26, 2006.

ARAÚJO, G. G. L.; CAVALCANTI, J. **Potencial de Utilização da Maniçoba**. EMBRAPA, 2002.

ATSDR – Agency for Toxic Substances and Disease Registry. US DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, **Toxicological Profile for Cyanide**, 2006.

BOHINC, T; et.al. **Associação entre a concentração de glucosinolatos e lesões causadas por percevejos repolho *Eurydema* spp. (Heteroptera: Pentatomidae) em *Brassicac*s diferentes**. Universidade de Ljubljana, Departamento de Agronomia. Eslovênia, 2012.

BOLANOS, A. **Caracterización de la diversidad genética em cuanto a contenido de carotenos en hojas y raíces de 700 genotipos de yuca** (*Manihot esculenta*, Crantz) y minerales de 500 genotipos de la colección de CIAT. Tese (Mestrado) - Universidade Estadual da Colômbia, Cali, 2001.

BORGES, M. F.; FUKUDA, W. M.; ROSSETI, A. G. **Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 37, n.11, p1559-1565, 2002.

BOURDOUX, P. et al. **Cassava products: HCN content and detoxification processes**. In: DELANGE, F.; ITEKE, F.B.; ERMANS, A.M. (Ed.) **Nutritional factors involved in the goitrogenic action of cassava**. Ottawa: IDRC, 100p. 1982.

CAGNON J. R., CEREDA M. P., PANTAROTTO S. **Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas**. V. 2. Série: Fundação Cargill; 2002.

CEREDA, M. P., LOPES, A. M. pes, A. M. In: **Determinação do potencial de intoxicação em ratos, de linamarina extraída de mandioca**. V. 1. Anais do V SLACA, Campinas, São Paulo, 2003.

CHISTE, 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.** RBTA. V.2. p.96-102, 2008.

CHISTE, R. C. et al. **Quantificação de cianeto total nas etapas de processamento das farinhas de mandioca dos grupos seca e d'água.** *Acta Amaz.* V.40, n.1, p.221-226, 2010.

CHISTÉ, R. C., et al. **Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca.** *Ciênc. Technol. Aliment.* V.26. p.861-64, 2006.

CONN, E. E. **Cyanide and Cyanogenic glycosides.** In: ROSENTHAL, G. A., JANZEN, D. H. **Herbivores: their interaction with secondary plant metabolites.** New York: Academic Press, p. 387-410, 1979.

EGEKEZE, J. O.; OEHME, F. W. **Cyanides and their toxicity: A literature review.** *The Veterinary Quarterly The Hague*, v. 2, p. 104-14. 1980.

EMBRAPA. **Cultivo da Mandioca para a Região Semi-Árida.** Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca\\_semiarido/cultivares.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_semiarido/cultivares.htm)>. Acessado em: 20 de maio de 2014.

EMBRAPA. **Cultivo da Mandioca para a Região Centro-Sul do Brasil.** Dourados, MS, 2002.

FACCHINI, L. A. **Insegurança alimentar no Nordeste e Sul do Brasil: magnitude, fatores associados e padrões de renda per capita para redução das iniquidades.** *Cad. Saúde Pública.* Rio de Janeiro, v. 30, p. 161-174. Jan, 2014.

FIGUEIREDO, D. M.; CZAMANSKI, R. T.; BARCELOS, M. F. P. **Abordagem geral sobre a presença de glicosídeos cianogênicos na Alimentação.** Portal da Educação, 2012.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Roots, tubers, plantains and bananas in human nutrition.** Rome. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the Information Network on Post-Harvest Operations (INPhO) 1998.

FROIS, C.J; et.al. **Estudo da estabilidade da linamarase de manihot esculenta crantz sob armazenamento.** EMBRAPA, 2014.

- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GOMES, C. T. P. **Avaliação das características nutricionais da mandioca e de seus híbridos interespecíficos**. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana) - Universidade de Brasília, Brasília, 2001.
- GONZALEZ, F. H. D. **Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes**. In: Gonzalez, F. H. D., Barcellos, J. O., Ospina, H., Ribeiro, L. A. O. (Eds.) **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre. 2000.
- HALVORSEN, B. L. et al. **A systematic screening of total antioxidants in dietary plants**. The Journal of Nutrition, Bethesda, v.132, p.461-471, 2002.
- HANSCHEN, F. S. et al. **Thermally induced degradation of sulfur-containing aliphatic glucosinolates in broccoli sprouts (*Brassica oleracea* var. *italica*) and model systems**. J. Agric Food Chem. Março, v.7 p2231-2241, 2012.
- HEANEY, R. K., FENWICK, G. R. **Identifying toxins and their effects: glucosinolates**. In: WATSON, D. H., ed. **Natural toxicant in food: present and prospect**. Chichester: Ellis Horwood, p. 76-109, 1987.
- HELBIG E., Gigante D. P. **Análise dos teores de ácidos cianídrico e fítico em suplemento alimentar: multimistura**. Rev Nutr. V. 21. p.323-328, 2008.
- HIGDON J. V. et al. **Cruciferous vegetables and human cancer risk: epidemiologic evidence and mechanistic basis**. Pharmacological Research, V. 55, p.224–236, 2007.
- ITP – Instituto de Tecnologia e Pesquisa/UNIT. **Adequação Tecnológica das Casas de Farinha do Estado de Sergipe**. Relatório Técnico de Atividades do Projeto Financiado pelo Edital MCT/MESA/CNPq/CT Agronegócio -1/2003, 2006.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 1995.
- LIENE, I. E. **Toxic constituents of plant foodstuffs**. Department of Biochemistry, University of Minnesota, St. Paul, -Minnesota, USA 1970.
- LINDNER, E. **Toxicología de los Alimentos**. Zaragoza: Acribia, Espanha, 1978.

- LORENZI, J.O. et al. **Teor de ácido cianídrico em variedades de mandioca cultivadas em quintais do Estado de São Paulo**. Bragantia, Campinas, v.52, p.1-5, 1993.
- MACHADO, R. M. D.; TOLEDO, M. C. F. **Determinação de glicoalcalóides em batatas *in natura* (Solanum Tuberosum L.) comercializadas na cidade de Campinas, Estado de São Paulo**. Ciência e Toxicologia de Alimentos. Vol 24, n. 1. p. 47-52. 2004.
- MADEIRA, A. et al. **Avaliação agronômica de cultivares e clones de mandioca em área irrigada no Norte de Minas Gerais**. Scientia Agraria Paranaensis, v 12, n3, jul/set, p205-210, 2013.
- MARKS *et al.* **Development of a food composition database for the estimation of dietary intakes of glucosinolates, the biologically active constituents of vegetables**. Br. J. Nutr., p. 678-697. 2003.
- MELO, D. S. et al. **Efeitos da farinha de folhas de mandioca sobre a atividade das enzimas AST, ALT, FA e lipídios hepáticos de ratos Wistar**. Ciênc. Tecnol. Aliment., v 28 p32-37, 2007.
- MIDIO, A. F.; IZUMIDA, D. **Toxicologia de Alimentos**. São Paulo: Livraria Valela, 2000.
- MILLER, L. P. **Glycosides**. In: MILLER, L. P., ed. Phytochemistry. v. I, New York: Van Nostrand Reinhold Company. p. 297-311, 1973.
- MONTGOMERY, R. D. **Cyanogens**. In: LIENER, E. I., ed. Toxic constituents of plant foodstuffs. 2. ed., New York: Academic Press. p. 143-160, 1980.
- MORENO, D.A.; CARVAJAL, M.; LÓPEZ-BERENGUER, C.; GARCÍA-VIGUERA, C. Chemical and biological characterization of nutraceutical compounds of broccoli. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, London, v. 41, p.1508-1522, 2006.
- MORTON, J. **Passionfruit**. In: MORTON J., ed: Fruits of warm climates. Miami, FL. p.320-328, 1987.

NASCIMENTO, C. G. M. E; et.al. **Benefícios e perigos do aproveitamento da casca de maracujá (*Passiflora edulis*) como ingrediente na produção de alimentos.** Rev Inst Adolfo Lutz. São Paulo. V.72. p.1-11, 2013.

NÓBREGA, J. E.; et.al. **Intoxicação por Sorhugum halepense (*Poaceae*) em bovinos no semi-árido.** Pes. Vet. Bras. Patos. V. 26 p.201-204, out./dez. 2006.

OGA, S.; CAMARGO, M. A.; BATISTUZZO, J. A. O. **Fundamentos de Toxicologia.** São Paulo: Atheneu, 3ª Ed. 2008.

OLIVEIRA, S. N. F. **Considerações sobre os princípios tóxicos da mandioca.** Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. Porto Velho. 1986.

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

OWEREND, W. G. **Glycosides.** In: PIGMAN, W., HORTOND, D., ed. **The Carbohydrates: chemistry and biochemistry.** New York: Academic Press. p. 279. 1972.

PENTEADO, M. V. C.; FLORES, C. I. O. **Folhas de mandioca como fonte de nutrientes.** In: CEREDA, M. P. (Coord.) **Culturas de tuberosas amiláceas latino-americanas: manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca.** São Paulo: Fundação Cargil. V. 4, 2000.

PÉREZ, A. R. **Biosíntesis de los glucosinolatos e importância nutricional humana y funciones de protección a las plantas.** Revista Alimentos Hoy.V. 22, n.34. p.64, 2014.

RADOSTITS, O. M.; GAY, C. C.; BLOOD, D. C.; HINCHCLIFF, K. W. **Clínica Veterinária: Um tratado de doenças de bovinos, ovinos, caprinos, suínos e eqüídeos.** 9ª edição. p. 1631-1636. 2000.

ROSLING, H. **A geographical cluster of konzo in Tanzania.** J. Tropical Geographical Neurology. P 102-108. 1994.

SERMARINI, B. F. et al. **Teor de Glicosinolatos e Capacidade antioxidante de brócolis sob diferentes formas de armazenamento.** UFRJ: Rio de Janeiro. 2011.

SILVEIRA, M. S; et.al. **Avaliação do teor de carotenoides totais e compostos cianogênicos em farinha de raspa de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).** EMBRAPA, 2013.

SOARES, J. G. G.; SALVIANO, L. M. C. **Cultivo da maniçoba para produção de forragem no semi-árido brasileiro.** Petrolina, PE: Embrapa Semi-Árido, 6p, 2000.

TYLLESKAR, T. et al. **Cassava cyanogens and konzo na upper motor neuron disease found in Africa.** *The Lancet*, p 208-211, 1992.

TOKARNIA, H. C; PEIXOTO, V. P; et.al. **Estudos experimentais com plantas cianogênicas em bovinos.** *Pesq. Vet. Bras.* V.19, n.2, p. 84-9, 1999.

VALLE, T. L. et al. **Conteúdo cianogênico em progênies de mandioca originadas do cruzamento de variedades mansas e bravas.** *Bragantia.* V. 63, n.2, p. 221-226, 2004.

VEGA, P. V.; FLORENTINO, B. L. **TOCIXOLOGIA DE ALIMENTOS.** México, p 267. 2000.

VERHOEVEN D. T. H., et al. **A review of mechanisms underlying anticarcinogenicity by Brassica vegetables.** *Chemico-Biological Interactions.* V. 103. p. 79-129, 1997.

VERKERK, R. et al. **Effects of processing conditions on glucosinolates in cruciferous vegetables.** *Cancer Lett.* p.193 -194. 1997.

WENNBERG, M.; EKVALL, J.; OLSSON, K.; NYMAN, M. **Changes in carbohydrate and glucosinolate composition in white cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata*) during blanching and treatment with acetic acid.** *Food Chemistry*, London, v.95, n.2, p.226–236, 2006.

ZACARIAS, C. H. **Avaliação da exposição de trabalhadores de casas-de-farinha ao ácido cianídrico proveniente da mandioca, *Manihot esculenta*, Crantz, no agreste alagoano.** Tese (Mestrado) -Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

ZERAIK, M. L.et al. **Maracujá: um alimento funcional?** *Rev. Bras. Farm. Curitiba.* Vol.20, n.3, p.459-471. 2010.

ZHANG, D. L., HAMAUZU, Y. **Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking.** Food Chemistry, London, v.88, n.4, p. 503–509, 2004.