



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE FARMÁCIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

**AVALIAÇÃO DO TEOR DOS COMPOSTOS CIANOGENICOS
E IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE
QUÍMICO NO PROCESSAMENTO DE MASSA PUBA**

DANIEL COSTA FERREIRA

Salvador –BA
2010

DANIEL COSTA FERREIRA

**AVALIAÇÃO DO TEOR DOS COMPOSTOS CIANOGENICOS
E IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE
QUÍMICO NO PROCESSAMENTO DE MASSA PUBA**

Orientador(a): Prof. Dr. Celso Duarte Carvalho Filho
Co-orientador (a): Pesquisadora Dr. Luciana Alves de Oliveira

Dissertação apresentada à
Faculdade de Farmácia da
Universidade Federal da
Bahia, como parte das
exigências do Programa de
Pós-Graduação em Ciência
de Alimentos, para obtenção
do título de Mestre.

Salvador - BA
2010

DANIEL COSTA FERREIRA

**AVALIAÇÃO DO TEOR DOS COMPOSTOS CIANOGENICOS
E IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS CRITICOS DE CONTROLE
QUÍMICO NO PROCESSAMENTO DE MASSA PUBA**

APROVADA EM: de de 2010

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Torquato de Q.Tavares
UFRB – CCAAB

Profª. Drª. Mª da P. Spinola Miranda
UFBA – FFAR

Prof. Dr. Celso Duarte Carvalho Filho
UFBA – FFAR

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE FARMÁCIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: AVALIAÇÃO DO TEOR DOS COMPOSTOS CIANOGENICOS E IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS CRITICOS DE CONTROLE QUÍMICO NO PROCESSAMENTO DE MASSA PUBA.

Autor: Daniel costa Ferreira

Orientador: Celso Duarte Carvalho Filho

Co-orientador: Luciana Alves de Oliveira

Aprovada em: de de 2010

Banca Examinadora:

Prof. Dr. José Torquato de Q.Tavares
UFRB – CCAAB

Profª. Drª. Mª da P. Spinola Miranda
UFBA – FFAR

Prof. Dr. Celso Duarte Carvalho Filho
UFBA – FFAR

DEDICATÓRIA

Gerson Costa Ferreira
(*in memoriam*)

Tio querido, que antes de todos já previa minha relação com o meio acadêmico e os alimentos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me concedido a força e perseverança necessária para enfrentar este desafio.

Agradeço a minha mãe por sempre acreditar em mim.

Ao meu orientador Prof. Celso Duarte, que se colocou a minha disposição num momento em que precisei, ampliando a relação, orientador-orientado, para parceiros de trabalho.

À minha co-orientadora Luciana Alves, que me recebeu de braços abertos, abrindo as portas da Embrapa e mergulhando de cabeça no nosso projeto de pesquisa, meu eterno agradecimento.

Aos colegas do mestrado, Turma 2008, em especial Juliana Cantalino, Roberta Barbosa, Daniela Benevides, Manuela Alves; além do nosso amigo (Chiquinho) Francisco Bruno.

À jovem e prestativa funcionária do mestrado, Priscila Oliveira, sempre atenciosa com todos.

À Menara Pereira pela compreensão e paciência.

Ao amigo Celso Luiz, pelos anos de amizade e de credulidade em meu potencial.

Ao casal Leônidas e Célia Tavares, pelo suporte a mim oferecido.

As funcionárias e estagiárias do laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa e de Microbiologia da Faculdade de Farmácia da UFBA.

Aos produtores e fornecedores que permitiram o desenvolvimento deste trabalho junto a eles.

Ao Programa de Pós-graduação da Faculdade de Farmácia, por esta oportunidade e seu corpo docente.

A Embrapa CNPMF, que possibilitou o desenvolvimento desta pesquisa em sua unidade.

Ao CNPQ pela concessão da bolsa.

Enfim aos velhos e novos amigos que acreditam em mim e os presentes ao “forró do Dani”, onde continuo a trilhar meu caminho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	III
LISTA DE TABELAS.....	V
RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUÇÃO GERAL.....	3
OBJETIVO GERAL.....	5
CAPITULO 1- REVISÃO DE LITERATURA	
1. IMPORTÂNCIA DA MANDIOCA NO MUNDO E NO BRASIL.....	6
2. PRODUTOS E SUBPRODUTOS DA MANDIOCA.....	9
3.TOXIDEZ CIANOGENICA.....	11
4.PONTOS CRITICOS DE CONTROLE.....	13
5. CARACTERIZAÇÃO DA MASSA PUBA.....	17
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	20
CAPITULO 2 – AVALIAÇÃO DO TEOR DOS COMPOSTOS CIANOGENICOS E IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS CRITICOS DE CONTROLE QUÍMICO NO PROCESSAMENTO DE MASSA PUBA	
RESUMO.....	26
ABSTRACT.....	27
1.INTRODUÇÃO.....	28
2.MATERIAIS E MÉTODOS.....	30
2.1.DESCRICÃO DO PROCESSAMENTO DA MASSA PUBA.....	30
2.2. UNIDADES PRODUTORAS DE MASSA PUBA.....	30
2.3. COLETA DAS AMOSTRAS.....	30
2.4.DETERMINAÇÃO DOS PONTOS CRITICOS.....	32
2.5. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA.....	33
2.5.1. DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS CIANOGENICOS.....	33

2.5.2 DETERMINAÇÃO DO pH.....	33
2. 5.3. DETERMINAÇÃO DA ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL.....	34
2. 5.4. DETERMINAÇÃO DA UMIDADE.....	34
2. 5.5. DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE DE ÁGUA.....	34
2.5.6. DETERMINAÇÃO DA COR.....	34
2.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	34
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
3.1.PROCESSAMENTO DA MASSA PUBA DAS UNIDADES PRODUTIVAS.	36
3.2.IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE.....	37
3.3. DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS CIANOGENÍCOS.....	40
3.4 . DETERMINAÇÃO DA ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL.....	46
3.5. DETERMINAÇÃO DO pH.....	49
3.6. DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE DE ÁGUA.....	54
3.7. DETERMINAÇÃO DA COR.....	56
4. CONCLUSÕES.....	58
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	59
CONCLUSÕES GERAIS.....	62

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2

Figura 01 - Disposição da forma de coleta das amostras no tanque de fermentação.....	31
Figura 02 - Árvore Decisória utilizada para a identificação dos pontos de controle (PC's) e pontos críticos de controle (PCC's).....	32
Figura 03 - Diagrama do sólido de cor no espaço L^* , a^* , b^*	35
Figura 04 – Etapas de produção da massa puba de mandioca.....	36
Figura 05 - Etapas do processamento da massa puba com os pontos de controle (PC's), pontos críticos de controle químico (PCC _q).....	38
Figura 06 - Teor de compostos cianogênicos da primeira fermentação das raízes durante o processamento de massa puba em 5 unidades de processamento.....	40
Figura 07 - Teor de compostos cianogênicos da segunda fermentação das raízes durante o processamento da massa puba em 4 unidades de processamento.....	41
Figura 08 - Ação das enzimas responsáveis pela liberação do cianeto....	43
Figura 09 - Teor de compostos cianogênicos da primeira fermentação na água de fermentação durante o processamento de massa puba em 5 unidades de processamento.....	44
Figura 10 - Teor de compostos cianogênicos da segunda fermentação na água de fermentação durante o processamento de massa puba em 4 unidades de processamento.....	45
Figura 11 - Teor de acidez total titulável no processamento de massa puba em cinco unidades de processamento.....	46
Figura 12 - Teor de acidez total titulável no processamento de massa puba em quatro unidades de processamento.....	47
Figura 13 - Teor de acidez total titulável na água de fermentação do processamento de massa puba em cinco unidades de processamento na primeira fermentação.....	48
Figura 14 - Teor de acidez total titulável na água de fermentação do processamento de massa puba em quatro unidades de processamento	

na segunda fermentação.....	49
Figura 15 - Evolução do pH no processamento de massa puba (mandioca, fermentado e puba) em cinco unidades de processamento na primeira fermentação.....	50
Figura 16 - Evolução do pH no processamento de massa puba (mandioca, fermentado e puba) em quatro unidades de processamento na segunda fermentação.....	51
Figura 17 - Valores de pH no meio líquido de fermentação do processamento de massa puba em cinco unidades de processamento da primeira fermentação.....	53
Figura 18 - Valores de pH no meio líquido de fermentação do processamento de massa puba em quatro unidades de processamento da segunda fermentação.....	54

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2

Tabela 01 - Condições de fermentação das unidades produtivas.....	36
Tabela 02 - Resumo do plano de APPCC químico da massa puba.....	39
Tabela 03 - Teor dos compostos cianogênicos encontrados na matéria prima e o produto final massa puba.....	41
Tabela 04 - Valores de ATT e pH encontrados no produto final, massa puba.....	53
Tabela 05 - Relação da Atividade de água e umidade das massas de puba.....	55
Tabela 06 - Teste Kruskal-Wallis para os dados físico-químicos.....	55
Tabela 07 - Determinação da cor em massas de puba.....	57

RESUMO

A mandioca é um alimento importante, sobretudo para as regiões norte e nordeste do país, a planta de mandioca possui substâncias tóxicas usualmente reconhecida como ácido cianídrico, que sua ingestão pode levar a intoxicações severas. A mandioca é utilizada sob diversas formas, desde a alimentação humana e animal, até as aplicações industriais. Sendo que a maioria da produção brasileira de mandioca é destinada à produção de farinha de mandioca. Contudo, dentre vários produtos obtidos com a mandioca, temos a massa puba, que é elaborada através de um processo fermentativo, onde visa conferir novas características tecnológicas e sensoriais ao produto, além de reduzir sua toxicidade, através da eliminação parcial do ácido cianídrico presente. Seu uso é aplicado na elaboração de pães, massas, bolos, biscoitos e mingaus. Esse produto é elaborado de maneira artesanal, geralmente em precárias condições de processamento, conservação e comercialização, podendo comprometer a qualidade e segurança deste alimento e trazer eventuais riscos à saúde dos consumidores. A ausência de padrões de controle de qualidade e contaminações se torna uma preocupação que podem afetar a saúde do consumidor. A adoção das Boas Práticas de Fabricação (BPF) são pré-requisitos indispensáveis para estabelecer uma base higiênico-sanitária, com isso, contribui significativamente para garantir a qualidade do produto final, além da redução dos riscos.

Palavras chaves: Mandioca, puba, risco químico, fermentação, compostos cianogênicos.

ABSTRACT

Cassava is an important food, particularly for northern and northeastern Brazil, the cassava plant has toxic substances commonly known as hydrocyanic acid, which intake can lead to severe poisoning. Cassava is used in various forms, from food and feed, up to industrial applications. While most of the Brazilian production of cassava is used to produce cassava flour. However, among various products made with cassava, manioc have mass, which is produced through a fermentation process, which aims at bringing new technological and sensory characteristics of the product and reduce its toxicity by partially removing the hydrocyanic acid present. Its use is applied in the preparation of breads, pasta, cakes, biscuits and porridge. This product is prepared in a traditional manner, usually in very poor processing, storage and marketing, can compromise quality and safety of food and bring risks to consumer health. The absence of standards of quality control and contamination \rightarrow tions becomes a concern that may affect consumer health. The adoption of Good Manufacturing Practices (GMP) are essential prerequisites to establish a sanitary-hygienic conditions, thereby contributing significantly to ensure final product quality, besides reducing the risks.

Keywords: Cassava, puba, chemical risk, fermentation, cyanogenic compounds.

INTRODUÇÃO GERAL

Massa puba ou carimã é um produto tipicamente regional e característico das regiões Norte e Nordeste do Brasil, caracterizando também como um produto sazonal e de subsistência das famílias inseridas no contexto rural. Sua produção ocorre através de processos fermentativos utilizando raízes de mandiocas inteiras ou em pedaços, com ou sem as cascas, em recipientes com água. Após o período de maceração as raízes são esmagadas, trituradas, peneiradas e secas.

A mandioca quando comercializada como uma *commodite* tem pouco valor agregado, ao ser efetuado os devidos processos de elaboração, agrega-se valor ao produto, transformando em ganho real de divisas para esses produtores. Com a massa puba é possível elaborar diversos produtos alimentícios como: mingaus, bolos, cuzcuz, pamonha, bolo de taca ou de rolo e beju; Esses produtos são de grande apelo regional podendo ser encontrado em feiras livres, festas juninas e populares dentre outras, aumentando a renda familiar destes produtores, além de fazer parte da dieta alimentar do trabalhador rural.

A elaboração deste produto poderá ser variável em algumas etapas, dependendo do local e da rotina de trabalho dos seus produtores, porém o princípio da fermentação será o mesmo para todos, visto que com o processo fermentativo a mandioca obterá uma consistência e forma de massa homogênea, modificando, sabor, odor, textura além de permitir a diminuição dos compostos cianogênicos da raiz.

O processamento da massa puba se dá em locais com baixo ou nenhum padrão de higiene, a massa em fermentação fica exposta a variação ambiental de temperatura, como a chuva, sujidades e insetos dentre outros. Permitindo assim inúmeras possibilidades de risco de contaminação por meio físico, através de pedaços de casca de mandioca, folhas, pedras, madeira, borracha e insetos; por meio microbiológicos ação de algum patógeno na massa mal conservada; por meio químico com substâncias que podem causar intoxicação ao consumidor como o HCN se este não sofrer uma eficiente detoxificação. O armazenamento deste produto deverá ser sob refrigeração, observando que sua estocagem não poderá ser prorrogado por períodos não muito longos; Enquanto que sua distribuição e comercialização, por via de regra se dá em temperatura ambiente, e as condições de sua manutenção também se dá inadequadamente, quer seja para feiras livres,

panificadoras e lanchonetes, permitindo assim alterações na sua conservação e qualidade.

O HCN é o princípio tóxico da mandioca e cuja ingestão ou mesmo inalação, representa sério perigo à saúde, por isso recomenda-se o consumo de variedades de mesa, ou seja mandioca mansa; Enquanto que as variedades bravas, com um elevado teor cianogênico deve passar pelo processo de detoxificação (fermentação, moagem, secagem), etapas referente ao processamento dos mais variados produtos.

Nota-se claramente que este produto sofre com a falta de padrão, pois o processamento aparentemente simples e conduzido de uma forma empírica e artesanal por seus manipuladores. Também é evidente a falta dos padrões higiênicos sanitários das unidades de processamento de mandioca onde é elaborado o produto, e de seus manipuladores, comprometendo a qualidade final do produto.

OBJETIVOS GERAIS

Determinar os teores de compostos cianogênicos durante o processo de formulação da massa puba.

Avaliar o nível de resíduos dos teores de compostos cianogênicos em massas puba.

Identificar os pontos críticos de controle no processamento de massa puba.

Avaliar as condições higiênicas sanitárias das unidades produtoras.

CAPITULO 1

REVISÃO DE LITERATURA

A mandioca (*Manihot esculenta crantz*) da família das euforbiáceas é consumida por cerca de 500 milhões de pessoas no mundo. Mais de 80 países produzem mandioca, sendo que o Brasil participa com mais de 15 % da produção mundial, com cerca de 25 milhões de toneladas de raízes. Planta de origem brasileira, a mandioca é uma das culturas mais difundidas no país (EMBRAPA, 2003).

1. IMPORTÂNCIA DA MANDIOCA NO MUNDO E NO BRASIL

Os maiores produtores de mandioca do mundo (produção acima de 2 toneladas), são países em desenvolvimento ou do terceiro mundo, caracteristicamente pobres, por ser a mandioca uma cultura de subsistência, sem valor comercial significativo em termos mundiais (EL-DASH & GERMANI, 1994).

A mandioca é utilizada sob diversas formas, desde a alimentação humana e animal, até as aplicações industriais. Em áreas populacionais de baixa renda, como no Centro Sul da África, vários tipos de alimentos fermentados da mandioca são produzidos em escala comercial. Essa produção tende a aumentar, visto que, com frequência, estão sendo feitos estudos que permitem melhorar o rendimento dos processos fermentativos (ALMEIDA, 1992).

A produção mundial de mandioca, dada sua importância sócio-econômica, vem apresentando um crescimento médio anual de 2,6% e passou de 97 para 173 milhões de toneladas ao longo dos últimos 30 anos (GROXKO, 2002).

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) desempenha elevada importância social como principal fonte de carboidratos para mais de 700 milhões de pessoas, principalmente nos países em desenvolvimento. O Brasil, com aproximadamente 2 milhões de hectares, é um dos maiores produtores mundiais de mandioca, com uma produção de 24 milhões de toneladas de raízes frescas (IBGE, 2006).

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) desempenha um importante papel na dieta alimentar dos brasileiros, por seu alto teor energético. O Brasil figura como um

dos maiores produtores dessa cultura e também como grande consumidor, apresentando em 1999 um consumo de raízes *per capita* de 42,9 Kg/hab/ano, enquanto o consumo *per capita* mundial foi de apenas 16,4 Kg/hab/ano (FAO, 2003).

A produção brasileira de mandioca alcançou seu auge em 1970, com 30 milhões de toneladas, decaindo esta produção nos anos seguintes. Em 1970 com 90 milhões de habitantes, o consumo da mandioca era motivado principalmente pelo uso de “raspas de Mandioca” às farinhas panificáveis e maior consumo animal (GROXKO, 2002).

A maioria da produção brasileira de mandioca é destinada à produção de farinha de mandioca. Ao contrário da produção de fécula, da mandioca de mesa e de raspas ou *pellets*, a farinha de mandioca não conta com mercados de exportação significativos. O Brasil é o único país da América Latina que consome farinha em quantidades expressivas (VILPOUX, 2003).

A industrialização das raízes de mandioca diminui as perdas pós-colheita, agrega valor ao produto, proporciona maior retorno financeiro aos produtores, além da geração de emprego e renda (MATSUURA, 2003). Estima-se que na fase de produção primária e no processamento da farinha e fécula são gerados um milhão de empregos diretos, e que a atividade mandioqueira proporciona receita bruta anual equivalente a 2,5 bilhões de dólares e uma contribuição tributária de 150 milhões de dólares; sendo que a produção transformada em farinha e fécula gera, respectivamente, receitas equivalentes a 600 e 150 milhões de dólares (CARVALHO, 2006).

De acordo com o IBGE, PAM/LSPA (2005) estima-se que a média da produção brasileira de mandioca em 2003/04 foi de 22.871 toneladas, sendo os principais produtores: o estado do Pará com 4.457 ton., Bahia 4.027 ton., Paraná 2.656 ton., Rio Grande do Sul 1.275 ton. e Maranhão 1.257 ton.

O estado do Pará, na condição de maior produtor brasileiro de mandioca, participa com 15 % da produção nacional. A produção de farinha de mesa, a principal forma de aproveitamento das raízes, é uma atividade de importância social porque um grande contingente da população rural participa desta produção, além de representar uma contribuição econômica significativa para os municípios paraenses (FONTES, 1999).

DI-TANNO, (2001) em contra ponto a Fontes, 1999 relata que a região Nordeste é a maior produtora com 34,74% da produção do país, sendo que o Pará, principal estado produtor brasileiro, contribui com 17,97 % da produção nacional. Já a maior produtividade encontra-se no estado do Paraná com 22,72 ton/ha, enquanto os estados do Pará e Bahia, que são os maiores produtores de sua região, apresentam produtividades de 13,82 ton/ha e 12,38 ton/ha respectivamente. No recôncavo baiano a mandioca é comercializada crua e transformada em farinha, garantindo grande parte da renda familiar do agricultor .

Conforme a Associação Brasileira de Produtores de Amido de Mandioca (ABAM), o Brasil se destaca na produção e exportação de amido. Na produção brasileira de amido no ano de 2007, se destaca o estado do Paraná com 56% da produção nacional, seguido do Mato Grosso do Sul com 20% e São Paulo com 15 % (ABAM, 2008).

Tradicionalmente, a produção de mandioca da região Nordeste é orientada para a produção de farinha, a qual é realizada em indústrias de processamento denominadas “casas de farinha” (CARDOSO, 1999). Nesta região existem centenas de casas de farinha, cuja exploração está baseada principalmente na mão-de-obra familiar, possuindo estruturas bastante rudimentares, que muitas vezes não possuem as condições físico-estruturais adequadas e necessárias para o seu bom funcionamento.

No Estado da Bahia, a cultura da mandioca ocupa o terceiro lugar no *ranking* dos produtos agrícolas, segundo em valor bruto da produção em 2004, ficando atrás apenas do algodão e da soja. A produção de mandioca no estado foi 4.393.997 toneladas em 2006, a maior em quantidade produzida, segundo a grande região (IBGE, 2006). Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento, CONAB (2007/2008), no ano de 2007 a Bahia teve uma área plantada em 360,7 mil/há, tendo respectivamente uma produção de 4.729,9 mil/ton e uma produtividade de 13.112 kg/ha.

A região Sudoeste da Bahia é considerada destaque no cenário da produção de mandioca. O município de Cândido Sales foi o maior produtor na região com 232.500 toneladas de raízes, Belo Campo com 13.500 toneladas, e Vitória da Conquista com 10.080 toneladas (ALVARENGA, 2006).

2. PRODUTOS E SUBPRODUTOS DA MANDIOCA

Dependendo do tipo de processamento da mandioca poderemos ter diversos produtos diferentes. São exemplos destes as farinhas de variados tipos, fécula ou polvilho doce, polvilho azedo, amidos modificados, mandioca puba, tapioca, beiju, sobremesa sagu, salgadinhos do tipo aperitivo, além das raízes minimamente processadas, congeladas, desidratadas, pré-cozidas, fritas do tipo chips e dos croquetes. A mandioca pode ser ainda usada como ingredientes ou aditivo na fabricação de embutidos, chocolates, balas, bolachas, pães e sopas (EMBRAPA, 2003).

Segundo Normanha (1966/1967), no norte e nordeste brasileiro, uma grande variedade de produtos é preparada com as raízes e folhas da mandioca, tais como o beiju, tapioca, puba, maniçoba, tucupi, tacacá, goma, arubê, dentre outros, além de uma grande variedade de tipos de farinhas, como a farinha d'água, a farinha seca ou de mesa e a mista ou do Pará.

A Legislação Brasileira diferencia bem esses tipos de farinhas, visto que por definição é um produto obtido pela moagem de partes comestíveis de matérias-primas limpas, isentas de parasitos ou substâncias terrosas. No Brasil, a farinha obtida das raízes de mandioca é a forma mais comum de aproveitamento da mandioca para alimentação humana. Sua fabricação ocorre em todo País, sendo a principal fonte de energia para a população das Regiões Norte e Nordeste (EMBRAPA, 2003).

Contudo existem alguns problemas na fabricação da farinha de mandioca produzida que são a falta de uniformidade e ampla variação da sua composição, influenciada pela cultivar e idade da planta. Existem três grupos básicos de farinha de mandioca: farinha seca, farinha d'água e farinha mista, resultante da mistura das farinhas seca e d'água. A farinha seca, também chamada de farinha de mesa, é a mais consumida no Brasil. A farinha d'água, também chamada de puba, é o produto obtido de raízes de mandioca de variedades amarelas, devidamente limpas, maceradas (fermentadas), descascadas, trituradas ou desestruturadas. A massa resultante é prensada esfarelada e torrada em fornos, em forno brando. A farinha mista ou farinha-do-Pará é o resultado da mistura, em diferentes proporções, da farinha seca e a farinha d'água. A farinha-do-Pará e farinha d'água são mais consumidas na Região Norte. As farinhas são classificadas segundo o grupo que é

função da tecnologia de fabricação, o subgrupo relacionado a granulometria, à classe relacionada com a coloração do produto, e o tipo que envolve uma série de outras características, como presença de casca, fiapos, pontos pretos e acidez (EMBRAPA, 2003).

A farinha de mesa é o derivado da mandioca mais amplamente difundido no país, sendo consumida de diferentes maneiras em todas as regiões. De acordo com Cardoso et al. (2001), os principais produtos das raízes de mandioca, no nordeste paraense, são as farinhas d'água, seca e mista (mistura da massa ralada e fermentada), que podem ser branca ou amarela, obtendo-se esporadicamente, como subproduto, a goma para consumo familiar e/ou para comercialização nas feiras.

Silva (1983) defini a farinha d'água ou farinha puba como um tipo de farinha de mandioca produzida na região amazônica, com sabor e odor característicos, apresentando uma coloração amarela intensa, oriunda de raízes com a polpa amarela, ou o emprego de pó de raiz de curcuma. Seu fluxo de produção se dá através da maceração e fermentação da mandioca com casca em tanque com água, que dura em torno de três dias, seguido do descascamento das raízes, amassamento das raízes, com posterior prensagem da massa crua para remover a manipueira, torragem em forno brando preferencialmente, peneiragem da farinha e por fim seu armazenamento.

A legislação confirmou esta definição de farinha de mandioca d'água através da Portaria nº 554, de 30 de agosto de 1995 do MAPA, sendo “o produto das raízes de mandioca sadias, devidamente limpas, maceradas, descascadas, trituradas (moídas), prensadas, desmembradas, peneiradas, secas à temperatura moderada, podendo novamente ser peneiradas ou não”.

Um subproduto de pequenos produtores de farinha de mandioca como a fécula ou goma, é o principal produto das fecularias, sendo vendida nas feiras e como matéria-prima na fabricação da farinha de tapioca e na confecção de biscoitos (CARDOSO et al., 2001)

A fécula caracteriza-se por ser um produto insípido, insolúvel em água fria, embora absorva água e os grânulos intumescam. Em água fria, o amido forma uma suspensão leitosa, mas se deposita rapidamente, o que permite fácil separação. Em água aquecida entre 60°C e 75°C, o amido geleifica (gomifica). Para um bom rendimento industrial, o teor de amido da raiz é o fator mais importante, pois influencia diretamente no rendimento e no custo da produção (EMBRAPA, 2003).

O polvilho azedo é um amido modificado por oxidação, essa modificação garante ao produto uma propriedade física especial, a alta capacidade de expansão. O processo é bem parecido com o da fécula ou polvilho. Em tanques abertos ou fechados, o polvilho é coberto por uma camada de água de cerca de 20 cm e deixado fermentar naturalmente. A fermentação pode durar de 3 a 60 dias ou mais, dependendo de fatores como a contaminação inicial da matéria-prima ou do tanque e utensílios com microrganismos fermentativos e a temperatura ambiente. A identificação do produto final de fermentação é feita com base em fatores como aparecimento de bolhas, aumento da acidez, desenvolvimento de compostos aromáticos (ácido láctico e butírico) e alteração da textura, que se torna mais friável (EMBRAPA, 2003).

3. TOXIDIZ CIANOGENICA

O uso da mandioca como alimento está sujeito à presença de glicosídeos cianogênicos potencialmente tóxicos. Cagnon et al. (2002) relata que a mandioca por ser uma planta cianogênica apresenta compostos cianogênicos e enzimas distribuídas em concentrações variáveis nas diferentes partes da planta. Pela ruptura da estrutura celular da raiz, a enzima presente (linamarase) degrada estes compostos (linamarina e lotaustralina), liberando o ácido cianídrico (HCN), que é o princípio tóxico da mandioca e cuja ingestão ou mesmo inalação, representa sério perigo à saúde, podendo ocorrer casos extremos de envenenamento. Considera-se que a dose letal é de aproximadamente 10 mg de HCN por kg de peso vivo. Em relação ao teor de ácido cianídrico na raiz, as cultivares são classificadas em mansas: menos de 50 mg de HCN/kg de raiz fresca sem casca; moderadamente venenosas: 50 a 100 mg de HCN/kg de raiz fresca sem casca; e bravas ou venenosas: acima de 100 mg de HCN/kg de raiz fresca sem casca, sendo as cultivares mansas também conhecidas como de mesa, aipim e macaxeira.

O fato da planta de mandioca apresentar características que possibilitem sua utilização total, fornecendo energia, suplemento protéico e fibra, é bem conhecido, mas pouco explorado. Esta situação deve estar associada à incerteza quanto à melhor época, dentro do ciclo das variedades, capaz de propiciar o máximo aproveitamento com menor risco, tanto na utilização, no que diz respeito à

toxicidade cianogênica, quanto na economicidade do empreendimento, quando feito com duplo propósito, ou seja, objetivando folha e raiz (TELES,1987).

O conhecimento da toxicidade da planta limita o seu emprego, tanto na alimentação humana como na nutrição animal. As técnicas de processamento industrial para diminuição do princípio tóxico baseiam-se na dissolução em água ou na volatilização da alfa-hidronitrila, envolvendo processos como a maceração, absorção da água, fervura, torrefação ou fermentação das raízes de mandioca, ou ainda, a combinação desses processos. Aparentemente, a maior parte da cianidrina, normalmente é liberada nesses processamentos, porém é comum ficarem alguns resíduos que podem ser suficientes para produzirem sintomas de intoxicação (CAGNON et al., 2002).

A estabilização das raízes frescas, a redução dos compostos cianogênicos a níveis seguros e alterações de textura e sabor do produto, que melhoram a sua aceitabilidade pelo consumidor, são conseqüências do processamento (POULTER, 1995).

Os métodos de processamento que efetivamente removem os glicosídeos cianogênicos iniciam com a desintegração da raiz, sob alta umidade e baixas temperaturas, como no processo de obtenção de polvilho ou fécula. Esse processo leva ao rompimento celular e ação da enzima linamarase (que encontra-se na parede celular), que catalisa a hidrólise dos glicosídeos cianogênicos (liberados dos vacúolos), liberando glicose e a cianidrina correspondente, que se decompõem espontaneamente ou por ação da enzima α -hidroxinitrila liase (MKPONG *et al.*, 1990). A água utilizada carrega grandes quantidades de cianógenos, fazendo com que a manipueira tenha um alto teor dessas substâncias. Durante a segunda fase de processamento, o aumento da temperatura e/ou redução de umidade favorecem a degradação das cianidrinas, liberando o HCN que é volátil a 25°C (TYLLESKAR *et al.*, 1992).

As conseqüências das intoxicações crônicas por glicosídeos cianogênicos presentes na mandioca são diversas. Uma dessas envolve o sistema nervoso e é chamada neuropatia atáxica tropical (TAN), que é representada por uma mielopatia, atrofia óptica bilateral que é a perda de visão e perda dos nervos óticos além da descoloração dos olhos, surdez bilateral perda da capacidade auditiva nos ouvidos e polineuropatia que é um distúrbio neurológico que ocorre simultaneamente em muitos nervos periféricos por todo o corpo, possui envolvimento motor e sensorial

(MIDIO & MARTINS, 2000). Outra doença causada pela ingestão de alimentos com compostos cianogênicos é o Konzo, doença epidêmica oriunda de uma paraparesia espástica não-progressiva, reportada em diversas áreas rurais da África Sub-Saara, a qual está associada ao consumo de mandiocas tóxicas (TYLLESKAR, 1994).

O limite para que haja intoxicação por uma substância tóxica é denominado Dose Letal (DL), que é estabelecida em ensaios experimentais com animais. A DL50 representa a quantidade de substância tóxica que em uma dose única, causa a morte de 50% dos indivíduos que a ingeriram. No caso da linamarina da mandioca, esse limite ainda é discutível (CEREDA, 2003).

Sendo solúvel em água, a maior parte dos glicosídeos capazes de gerar HCN, como a linamarina, é removida durante o processamento da mandioca para a obtenção da farinha. A redução efetiva do nível de composto cianogênicos ocorre: na ralação ou trituração, que permite que a ruptura das células libere a linamarase e na torração da massa de raízes raladas para remover os resíduos de cianeto livre. Entre essas duas fases tem-se a prensagem, onde os glicocianetos solúveis em água são arrastados com a água de constituição das raízes, sendo que este líquido, denominado de manipueira, pode trazer sérios transtornos ao meio ambiente em razão da presença de cianeto em águas residuais (CAGNON et al., 2002).

O sabor amargo das raízes está associado ao potencial cianogênico, ou seja, o teor de glicosídeos cianogênicos, pois a linamarina apresenta sabor amargo. As mansas ou doces não têm sabor amargo, contêm baixo teor de glicosídeos cianogênicos, são consumidas com ou sem qualquer processamento, principalmente por meio de preparos domésticos simples (VALLE *et al.*, 2004).

4. PONTOS CRITICOS DE CONTROLE (PCC)

Segundo Bellaver (2004), a avaliação de risco é um método que permite definir as classes de risco. O risco é estabelecido através de dois parâmetros: severidade e probabilidade de um perigo potencial. A severidade é o efeito exercido na espécie alvo do produto e é dividida em três níveis: maior (causando doença, injúrias graves e conseqüências fatais); médio (pode causar doenças e injurias substanciais a curto e longo prazo) e baixo (pequenos problemas de doença ou injurias que podem ocorrer em doses muito altas usadas por longos períodos). A

probabilidade é a frequência em que o perigo poderá ocorrer no produto final consumido pelo animal ou pelo ser humano.

As avaliações de risco são necessárias para estabelecer leis sobre inocuidade dos alimentos, bem como ajudar a estabelecer prioridades de inspeção dos alimentos e outras políticas de inocuidade dos alimentos (FAO/OMS, 2001).

Perigos (bio) químicos somente serão detectados após análises laboratoriais e, portanto, só podem ser prevenidos por condições estabelecidas e asseguradas. Há necessidade de determinar o nível de contaminação dos ingredientes, de locais e equipamentos, sendo críticos o ponto de recebimento do ingrediente, a área de processamento, a área de armazenagem e o transporte até o consumidor (BELLAYER, 2004).

BASTOS (2008) relata que risco é a probabilidade de ocorrência de um efeito adverso à saúde e da gravidade de tal efeito como consequência de um perigo ou perigos nos alimentos. Já se tratando de perigo seria o agente biológico, químico ou físico, ou propriedade de um alimento, capaz de provocar um efeito nocivo a saúde. A análise de risco seria o processo que consta de três componentes, os quais são a avaliação, o gerenciamento e a comunicação de risco. Sendo que a avaliação esta fundamentada nos conhecimentos científicos, envolvendo as seguintes fases de identificação do perigo, da caracterização do perigo, da avaliação da exposição e da caracterização do risco.

A Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle (APPCC ou em inglês *Hazard Analysis And Critical Control Points - HACCP*) foi inicialmente aplicada por empresas que elaboram produtos alimentícios de alto risco microbiológico (carnes, laticínios, conservas vegetais). Atualmente, a APPCC está sendo empregada também por empresas cujos produtos elaborados apresentam baixo risco de contaminação por *patogênicos*, como café e vinho. Os benefícios que o sistema oferece resultam em maior competitividade nos mercados em que atuam, internos ou externos (BARBOSA, 2003).

A APPCC surgiu a partir do uso da energia atômica, na Grã-Bretanha (década de 50) e do programa espacial americano (década de 60). Ambos os projetos demandavam o controle de riscos e garantia de segurança em seus processos. O envio de astronautas ao espaço requeria, especialmente, o consumo de alimentos 100% seguros, incapazes de oferecer riscos de intoxicação alimentar (GUIA, 2000).

De acordo com Guia (2000), em 1971 a metodologia da APPCC foi inicialmente apresentada na Conferência Nacional sobre Proteção de Alimentos. Em 1988 a APPCC foi proposta pela Comissão Internacional de Especificações Microbiológicas para Alimentos (ICMSF) como instrumento fundamental no controle de qualidade e microbiologia. Em 1997, a Comissão *Codex Alimentarius* determinou as “Diretrizes Codex para a aplicação do Sistema APPCC”, após discussões e revisões.

Em 1990, o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade, estabeleceu a meta de difundir e apoiar a implantação do sistema APPCC, utilizado na produção de alimentos seguros à saúde e com qualidade. Em 1991, o Serviço de Inspeção Federal do Ministério da Agricultura iniciou a implementação em caráter experimental da APPCC no setor de pescado. Em 1998, surgiu o Projeto Nacional APPCC, atual Programa Alimentos Seguros do Campo à Mesa (PAS), através de um convênio entre CNI/SEBRAE/SENAI (RUIVO, 1998).

A Lei 8.078 de 11/09/1990 do Ministério da Justiça, conhecida como Código de Defesa do Consumidor (CDC), estabelece que é direito do consumidor a proteção à vida, à saúde e segurança; o direito à informação clara sobre os produtos e serviços e as especificações técnicas corretas; e a prevenção e reparação de danos. Quanto à responsabilidade, todos responderão solidariamente: fornecedor, produtor e comerciante. O CDC estabelece o que é impróprio ao uso e consumo, produto com prazo de validade vencido, deteriorado, falsificado, perigoso (entre outros), ou em desacordo com normas de fabricação, distribuição ou apresentação, ou ainda, produtos que por qualquer motivo se revelem inadequados aos fins a que se destinam (BRASIL, 2003).

A utilização do sistema APPCC não deve estar restrita a grandes empresas nacionais que atuam no mercado externo e interno. Além do respeito à legislação, a aplicação adequada da APPCC traz benefícios às empresas. Segundo Efstratiadis & Arvanitoyannis (2000), a adoção do sistema resulta no controle efetivo dos Pontos Críticos de Controle, na possibilidade de alteração instantânea ou modificação do processo; proporciona um incremento na educação e treinamento do pessoal da empresa, além do estreitamento da cooperação entre gerência e funcionários; e ainda, a prática do sistema e suas auditorias periódicas, fazem com que sejam criadas soluções para problemas futuros.

Para implantar o sistema APPCC numa empresa, é preciso aplicar os sete princípios estabelecidos pelo *Codex Alimentarius*, que é o Comitê Conjunto FAO/WHO (Food and Agriculture Organization/World Health Organization), cuja função principal é estabelecer normas e padrões para alimentos. Segundo Guia (2000) e ICMSF (1991) os sete princípios são: a análise de perigos e medidas preventivas, a identificação dos pontos críticos de controle, o estabelecimento dos limites críticos, o estabelecimento dos procedimentos de monitoração, o estabelecimento das ações corretivas, o estabelecimento dos procedimentos de verificação e o estabelecimento dos procedimentos de registro.

Segundo a Portaria do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) nº 46/98, perigo é definido como “causas potenciais de danos inaceitáveis que possam tornar um alimento impróprio ao consumo e afetar a saúde do consumidor, ocasionar a perda da qualidade e da integridade econômica dos produtos” (BRASIL, 1998).

Os perigos à segurança alimentar são classificados em microbiológicos, químicos e físicos (GUIA, 2000). Na medida que a segurança alimentar é uma preocupação, os perigos obrigatórios a serem analisados num plano APPCC são aqueles que afetam a saúde do consumidor. Estes perigos estão relacionados com as qualidades intrínsecas percebidas, ou seja, características higiênicas, físicas e nutricionais (SCALCO & TOLEDO, 2002).

Os perigos à qualidade são normalmente relacionados a aspectos do produto como aparência, aceitabilidade, degustação, *flavor*, cor e componentes (álcool, acidez), ou seja, as qualidades extrínsecas, que são características sensoriais importantes para a aceitação do consumidor. Referem-se aos defeitos que alteram o produto sem afetar a saúde do consumidor (TZIA & CHRISTAKI, 2002; SCALCO & TOLEDO, 2002).

As Boas Práticas de Fabricação (BPF) são pré-requisitos indispensáveis para estabelecer a base higiênico-sanitária para implantação do Sistema APPCC (BRASIL, 1997; GUIA, 2000).

A adoção das Boas Práticas de Fabricação (BPF) representa uma das mais importantes ferramentas para o alcance de níveis adequados de segurança alimentar e, com isso, contribui significativamente para garantir a qualidade do produto final (NASCIMENTO, 2006). Além da redução de riscos, as BPF também

possibilitam um ambiente de trabalho mais eficiente e satisfatório, otimizando todo o processo produtivo.

A qualidade de um produto é definida como “sua medida frente a um padrão considerado excelente, a um dado preço, satisfatório para o produtor e para o consumidor, com o objetivo de assegurar que o produto seja ajustado ao máximo nos padrões em todo o momento” (CARVALHO, 2001).

Desse modo, as Boas Práticas de Fabricação (BPF) desempenham um papel fundamental na produção de alimentos com a tão almejada qualidade assegurada. As BPF são requisitos essenciais necessários para garantir a qualidade da(s) matéria(s)-prima(s) e do(s) produto(s) acabado(s), sendo aplicadas em todas as etapas do processo produtivo.

A Portaria Ministério da Saúde (MS) nº 326 (BRASIL, 1997) e a Portaria MAA nº 368, (BRASIL, 1997) estabelecem os requisitos gerais necessários para a produção de alimentos de acordo com as BPF. Somado a isso, a Portaria da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) nº 275, (BRASIL, 2002) estabelece a documentação, procedimentos operacionais padrões (POP) necessários para padronizar os processos produtivos, como parte dos requisitos para se obter produtos com qualidade.

5. CARACTERIZAÇÃO DA MASSA PUBA.

No Estado do Acre, a mandioca assume grande importância econômica para o pequeno produtor, principalmente, quando se refere à fabricação de farinha de mesa. No entanto, muitos outros subprodutos da mandioca não são obtidos em escala comercial, devido à falta de conhecimentos tecnológicos. A farinha de carimã ou puba é obtida da mandioca e vem sendo utilizada pela população local na fabricação de pães, massas, bolos, biscoitos e mingaus, com o objetivo de substituir de forma parcial ou integral a farinha de trigo (PIMENTEL, 2001).

Segundo Menezes (1998) a fermentação natural de raízes de mandioca, denominada pubagem, é uma etapa fundamental no preparo da puba ou carimã, um alimento disseminado no Nordeste brasileiro e semelhante a diversos alimentos fermentados de origem africana como o fufu e o gari. A fermentação da mandioca objetiva conferir novas características tecnológicas e sensoriais ao produto, além de reduzir sua toxicidade, através da eliminação parcial dos compostos cianogênicos

presente em elevado teor nas variedades utilizadas para fins comerciais (CEREDA, 1973). Durante este processo, além da degradação dos compostos cianogênicos e a formação de substâncias aromáticas, ocorre o amolecimento das raízes, que é indispensável para a obtenção de produto de boa qualidade (MENEZES, 1998).

Segundo Di-Tanno (2001), *apud* Oyewole (1992), a fermentação da mandioca pode ser classificada em dois tipos principais: a fermentação da raiz no estado sólido (no qual a raiz não está mergulhada na água) e o processo de fermentação submerso (utilizado para obtenção da puba). O período de fermentação depende das condições ambientais, da cultivar e da idade das raízes, da temperatura e pH da água.

De acordo com Teófilo (2004) deve se observar o tempo de imersão das raízes em água, pois tempos muito curtos quando aplicados não obtêm resultados satisfatórios. Depois de quatro horas de imersão, apenas 5% dos compostos cianogênicos são liberados. Quando o tempo de imersão é mais longo os níveis destes compostos tóxicos chegam a ser reduzidos a 50%, depois de 18 a 20 horas. Neste caso, a imersão em água ajuda no processo de detoxificação. Ela promove a quebra das células por ação osmótica e atividade fermentativa, a qual ajuda na hidrólise dos glicosídeos. No Nordeste brasileiro, o produto é imerso em água por 2 a 8 dias. O produto é chamado *carimã*, é muito saboroso e apresenta ótima digestibilidade. O teor de cianeto residual é muito baixo na carimã.

A maceração consiste no amolecimento das raízes de mandioca durante o processo fermentativo, conforme relata Campbell-Platt (1987). As raízes são fermentadas em água, raladas, prensadas e torradas. A fermentação é realizada em água parada ou corrente (igarapés), a qual confere às raízes características sensoriais peculiares. A trituração é feita em “caitutus” ou em “urupembas” (peneira grossa feita de palhas de palmeiras). Para a prensagem, utilizam-se “tipitis” (prensa artesanal feita de palha de buriti) ou prensas geralmente de fuso. A torração é conduzida em forno de barro aberto ou tachos de ferro (SARMIENTO, 1993).

As tecnologias de transformação das matérias-primas são conhecidas por parte da maioria dos agricultores familiares, muitas vezes passadas de pais para filhos. Entretanto, os conhecimentos de como e porque produzir com qualidade e segurança asseguradas são quase sempre um mito entre esses agricultores (ALVARENGA, 2006). A sociedade pede qualidade, os órgãos fiscalizadores exigem essa qualidade, mas poucos sabem como atingi-la. Por outro lado, o rigor no

cumprimento dos procedimentos que assegurem a qualidade na produção de alimentos tem sido cada vez mais praticado por parte dos órgãos fiscalizadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA et al. Qualidade da Farinha de Mandioca Produzida em Alcântara, Maranhão. In: Congresso Brasileiro de Mandioca, 11., 2005, Maranhão. **Anais...Maranhão**: [s.n.], 2005. p. 1-4.

ALVARENGA, A. L. B. Princípios das boas práticas de fabricação: requisitos para implementação de agroindústria de agricultores familiares. In: Nascimento Neto, Fenelon do. **Recomendações básicas para a aplicação das boas práticas agropecuárias e de fabricação na agricultura familiar**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 243p. (Série Programa de Agroindustrialização Familiar).

ABAM, disponível em: <<http://www.abam.com.br/>>. Acesso em 10 dez. 2008.

ALMEIDA P. F. de. **Processamento e caracterização da puba**. 1992. 115 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos)-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 13. ed. Washington, 1980. 109p.

BASTOS, Maria do Socorro Rocha. **Ferramentas da Ciência e tecnologia para a segurança dos alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008, 440 p.

BARBOSA, Silvia K. B.; ROSA, Leandro C. da. Aplicação da Appcc (Haccp) na indústria vinícola – situação atual e Perspectivas. In: Encontro Nac. de Eng. de Produção, 23., 2003, Ouro Preto. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2003_TR0201_0558.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2008.

BELLAVER, Cláudio. A importância da gestão da qualidade de insumos para rações visando a segurança dos alimentos. In: Simpósio de Segurança dos Alimentos. Reunião Anual da SBZ, 41., 2004, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS: SBZ, 2004.

BOLHUIS, G.G. The toxicity of cassava roots. **Netherlands Journal of agricultural Science**, Wageningen, v.2, n.3, p. 176-185, 1954.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre o regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos e a lista de verificação das boas práticas de fabricação em estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 6 nov. 2002. Seção 1. p. 126.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 368 de 04 de setembro de 1997. Estabelece as condições higiênico-sanitárias e de Boas

Práticas de Fabricação para estabelecimentos elaboradores/ industrializadores de alimentos. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 16 mar. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 46 de 10 de fevereiro de 1998. Manual genérico de procedimentos para APPCC em indústrias de produtos de origem animal. **Diário Oficial da União**. Seção 1, p. 24-28, 16 mar. 1998

CAMARGO, Maria Thereza L. de A. **Estudo Etnobotânico da Mandioca (Manihot esculenta Crantz - Euphorbiaceae) na Diáspora Africana**. In: Seminário Gastronomia em Gilberto Freyre. Anais... Recife, 2003. Disponível em: <http://www.fgf.org.br/centrodedocumentacao/publicacoes/gastronomia_gf/05_MariaTherezaCamargo.pdf> Acesso em: 15 jun. 2010.

CARDOSO, C. E. L.; SOUZA, J. S. **Aspectos agroeconômicos da cultura da mandioca**: potencialidades e limitações. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. 27 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Documentos, 86).

CARVALHO, E. P. **Microbiologia de alimentos, saúde pública e legislação**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 139 p.

CARVALHO, F. M. **Caracterização do sistema de produção de mandioca (Manihot esculenta Crantz) em treze municípios da região sudoeste da Bahia**. 2006. 118 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2006.

CARDOSO, E.M.R.; MÜLLER, A.A.; SANTOS, A.I.M.; HOMMA, A.K.O.; ALVES, R.N.B. **Processamento e Comercialização de Produtos Derivados de Mandioca no Nordeste Paraense**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental .jun. 2001. 28 p. Documentos nº102

CARDOSO, M.W.; SILVA, G.G.; CANO, V. **Análise microbiológica de alimentos**.. Rio de Janeiro: Merck, 1985. Parte 1, 198 p.

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

CEREDA, M.P. **Alguns aspectos sobre a fermentação da fécula de mandioca**. (Dissertação de Mestrado). 89p. 1973. Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Brasil.

CEREDA, Marney Pascoli; LOPES, Ana Maria. Determinação do potencial de intoxicação em ratos, de linamarina extraída de mandioca. In: SLACA, 5., 2003, Campinas. **Anais...** Campinas, 2003. CD-ROM.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. Farinhas e derivados. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. **Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. vol. 3, p. 577-620.

CHISTÉ, Renan C.; COHEN, Kelly de O.; OLIVEIRA, Suzy S. **Estudo das propriedades físico-químicas do tucupi**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 27(3): 437-440, jul.-set. 2007.

CHISTÉ, R. C., COHEN, K. de O. MATHIAS, E. de A., RAMOA JÚNIOR, A. G. A. Estudo das propriedades físico-químicas e microbiológicas no processamento da farinha de mandioca do grupo d'água. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, n. 27, vol. 2, p. 265-269, abr./jun. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v27n2/08.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2008.

CONAB/IBGE, disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/sureg/BA/evolucao_area_plantada_pr od_produ_ba.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2008.

DI-TANNO, Marilisa Flavia Pereira. **Influência da temperatura, tempo e concentração de pectinase na textura, rendimento e características físico-química da mandioca (*Manihot esculenta* C.) durante fermentação**. 2001. 105 f.. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-ESALQ, Piracicaba, 2001.

EFSTRATIADIS, M. M.; ARVANITOYANNIS, I. S. Implementation of HACCP to large scale production of Greek ouzo and brandy: a case study. **Food Control**. Ano. 11, v. 1, p. 19-30. Feb. 2000.

EMBRAPA. Iniciando um pequeno grande negocio agroindustrial: processamento de mandioca. Brasília, 2003. 115 p.

ESSERS, A. J. A. Manual "Assay for the cyanogen content in cassava products". (Preliminary Version, December, 1993). Wageningen: Department of Food Science, 1993. 9 p. (Agricultural University).

EL-DASH, A.; GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas**: uso de farinhas mistas na produção de massas alimentícias. Brasília: EMBRAPA, 1994. v. 5.

FAO. Food Outlook: global information and early warning system on food and agriculture. Rome, n. 4, p. 22-24, out. 2001. Disponível em: <http://www.relefweb.int/library/documents/2001/fao_foodoutlook_31oct.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2008.

_____. **Statistical datas**: Disponível em: <<http://apps.fao.org/cgi-bin/nph-db.pl>>. Acesso em: 10 dez. 2008.

FERREIRA NETO, Cândido et al.. Microbiologia de farinhas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) durante o armazenamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p.551-555, mar./abr. 2004.

FONTES, Enéas de A et al.. **Fabricação de farinha de mandioca**; Belém, PA: SENAR, 1999.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 182p.

GRANUM, P. E. *Bacillus cereus* and its toxins. **J. Appl Bacteriol.** [s.l.:s.n.], v. 76, 1994. p. 61-66

GROXKO, Methodio. **Mandioca**. Paraná: SEAB, 2002. 54 p. Disponível em: <www.pr.gov.br/seab/deral/cultura9.rtf>. Acesso em: 15 dez. 2008.

GUIA para elaboração do Plano APPCC: pescado e derivados. 2. ed. Brasília, DF: SENAI/DN, 2000. 120 p. (Série Qualidade e Segurança Alimentar).

IBGE. Mandioca - produção, área colhida e rendimento médio - 1990 a 2004. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 20 dez. 2008.

IBGE. Produção Agrícola Municipal (PAM - 1990 a 2003) e Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA – maio 2005). Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 20 dez. 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3.ed. São Paulo, 1986. v.1. 533p.

ICMSF. **El sistema de analisis de riesgos y puntos críticos**. Zaragoza: Acribia, 1988.

LACERDA, I. C. A. et al. Lactic acid bacteria and yeasts associated with spontaneous fermentations during the production of sour cassava starch in Brazil. **J Food Microbiol.** Amsterdam, n. 105, p. 213–219, 2005.

LIMA, U. de A. **Manual técnico de beneficiamento e industrialização da mandioca**. São Paulo: Secretaria de Ciência e Tecnologia, 1982. 56p. (Série Tecnologia Agroindustrial – Programa Adequação, 2).

MATSUURA, F. C. A.U.; FOLEGATTI, M. I. S.; SARMENTO, S. B. S. Processo de produção. In: MATSUURA, F. C. A. U.; FOLEGATTI, M. I. S. (Org.) **Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial: processamento da mandioca**. Brasília, DF: Embrapa, 2003. p. 11-49. (Embrapa Informação Tecnológica. Série Agronegócios).

MENEZES, Tobias José Barreto de; SARMENTO, Silene Bruder Silveira; DAIUTO, Érica Regina. **Influência de enzimas de maceração na produção de puba**. Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, vol. 18 n. 4, out./dez. 1998.

MENSAH, P.. Fermentation - the key to food safety insurance in Africa? **Food Control.** Guildford, n. 8, p. 271–278, 1997.

MOORTHY, S.N., MATHEW, G.. Cassava fermentation and associated changes in physicochemical and functional properties. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition.** Boca Raton, Fla, 38, p. 73–121, 1998.

MCELROY, D. M.; JAYKUS, L. A.; FOEGEDING, P. M. Validation and Analysis of Modeled Predictions of Growth of *Bacillus cereus* Spores in Boiled Rice. **J. Food Protec**, v. 63, n. 2, p. 268-272, 2000.

MINNAARD, J.; HUMEN, M.; PÉREZ, P. F. Effect of *Bacillus cereus* Exocellular Factors on Human Intestinal Epithelial Cells. **J Food Protec**, v. 64, n. 10, p. 1535-1541, 2001.

MKPONG, O. E.; YAN, H.; CHISM, G.; SAYRE, R. T. Purification, characterisation and localisation of linamarase in cassava. **Plant Physiology**, v. 93, n. 1, p. 176-181, maio 1990.

MIDIO, A.F. & MARTINS, D.I. **Toxicologia de alimentos**. São Paulo: Varela, 2000.

NASCIMENTO, F. N. **Recomendações básicas para a aplicação das boas práticas agropecuárias e de fabricação na agricultura familiar**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 243p. (Série Programa de Agroindustrialização Familiar).

NORMANHA, E.S.; **Mandioca tem variada aplicação**. In: Guia Rural. p. 240-244. 1966-1967.

OYEWOLE, O.B. Characteristics and significance of yeasts involvement in cassava fermentation for 'fufu' production. **Journal Food Microbiology** n. 65, 213–218. 2001.

PIMENTEL, Flavio Araújo; OLIVEIRA, Solange Maria G. de; DAMASCENO, Marcio Jander R. **Processamento de farinha de carimã**. Acre: Embrapa, p. 1-3 dez. 2001. Instruções técnicas. Nº38.

POULTER, N. Préface. In: EGBE, T.A. et. Al.. **Transformation alimentaire du manioc**. Paris: Orstom Éditions, 1995. p. 9-13. (Collection Colloques et Séminaires).

SANTAMARIA HERNANDEZ, E.; CONTRERAS GUILLEN, J. Composición química de seis variedades de yuca (*Manihot esculenta*, Crantz) en distintas etapas do desarrollo. **Agricultura Técnica en México**. México, v. 10, n. 1, p. 316-321, 1984

RUIVO, Uilians Emerson. O Plano HACCP na indústria pesqueira brasileira. **Engenharia de Alimentos**, São Paulo, n.19, p. 28-30, maio./jun. 1998.

SARMIENTO, F. M. Z. **Utilização de farinha de macaxeira (*Manihot esculenta* Crantz) obtida pelo método HEIM em panificação**. 1993, 71 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1993.

SCALCO, Andréa Rossi; TOLEDO, José Carlos de. Gestão da qualidade em laticínios do estado de São Paulo:situação atual e recomendações. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 17-25, abr./jun. 2002.

SCHWAN, Rosane F.. ALMEIDA, Euziclei G et al. Yeast diversity in rice-cassava fermentations produced by the Indigenous Tapirape people of Brazil. **Federation of European Microbiological Societies**. n.7, p.966–972, 2007.

SILVA, Jairo R. da. **Casa de farinha**. Brasília. Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural. 1983, 63p.

TELLES, F.F. Técnicas de liberação do HCN e toxidez cianogênica das mandiocas. **Information Agropecuary**, Belo Horizonte, v. 13, p. 18-22, 1987.

TEOFILO, Tiago J. S. et al. **Toxicidade cianogênica de raízes de mandioca (*manihot esculenta crantz*) vendidas em dois supermercados de Sobral-Ce**. Universidade Estadual do Vale do Aracau - Centro de Ciências da Saúde. Sobral, 2004.

TSEN, H. Y. et al. *Bacillus cereus* Group Strains, their Hemolysin BL Activity, and their Detection in Foods Using a 16s RNA and Hemolysin BL Gene-Targeted Multiplex Polymerase Chain Reaction System. **J Food Protec**, v. 63, n.11, p.1496-1502, 2000.

TZIA, C.; CHRISTAKI, T. Quality and safety assurance in winemaking. **Food Control**. Ano 13, v. 8, p. 503-517, dez. 2002.

TYLLESKAR, T et. al. Cassava cyanogens and konzo, an upper motor neuron disease found in Africa. **The Lancet**, v. 339, n. 8787, p. 208-211, jan. 1992.

TYLLESKAR, T. The causation of konzo. **Acta Universitatis Upsalensis**, Uppsala: University Press, 108p. 1994.

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.

VILPOUX, Olivier. **Produção de Farinha d'água no Maranhão. Série: Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas**. Vol.3 Cap.21. Cultura de tuberosas amiláceas latino-americanas. Fundação Cargill. 2003. CD-ROM

CAPITULO 2

AVALIAÇÃO DO TEOR DOS COMPOSTOS CIANOGENICOS E IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS CRITICOS DE CONTROLE QUÍMICO NO PROCESSAMENTO DE MASSA PUBA.

RESUMO

A Massa puba é um produto tipicamente regional, característico da região nordeste do Brasil. Sua produção ocorre através do processo fermentativo utilizando raízes de mandioca inteiras ou em pedaços, com ou sem cascas, imersas em recipientes com água. O ácido cianídrico que pode ser formado na hidrólise dos glicosídeos cianogênicos presentes na mandioca é o composto tóxico e cuja ingestão ou mesmo inalação, representa sério perigo à saúde. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os teores dos compostos cianogênicos presentes na elaboração da massa puba e a identificação de seus pontos críticos e controle durante seu processamento. A condução do experimento se deu em cinco unidades produtivas, localizadas no município de Cruz das Almas–BA, onde acompanhou-se a fermentação deste produto durante cinco dias, diariamente as amostras deste material eram coletadas e conduzidas ao Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, localizada no mesmo município. Foram realizadas as análises do teor de compostos cianogênicos, umidade, pH, acidez, atividade de água e cor no produto final. O teor dos compostos cianogênicos reduziu com o decorrer das fermentações, com eficiência em todas as unidades produtivas “C”, “P”, “N”, com 100% de redução e “R” com 95% de redução, saindo de 38,1 ppm de HCN na mandioca *in natura* para 1,9 ppm de HCN na massa puba. Os valores dos compostos cianogênicos encontrados no produto final foram próximos a “zero”. Com relação aos valores obtido para o pH, este variou de 6,76 para a mandioca *in natura* a 3,85 no produto final, faixa de pH que influencia no grau de hidrólise dos glicosídeos cianogênicos. Quanto a acidez seus valores foram baixos, próximos a “zero”, caracterizando o produto com uma baixa acidez. Em relação ao produto final a umidade variou entre 68,61% a 46,88%, a atividade de água obtida ficou entre 0,93 a 0,99, caracterizando como um produto susceptível a deterioração microbiana, devido a alta atividade de agua e valores de umidade significativos. A cor da puba apresentou valores de luminosidade (L*) entre 48,08 a 55,2. Notou-se que foi possível a identificação dos PCC’s durante o processamento da massa, assim como a diminuição dos teores dos compostos cianogênicos no produto final.

Palavras Chave: puba, compostos cianogênicos, mandioca, fermentação.

ABSTRACT

The Mass puba is a product typically regional characteristic of the northeastern region of Brazil. Its production is through fermentation processes using roots of cassava whole or in pieces, with or without husks, soaked in water containers. The hydrocyanic acid, which can be formed in the hydrolysis of cyanogenic glucosides present in cassava, is the toxic compound whose ingestion or inhalation represents serious health hazard. This study aimed to evaluate the levels of cyanogenic compounds present in the preparation of mass puba and identification of critical points and control during processing. The conduct of the experiment took place at five production units, located in Cruz das Almas-Ba, which was followed by the fermentation of this product for five days. Daily samples of this material were collected and carried to the Laboratory of Food Science and Technology Embrapa Cassava and Tropical Fruits, located in the same country. Analyses were performed using cyanide, moisture, pH, acidity and water activity and color in the final product. The levels of cyanogenic compounds showed reductions in fermentations with efficiency in all production units "C", "P", "N", 100% reduction and "R" with a 95% reduction, leaving 38.1 ppm HCN in fresh cassava to 1.9 ppm HCN mass puba. The values of cyanogenic compounds found in the final were close to zero. The values obtained at pH ranged from 6.76 referring to fresh cassava to 3.85 for the final product, the pH range that influences the degree of hydrolysis of cyanogenic glycosides. As the acidity values were low close to zero, characterizing the product with low acidity. Regarding the final product moisture ranged from 68.61% to 46.88%, the water activity obtained varied from 0.93 to 0.99, characterized as a product susceptible to microbial deterioration at high water activity values and significant moisture. As for color puba showed values of L *, 48.08 to 55.2. It was noted that it was possible to identify the PCC's during the processing of the mass, as well as reducing the levels of cyanogenic compounds in the final product

Keywords: puba, cyanogenic compounds, cassava, fermentation.

INTRODUÇÃO

A mandioca se destaca como importante produto da agricultura familiar em todo estado da Bahia, onde um número expressivo de famílias do meio rural vive da produção e do processamento da farinha e de outros produtos, constituindo atividades de baixo investimento e de fácil comercialização.

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) desempenha um importante papel na dieta alimentar dos brasileiros, por seu alto teor energético. O Brasil figura como um dos maiores produtores dessa cultura e também como grande consumidor, apresentando em 1999 um consumo de raízes *per capita* de 42,9 Kg/hab/ano, enquanto o consumo *per capita* mundial foi de apenas 16,4 Kg/hab/ano (FAO, 2003).

A produção de mandioca no estado da Bahia foi 4.393.997 toneladas em 2006, a maior em quantidade produzida, segundo a grande região (IBGE, 2006). Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento, CONAB (2007/2008), no ano de 2007 a Bahia teve uma área plantada em 360,7 mil/há, tendo respectivamente uma produção de 4.729,9 mil/ton e uma produtividade de 13.112 kg/ha.

Apesar da mandioca ser um alimento importante, ele contém substâncias tóxicas e antinutricionais que interferem na digestão e absorção de nutrientes (Wobeto e outros, 2007). O composto tóxico que mais restringe o consumo das raízes de mandioca e folhas é a presença de compostos cianogênicos. Variedades de mandioca amarga apresentam maior concentração de glicosídeos cianogênicos. Segundo a Organização Mundial da Saúde (1991) a recomendação é de no máximo 10 mg/kg, acima deste valor a mandioca é considerada tóxica para os seres humanos.

A mandioca contém dois glicosídeos cianogênicos potencialmente tóxicos, os quais são a linamarina (95% de teor de cianeto total) e a lotaustralina (5%). Estes compostos estão presentes em todos os tecidos de mandioca (Balagopalan, 1988)

O mecanismo de liberação dos compostos cianogênicos inicia se quando ocorre uma ruptura da estrutura celular em qualquer parte da planta de mandioca, permitindo que a enzima linamarase (que se encontra na parede celular) catalise a hidrólise dos glicosídeos cianogênicos (liberados dos vacúolos) a glicose e a cianidrina correspondente. As cianidrininas então se decompõem espontaneamente ou por meio da ação da enzima α -hidroxinitrila liase (CEREDA, 2002, MONTAGNAC et al., 2009). Entretanto, esses compostos podem ser removidos em grande parte

pelos métodos de processamento tradicionais tais como trituração e cozimento (CHÁVEZ et al., 2007).

Para a elaboração da massa puba é necessário que a mandioca *in natura* seja submetida a um processamento, denominado de pubagem. Esse processo fermentativo da mandioca visa conferir novas características tecnológicas e sensoriais ao produto, além de reduzir sua toxicidade, através da eliminação parcial do ácido cianídrico presente em elevado teor nas variedades utilizadas para fins comerciais (CEREDA, 1973).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os teores dos compostos cianogênicos presentes na elaboração da massa puba e a identificação de seus pontos críticos e controle durante seu processamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSAMENTO DA MASSA PUBA

A mandioca lavada foi submetida à maceração, em pedaços ou inteira, com a presença ou ausência da casca e entrecasca, com o tempo de fermentação entre 4 a 7 dias, dependendo da idade das raízes, variedade, temperatura ambiente e temperatura do líquido fermentado. Ao término da etapa de fermentação, a raiz possuía a consistência amolecida, com coloração e odor característico de fermentação de mandioca azeda, presença de espuma no líquido, a qual é um indicador de boa fermentação. A etapa seguinte de lavagem foi importante para eliminar o líquido de fermentação. Seguido pela tamização que é responsável pela eliminação de pedaços e partes fibrosas que não sofreram uma fermentação efetiva. A próxima etapa, que é a prensagem, tem por objetivo retirar o excesso de água existente no produto diminuindo sua umidade. A secagem solar é opcional.

2.2 UNIDADES PRODUTORAS DE MASSA PUBA

Foi realizado um levantamento das unidades de processamento no período de dezembro de 2008 a março de 2009 nas localidades rurais da cidade de Cruz das Almas. Para a elaboração da massa puba nas unidades produtivas, denominadas de “casa de farinha”, foram verificadas algumas variáveis tais como: as variedades das raízes de uma unidade para outra, e que não eram as mesmas e tinham nomes característicos comum a cada localidade rural; a quantidade de dias para fermentar a mandioca era variável para cada produtor e seu sistema de trabalho. A forma que a mandioca foi colocada para fermentar também variava de produtor para produtor. As unidades produtivas utilizadas no trabalho para a coleta foram codificadas com as letras: **C, R, P, N, S**.

2.3 COLETA DAS AMOSTAS

As amostras de massa puba, a água de fermentação, a mandioca *in natura* e mandioca fermentada foram coletadas no período compreendido entre março de 2009 a outubro de 2009, em quatro localidades rurais diferentes e no Centro de

Tecnologia em Mandioca (CTM) da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical (CNPMPF), todos localizados no município de Cruz das Almas – BA. As coletas foram realizadas diariamente em todas as etapas do processo, geralmente no turno matutino, perfazendo um total de até cinco dias.

Nas unidades de processamento de mandioca, também conhecidas como “casas de farinha”, antes de cada coleta foi realizado o registro através de fotografias dos recipientes de fermentação, com o material a ser fermentado, bem como aferida a temperatura da fermentação com o uso de um termômetro. Em seguida, foi realizada a homogeneização por meio de agitação da água utilizada na fermentação e realizou-se a coleta das amostras em sacos plásticos estéreis, com cerca de 500 mL da água de fermentação. As amostras coletadas foram armazenadas em um recipiente isotérmico. Procedeu-se de forma semelhante para a parte sólida, ou seja, foram coletados pedaços da mandioca fermentada aleatoriamente em todo o tanque de fermentação (nas partes mais baixas, laterais, superfície e meio – Figura 01), os pedaços coletados eram colocados nos sacos plásticos estéreis, identificados e acondicionados em recipientes isotérmicos. Após as coletas, as amostras eram conduzidas ao Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos (LCTA), da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, localizada na cidade de Cruz das Almas, para a realização das análises.

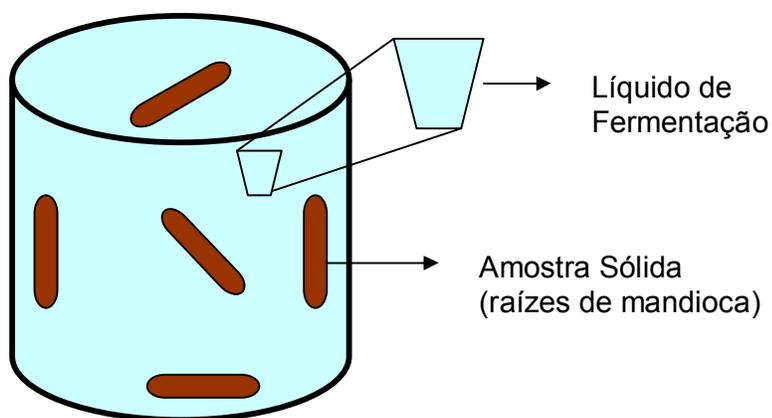


Figura 01 - Disposição da forma de coleta das amostras no tanque de fermentação.

2.4. DETERMINAÇÃO DOS PONTOS CRITICOS

Segundo Bastos (2008), o Ponto de Controle (PC) é definido como os pontos ou etapas que afetam a segurança e estão diretamente relacionados com a implementação das Boas Práticas de Fabricação, já o Ponto Crítico de Controle (PCC) é definido como qualquer ponto, etapa ou procedimento no qual se aplicam medidas para manter um perigo significativo dentro dos limites aceitáveis, ou seja, com o objetivo de eliminar, prevenir ou reduzir os riscos a saúde do consumidor.

A aplicação da árvore decisória permite a identificação do PCC ou PC, através de uma seqüência lógica de questões para determinar se a etapa do processo é um PCC (Figura 02).

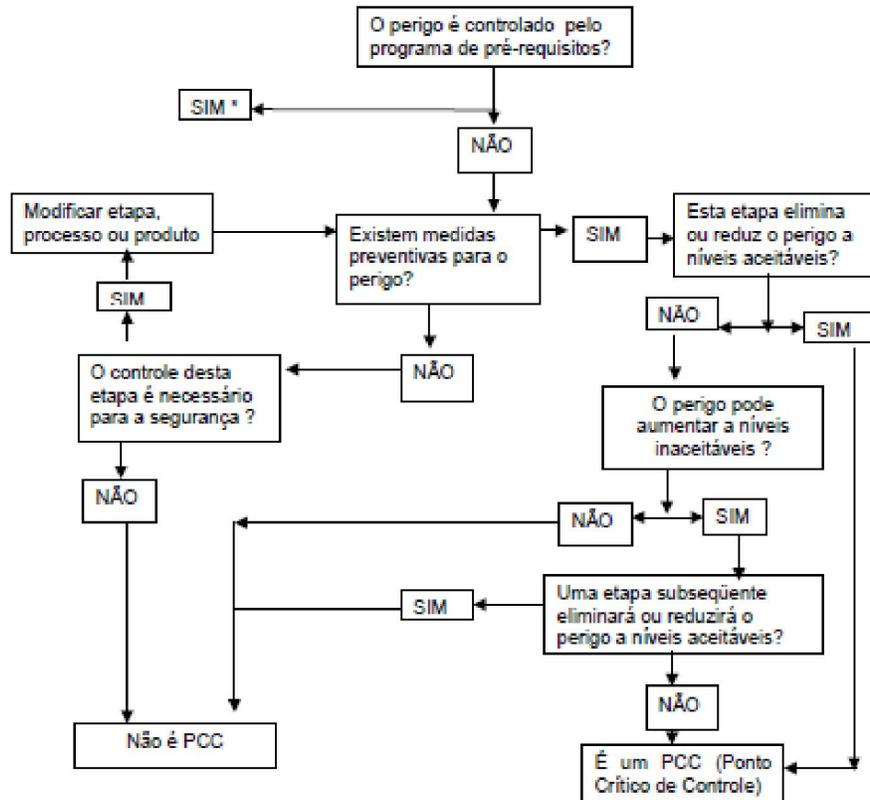


Figura 02 - Árvore Decisória utilizada para a identificação dos pontos de controle (PC's) e pontos críticos de controle (PCC's). Fonte: extraído e adaptado da portaria 46 de 10/02/1998 do MAA.

2.5. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

2.5.1. DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS CIANOGENICOS

Os compostos cianogênicos (cianeto livre, alfa-hidroxinitrila e glicosídeos cianogênicos) foram analisados segundo a metodologia proposta por ESSERS (1994), a qual consistiu na extração destes compostos, com posterior reação da cloramina T, isonicotinato 1,3-dimetil barbiturato e determinação espectrofotométrica a 605 nm. Para a etapa de purificação da enzima linamarase, utilizou-se a metodologia proposta por COOKE (1979), onde a enzima é extraída da entrecasca da mandioca e utilizada para hidrolisar os glicosídeos cianogênicos (linamarina e lotaustralina). A obtenção dos extratos cianogênicos das amostras, foi realizada conforme descrito por ESSERS (1994), ou seja, 50 mL da água de fermentação (amostra líquida) foi homogeneizada em liquidificador com 150 mL de meio de extração, posteriormente filtrada a vácuo utilizando o papel de microfibras de vidro GF/A da Whatman e os extratos foram armazenados em geladeira. Para as amostras sólidas (mandioca *in natura*, mandioca fermentada e massa puba), foi pesado em torno de 60 g de amostra, a qual foi triturada em liquidificador com 200 mL de meio de extração, com posterior centrifugação a 8000 rotações por minuto (RPM) por 30 minutos e o sobrenadante armazenado em geladeira para posterior análise. Para o cálculo dos resultados, fez-se o uso do gráfico da curva de calibração com cianeto de potássio (0,05 a 0,35 µg de HCN/mL), encontrando-se o correspondente valor de HCN em µg/mL da solução.

2.5.2. DETERMINAÇÃO DO pH

O pH foi determinado de acordo com as Normas Analíticas do IAL (Instituto Adolfo Lutz, 2005), utilizando o potenciômetro eletrônico. Para amostra líquida (água de fermentação), adicionou-se 5 mL de amostra em béquer de 100 mL e 40 mL de água destilada. No caso de amostras sólidas (mandioca *in natura*, mandioca fermentada e massa puba), pesou-se 5g de amostra em béquer de plástico de 100 mL e adicionou 40 mL de água destilada. A análise foi realizada em triplicata.

2. 5.3. DETERMINAÇÃO DA ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL

A acidez total titulável foi determinada através da titulação com solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1 M, até a solução atingir o pH de 8,2, que é o ponto de viragem da fenolftaleína (Instituto Adolfo Lutz, 2005). Para a amostra líquida (água de fermentação), adicionou-se 5 mL de amostra em béquer de 100 mL, 40 mL de água destilada e duas gotas de indicador fenolftaleína. As amostras sólidas (mandioca *in natura*, mandioca fermentada e massa puba) foram trituradas até a obtenção de uma pasta homogênea com o auxílio de um processador, em seguida pesou-se 5 g de amostra em béquer de plástico de 100 mL e adicionou 40 mL de água destilada. A análise foi realizada em triplicata.

2. 5.4. DETERMINAÇÃO DA UMIDADE

Para a análise de umidade pesou-se aproximadamente 5 g da amostra triturada (mandioca *in natura*, mandioca fermentada e massa puba) em cadinhos de porcelana previamente tarados, em quintuplicata. A amostra foi seca em estufa a temperatura de 65°C, durante cerca de 48h. O material foi seco até duas pesagens consecutivas apresentarem o mesmo peso (Instituto Adolfo Lutz, 2005).

2. 5.5. DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE DE ÁGUA

A atividade de água foi determinada na massa puba (produto final) com um aparelho medidor de atividade de água portátil da marca Decagon. A análise foi realizada em triplicata, nos recipientes plásticos do próprio aparelho, onde esse recipiente com a amostra (massa puba) é introduzido no equipamento.

2.5.6. DETERMINAÇÃO DA COR

A cor da massa puba foi avaliada em triplicata em colorímetro MINOLTA CR400 (MINOLTA, 2002-2007), sistema CIE Yxy L*a*b*C*h* (L*=luminosidade que varia de zero (preto) a cem (branco); a* (+) = intensidade de vermelho; a* (-) = intensidade de verde; b*(+) = intensidade de amarelo; b*(-) = intensidade de azul; C*

saturação; h^* tom), como esta representado na Figura 03, que representa o diagrama do sólido de cor. A calibração do aparelho foi realizada por meio de placa de cerâmica branca, utilizando-se o iluminante D65 ($z=93,6$; $x=0,3133$; $y=0,3195$). Colocou-se as amostras de puba, no suporte apropriado do aparelho, a superfície do produto ficou em direção ao feixe de leitura do equipamento.

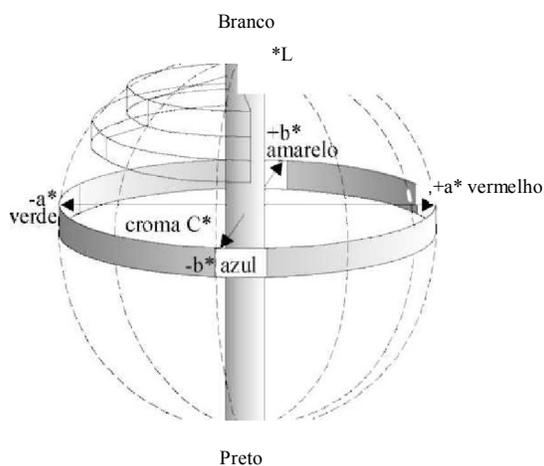


Figura 03 - Diagrama do sólido espaço L^* , a^* , b^* . Extraída de Machado (1997).

2.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Uma análise descritiva foi realizada para o conjunto de dados, utilizando testes não-paramétricos. A normalidade dos dados foi testada através do teste de Shapiro-Wilk. O nível de significância adotado foi de 5% e todas as análises foram feitas no programa R versão 2.10.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. PROCESSAMENTO DA MASSA PUBA DAS UNIDADES PRODUTIVAS

A adoção das etapas de produção da massa puba (Pimentel, 2001), de maneira geral foi realizada por todas as unidades de processamento como demonstrado na Figura 04.

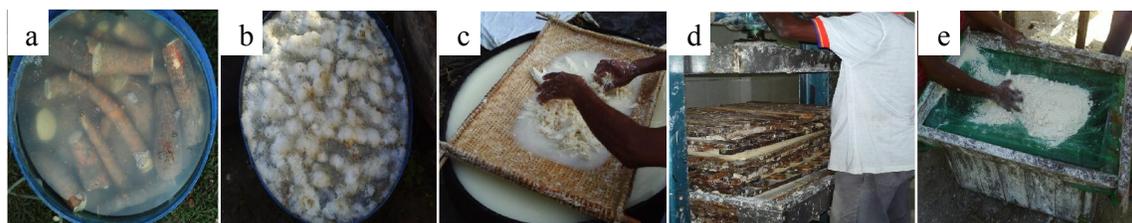


Figura 04 – Etapas de produção da massa puba de mandioca: (a) início e (b) final do processo de fermentação, (c) lavagem da mandioca fermentada, (d) prensagem e (e) peneiramento da massa puba.

Contudo foi observado que cada unidade produtiva possuía condições específicas de fermentação que permitia distinguir uma das outras durante o processo fermentativo de obtenção do produto, conforme descrito na Tabela 01. Observou se também que a secagem solar foi realizada apenas na unidade “R” de processamento.

Tabela 01 - Condições de fermentação das unidades produtivas.

Unidade Produtiva	Mandioca (raiz)	Volume aproximado do tanque de fermentação (Litro)	Material do tanque de fermentação	Tempo de fermentação (Dia)	Temperatura média na fermentação	
					1º	2º
C	Inteira com casca	80	Bombona de plástico	4	22,8°C	22,9°C
R	Pedaços sem cascas	20	Recipiente plástico	5	25,6°C	26,5°C
P	Inteira com cascas	80	Pneu de trator	7	22,3°C	21,8°C
N	Inteira sem cascas	500	Tanque de amianto	6	22°C	28,7°C
S	Pedaços com casca	80	Bombona de plástico	4	32,1°C	-

As mandiocas utilizadas na fabricação da massa puba eram bravas, e segundo informações colhidas com os produtores, eles utilizaram as seguintes variedades: C = Guairá (nas duas coletas), R= Valença na primeira coleta e a segunda não foi informado, P = ciganinha na primeira coleta e uma mistura de outras variedades com predominância de ciganinha na segunda, N = primeira coleta uma mistura de variedades e na segunda coleta Sagemapreta e S= parafon (nomenclatura adotada pelo produtor).

3.2. IDENTIFICAÇÃO DOS PONTOS CRÍTICOS DE CONTROLE

Nas etapas de elaboração da massa puba, foram identificados como perigos químicos; a maceração das raízes e a lavagem da massa. A Figura 05 retrata as etapas de processamento da massa puba e apresenta os pontos críticos de controle químico (PCC_q).

Para a etapa da maceração, o tempo de exposição atrelado a temperatura e a ação da água, atuaram diretamente no teor de compostos cianogênicos (Figuras 06 e 07), desta forma através da aplicação das questões da árvore decisória verificou-se que esta etapa, elimina ou reduz a níveis aceitáveis este perigo, sendo então considerado um PCC.

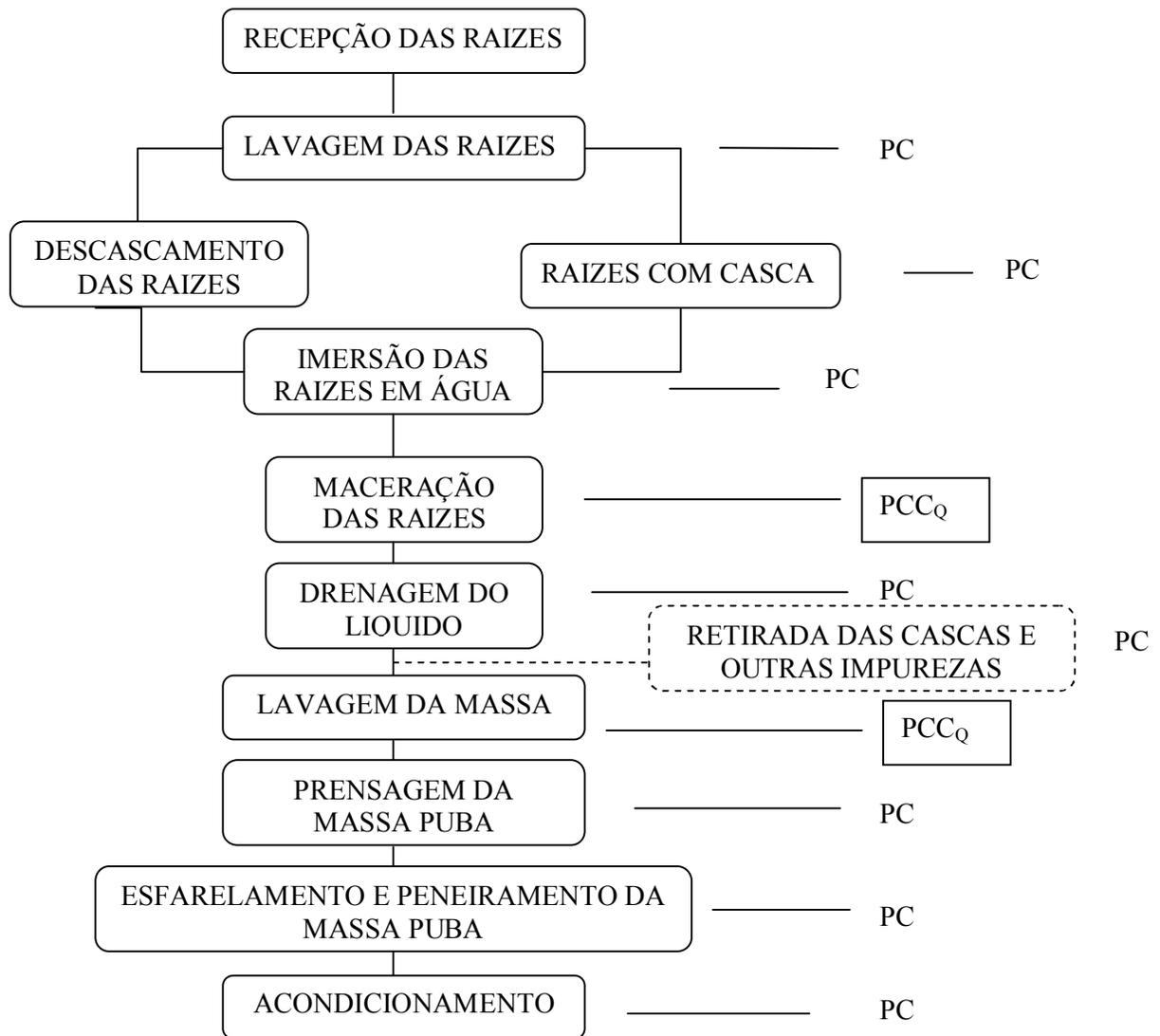


Figura 05 - Etapas do processamento da massa puba com os pontos de controle (PC's) e pontos críticos de controle químico (PCC_q).

A Tabela 2 apresenta um resumo do plano APPCC químico da massa puba.

Tabela 02 - Resumo do plano de APPCC químico da massa puba.

Etapa	PCC	Perigo	Medidas Preventivas	Limite Crítico	Monitoramento	Ação Corretiva	Registros	Verificação
Maceração	Q	Compostos cianogênicos (glicosídeo cianogênico, cianidrinas e cianeto livre)	Controle do binômio tempo e temperatura do processo de fermentação. Treinamento do manipulador	Mínimo três dias de fermentação	<p>O que? Tempo de fermentação</p> <p>Como? Instrumentos de controle (relógio, calendário)</p> <p>Quando? A cada batelada</p> <p>Quem? Manipulador da linha</p>	Aumentar o tempo de fermentação	Planilha de produção	Supervisor
Lavagem	Q	Compostos cianogênicos (glicosídeo cianogênico, cianidrinas e cianeto livre)	Controle do volume da água para a lavagem.	Coloração clara/esbranquiçada	<p>O que? Coloração da água da lavagem</p> <p>Como? Visual</p> <p>Quando? A cada batelada</p> <p>Quem? Manipulador da linha</p>	Repetir a lavagem da massa.	Planilha de produção	Supervisor

Outro ponto crítico de controle químico do processo é a etapa de lavagem da massa, visto que nesta etapa a água viabiliza a remoção dos compostos cianogênicos, conforme resultados observados na Tabela 03.

3.3. DETERMINAÇÃO DOS COMPOSTOS CIANOGENICOS

As Figuras 06 e 07 mostram o teor de compostos cianogênicos encontrados no processamento de massa puba (mandioca, fermentado e puba), preparada nas unidades de processamento nas duas etapas de fermentação.

O teor de compostos cianogênicos nas unidades de processamento, no tempo zero de fermentação para as unidades “C”, “R” e “N” refere-se a mandioca *in natura*. Os teores eram elevados no início na mandioca *in natura*. Com o decorrer do processo fermentativo ocorria um decréscimo da concentração dos compostos cianogênicos, a partir do segundo dia de fermentação era observada uma redução acentuada, no terceiro dia em diante já possuíam valores bem baixos e nos últimos dias de fermentação valores próximos a zero (Figura 06). A Tabela 03 apresenta os valores dos compostos cianogênicos do produto final.

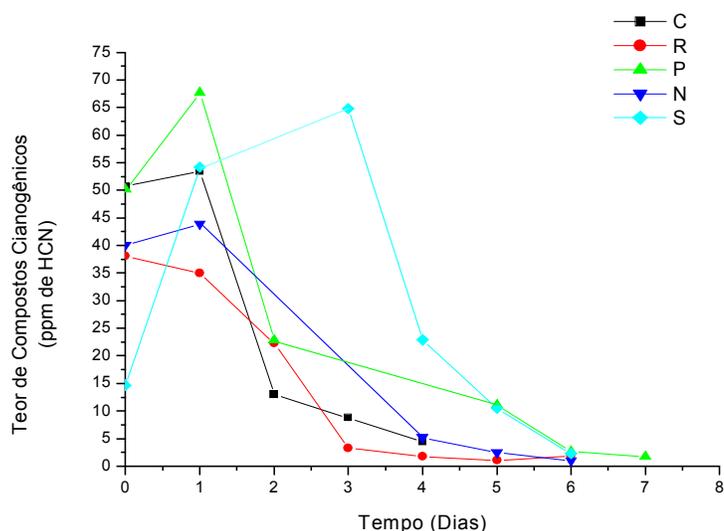


Figura 06 - Teor de compostos cianogênicos da primeira fermentação das raízes durante o processamento de massa puba em 5 unidades de processamento.

Quanto a unidade de processamento “P” e “S”, observou se que os teores de compostos cianogênicos obtidos na fermentação no tempo “um” são maiores que no tempo “zero”, tal situação pode ser explicada pelo fato de que provavelmente na coleta realizada no tempo “um”, as raízes *in natura* coletadas possuíam um teor de compostos cianogênicos bem maior que o tempo “zero” (Figura 06). Como informado anteriormente, no tanque de fermentação havia uma heterogeneidade de variedades de raízes. Além da existência natural do gradiente de concentração dos glicosídeos cianogênicos tanto radial quanto longitudinalmente nas raízes, bem como de uma raiz para outra na mesma variedade (ESSERS, 1994). Aos dias que se seguiram no final da fermentação elas tiveram um comportamento igual as demais fermentações, salientando que no último dia de cada processo refere-se ao produto acabado e nestes eram verificados valores próximos a “zero” (Tabela 03).

Tabela 03 - Teor dos compostos cianogênicos na matéria prima e no produto final.

Pubas das Unidades Produtivas	Mandioca (μg de HCN/g de raiz)		Puba (μg de HCN/g de massa)	
	1º Coleta	2ª Coleta	1º Coleta	2ª Coleta
C	50,8	17,5	ND	ND
R	38,1	50,3	1,9	0,6
P	50,2	55,9	ND	ND
N	40,1	73,9	ND	0,1
S	14,7	-	2,3	-

ND= Não detectável pelo método.

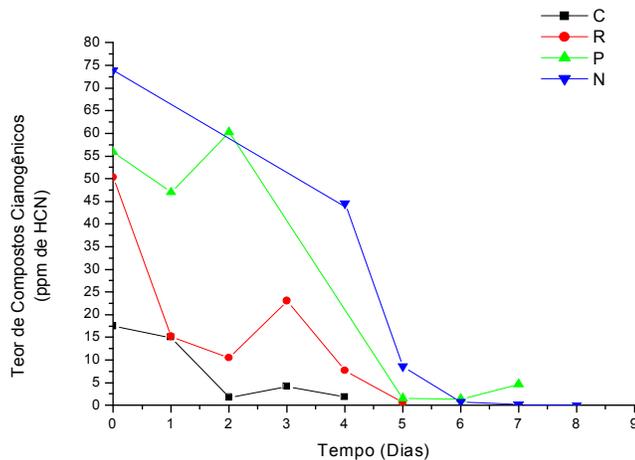


Figura 07 - Teor de compostos cianogênicos da segunda fermentação das raízes durante o processamento da massa puba em 4 unidades de processamento.

O comportamento da segunda fermentação, com relação do teor dos compostos cianogênicos, foi semelhante com a primeira, visto que nas unidades “C”, “R” e “N” o tempo “zero” foi superior ao tempo “um” (Figura 07). Com o decorrer dos dias da fermentação ocorreu um decréscimo, até o produto final (puba), onde os valores foram próximos a “zero” ou não detectáveis pelo método, conforme observado na Tabela 03.

Na unidade de processamento “P” foi observado no tempo “dois” um valor maior do que no tempo “zero” e tempo “um”, tal situação pode ser explicada pelo fato da heterogeneidade das raízes no tanque de fermentação (Figura 07). Nos demais dias de processamento houve decréscimo acentuado na unidade “P”, até o produto final com valor não detectável pelo método. A segunda fermentação na unidade “S” não foi acompanhada. A redução dos compostos cianogênicos nas fermentações foi eficiente em todas as unidades, com 100% de redução em “C”, “P”, “N”, com 95% de redução em “R” e a fermentação da unidade produtiva “S”, foi a que obteve a menor redução dos compostos cianogênicos com 84,35% (Tabela 03), contudo foi a que se verificou maior oscilação do teor de compostos durante a fermentação (Figura 07).

No processamento e caracterização da massa puba realizado por Almeida (1992), o teor de ácido cianídrico reduziu de 79 mg/Kg para 18 mg/Kg de massa, correspondendo a uma redução de 77,2% enquanto que neste

experimento com puba, a redução da matéria prima até o produto final foi de 95% a 100%. A elevada redução dos compostos cianogênicos durante o processamento é devido aos compostos cianogênicos (linamarina, lotaustralina, α -hidroxinitrilas e cianeto) serem solúveis em água e as reações de detoxificação (Figura 08). As reações de detoxificação correspondem a atuação da enzima linamarase que hidrolisa os glicosídeos cianogênicos a glicose e a cianidrina correspondente, bem como a decomposição das cianidrinas a cianeto (MONTAGNAC et al., 2009).

Ao comparar o teor dos compostos cianogênicos presentes no produto final (Tabela 03), com trabalho realizado por Chisté & Cohen (2008), avaliando dosagem de cianeto total presente nas farinhas de mandioca do grupo seca e d'água, que apresentaram valores baixos em sua concentração, variando de 7,54 a 20,78 mg HCN/Kg na farinha seca e de 3,57 a 12,36 mg HCN/Kg na farinha d'água. Notamos que os valores da puba encontram-se entre 0 e 2 mg HCN/Kg de massa puba, mostrando a eficiência do processo fermentativo na detoxificação do produto, além do procedimento de lavagem da massa que irá auxiliar no carregamento dos compostos cianogênicos (Figura 08). Cohen et al. (2007), quantificou os teores de compostos cianogênicos presentes em amostras de polvilho (doce e azedo) e goma com valores de 0,18 mg HCN/Kg a 1,41 mg HCN/Kg, valores esses mais próximos aos encontrados na puba, esse fato se explica pelos processos de produção dos povilhos e goma apresentarem o uso de quantidades elevadas de água.

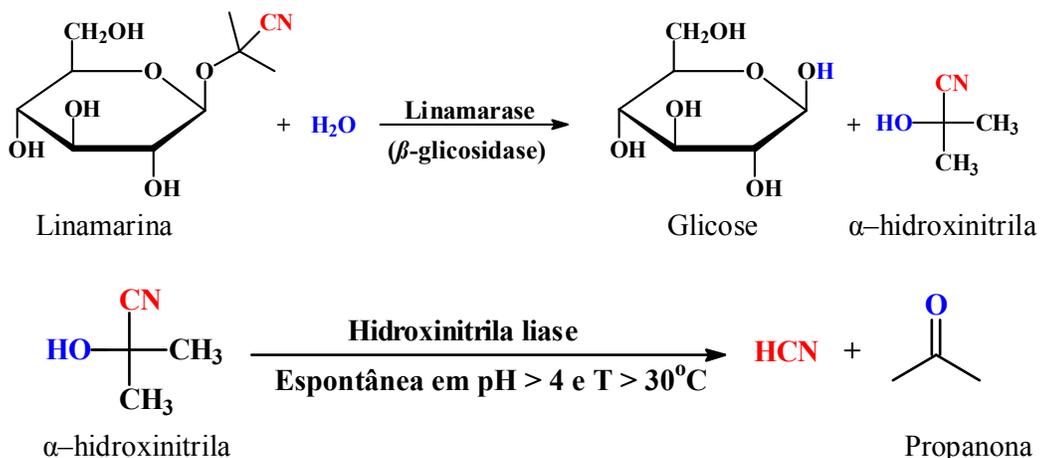


Figura 08 - Ação das enzimas responsáveis pela liberação do cianeto (MONTAGNAC et al., 2009).

Na avaliação da água de fermentação, o tempo inicial considerado para a avaliação do teor de compostos cianogênicos é a partir do primeiro dia de fermentação (tempo “um”). Nas Figuras 09 e 10, pode-se observar que no início do processo, a água de fermentação possuía teor de compostos cianogênicos muito baixo ou não detectável pelo método. Porém com o decorrer da fermentação, os compostos cianogênicos presentes na mandioca foram difundidos (solubilizados) para a água de fermentação. As unidades “R” e “S” apresentaram aumento no teor de compostos cianogênicos até o terceiro dia de fermentação, com valores respectivamente de 3,5 e 2,3 ppm de HCN, com posterior redução da concentração desses compostos a partir do quarto dia de fermentação, sendo obtidos no último dia de fermentação concentrações de 1,7 e 0,8 ppm de HCN, respectivamente (Figura 09). Na primeira fermentação realizada (Figura 09), na unidade “P” o teor de compostos cianogênicos só foi detectável no segundo dia de fermentação, com o valor de 0,7 ppm. Enquanto que na unidade “C”, apenas no terceiro e quarto dias de fermentação foi possível detectar a concentração de HCN, sendo o último o menor valor, de 0,6 ppm de HCN. A unidade “N” apresentou a mesma concentração de compostos cianogênicos no primeiro e quarto dia de fermentação, contudo, no quinto dia apresentou um aumento da concentração, seguido pela diminuição no sexto dia.

Na segunda fermentação realizada nas unidades “R” e “C” é observado um comportamento semelhante (Figura 10). Na unidade “P” os teores de compostos cianogênicos só foi detectável no segundo dia de fermentação. Na unidade “N”, nos três dias finais de fermentação o comportamento foi semelhante ao da primeira fermentação (Figuras 09 e 10).

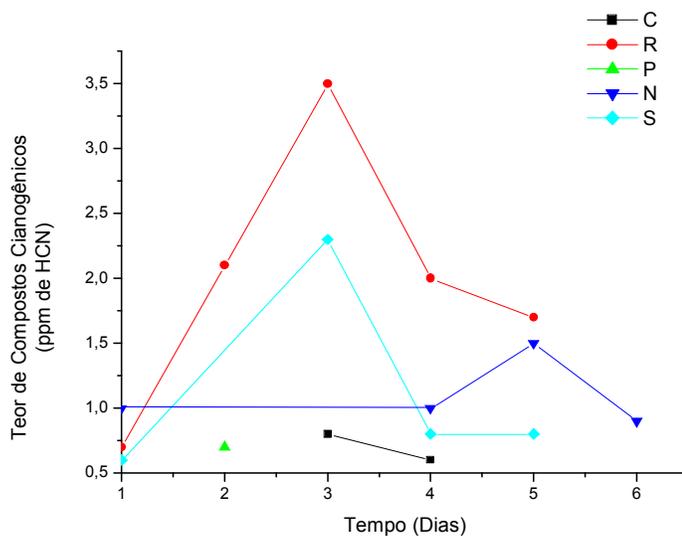


Figura 09 - Teor de compostos cianogênicos da primeira fermentação na água de fermentação durante o processamento de massa puba em 5 unidades de processamento.

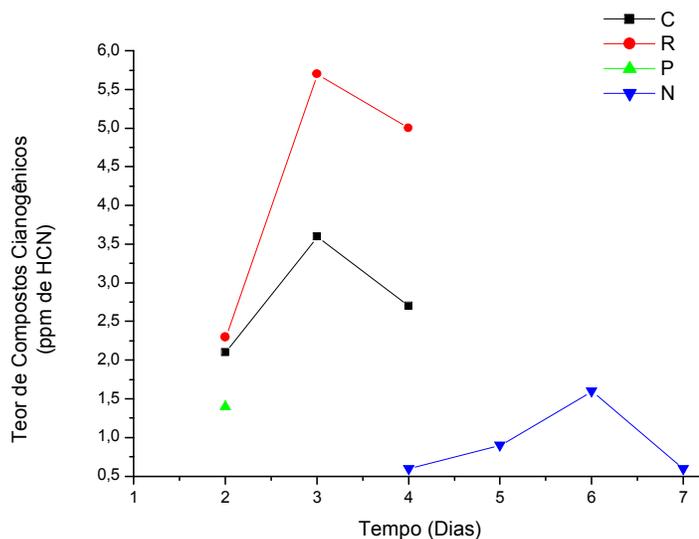


Figura 10 - Teor de compostos cianogênicos da segunda fermentação na água de fermentação durante o processamento de massa puba em 4 unidades de processamento.

Em um experimento realizado por Chisté et al. (2007) com tucupi, que é uma iguaria da culinária paraense a base de mandioca, verificou-se que o teor de cianeto livre ficou na faixa de 9,47 a 46,86 mg HCN/Kg, enquanto que o cianeto total foi de 55,58 a 157,17 mg HCN/Kg, valores esses superiores aos encontrados na água de fermentação da puba (Figuras 09 e 10), os quais

foram inferiores a 6 ppm de HCN. O baixo teor de compostos cianogênicos na água de fermentação da puba deve-se provavelmente a quantidade de água utilizada para fermentar e o tempo de exposição da fermentação, outro comportamento verificado foi que, nos tempos intermediários ocorreu a maior elevação dos compostos cianogênicos e a parte inicial e final com valores menores, contudo estes valores não diferiram entre si.

Estatisticamente ao nível de 5% de significância, não houve diferença entre os grupos de mandioca *in natura* (0 dia) e o fermentado correspondente ao tempo do 1º dia da fermentação. Entretanto houve diferença da mandioca *in natura* com os fermentados correspondente aos tempos do 3º e 4º dias. Enquanto que os fermentados do tempo 1º dia diferiu dos fermentados dos tempos do 4º e 5º dias. Este comportamento deve se ao fato que o maior teor dos compostos cianogênicos foi encontrado na mandioca *in natura*, juntamente com o 1º dia de fermentação, sendo que a partir do seu 3º dia houve um decréscimo dos teores dos compostos cianogênicos como mostra as Figuras 06 e 07. Para as águas de fermentação do 1º ao 5º dia e o produto final puba, não diferiram entre si. Esse resultado pode ser explicado pelo fato da água de fermentação e a puba obterem valores baixos, próximos a zero (Figuras 09 e 10).

3.4. DETERMINAÇÃO DA ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL

As fermentações nas unidades “C” e “R” da primeira fermentação obtiveram valores de acidez total titulável muito próximos durante todo o processo, sendo encontrado teores no produto final de 0,05 e 0,03 g de ácido cítrico/100g, respectivamente, caracterizando o produto de baixa acidez (Figura 11). O teor de acidez da unidade “P” foi semelhante nas duas fermentações (Figuras 11 e 12), com valores iniciais de 0,05 e 0,07 g de ácido cítrico/100g para mandioca *in natura* e 0,23 e 0,19 g de ácido cítrico/100g para o produto final, na primeira e segunda fermentação respectivamente.

A concentração da acidez na unidade “N” apresentou flutuações durante os dois processos fermentativos, com valores no produto final próximos de 0,16 e 0,10 g de ácido cítrico/100g, na primeira e segunda fermentação

respectivamente. Todos os valores encontrados para acidez na massa puba caracterizaram o produto com baixa acidez.

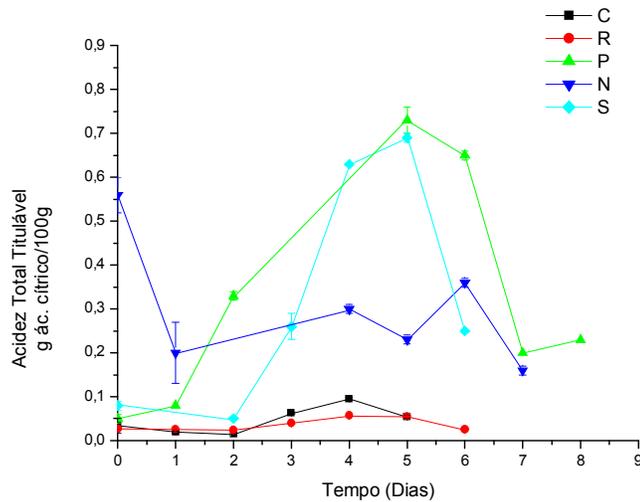


Figura 11 - Teor de acidez total titulável no processamento de massa puba em cinco unidades de processamento.

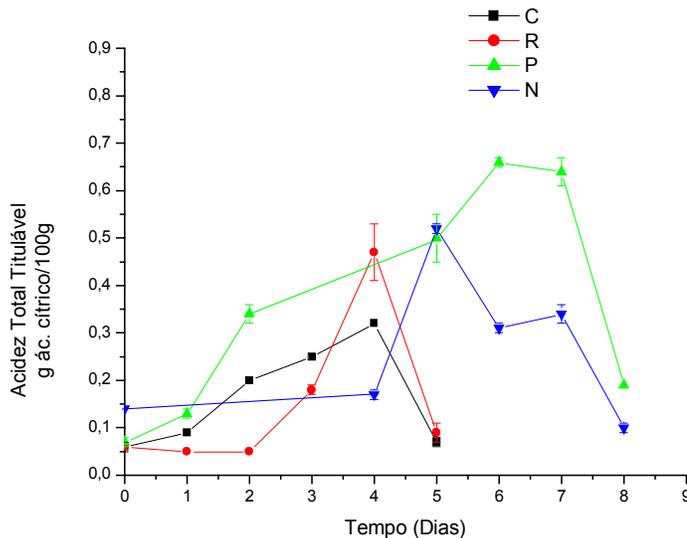


Figura 12 - Teor de acidez total titulável no processamento de massa puba em quatro unidades de processamento.

Ao comparar os valores da acidez total encontrados neste experimento com puba, que obteve valores de 0,01 a 0,73 g de ácido cítrico/100g, com as amostras de farinha de mandioca seca estudadas por CHISTÈ *et al.* (2006), os quais encontraram o teor de acidez na faixa de 4,11 a 7,10 meq NaOH/100 g (que corresponde a 0,26 a 0,45 g de ácido cítrico/100g), valor esse acima do

padrão exigido pela legislação que é de 3 meq NaOH/100 g (que corresponde a 0,19 g de ácido cítrico/100g). Portanto, verifica-se que o produto puba possui uma baixa acidez que somada a alta atividade de água e alta umidade favorecem a deterioração microbiana.

Durante o processo fermentativo do amido ocorre a produção de ácidos orgânicos, tendo como consequência o aumento da acidez titulável. A acidez titulável de amido de mandioca após a fermentação e secagem em estufa, variou de 0,55 meq/100 g a 2,50 meq/100 g (DIAS *et al*, 2007).

O aumento da acidez total titulável (ATT) pode ser devido ao início do processo fermentativo bacteriano com o consumo do oxigênio e produção de ácidos orgânicos, como o láctico, butírico, acético, entre outros. A redução do pH está relacionada com o aumento da ATT (BEZERRA, 2002).

Para a água de fermentação, a acidez total titulável verificada na primeira fermentação de todas as unidades produtivas apresentam valores próximos a “zero” (Figura 13). A unidade “S” foi a que obteve o maior valor no final de 0,57 g de ácido cítrico/100g, enquanto que nas demais unidades foram observados valores mais baixos, porém mais próximos, ou seja, na unidade C de 0,19 g de ácido cítrico/100g, na R de 0,22 g de ácido cítrico/100g, na P de 0,20 g de ácido cítrico/100g e na N de 0,19 g de ácido cítrico/100g.

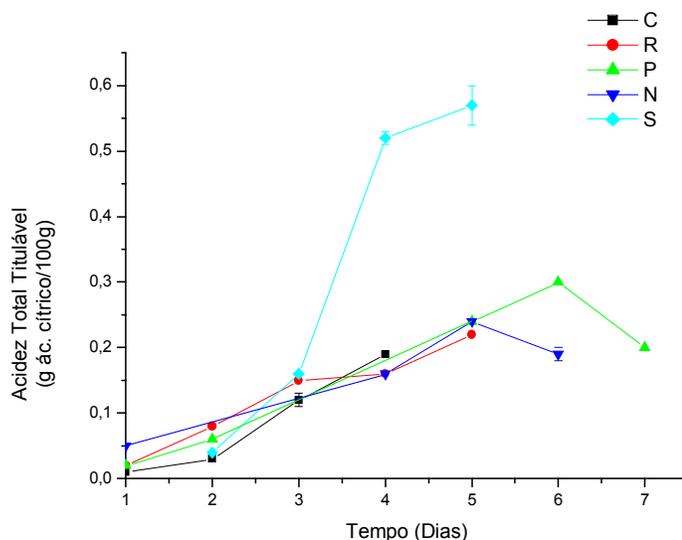


Figura 13 - Teor de acidez total titulável na água de fermentação do processamento de massa puba em cinco unidades de processamento na primeira fermentação.

Na acidez total titulável na água de fermentação na unidade N da segunda fermentação (Figura 14) é notado uma leve mudança, porém os valores de todas as outras unidades foram próximos aos valores da primeira fermentação (Figura 13), onde na unidade C apresentou o valor de 0,32 g de ácido cítrico/100g, na R de 0,18 g de ácido cítrico/100g, na P de 0,15 g de ácido cítrico/100g e na N de 0,21 g de ácido cítrico/100g. Diferentemente dos valores encontrados por CHISTÉ et al. (2007) no qual acidez total das amostras analisadas de tucupi variou entre 3,92 e 10,66 meq NaOH/100 mL, confirmando que, tanto o líquido de fermentação quando o produto da fermentação da massa puba possuem baixa acidez, a qual influência na conservação do produto, haja visto o seu teor de umidade.

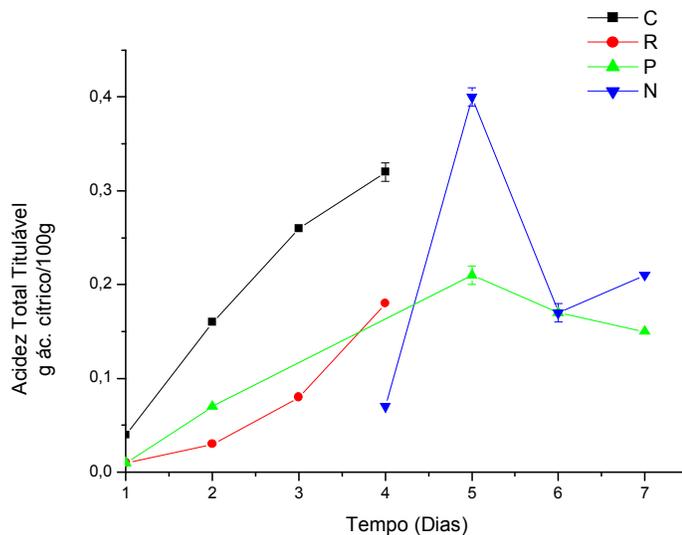


Figura 14 - Teor de acidez total titulável na água de fermentação do processamento de massa puba em quatro unidades de processamento na segunda fermentação.

Estatisticamente ao nível de 5% de significância não houve diferenças entre os grupos da mandioca *in natura* (0 dia) e os fermentados correspondentes ao tempo do 1º dia. Contudo eles diferiram dos fermentados dos 3º e 4º dias, das águas de fermentação do processamento correspondente aos 4º e 5º dias e do produto final. Os fermentados do 4º dia diferiram dos fermentados do 5º dia e das águas de fermentação do 1º e 3º dias. A água de fermentação do 3º dia também diferiu das águas de fermentação do 4º e 5º

dias. Já as águas de fermentação do 2º dia diferiram de todos os outros grupos para todos os tempos de fermentação.

3.5 DETERMINAÇÃO DO pH

O pH apresentou um comportamento semelhante nas duas fermentações realizadas (Figuras 15 e 16) nas duas fermentações realizadas. O pH inicial referente a mandioca *in natura* para a unidade C foi de 6,26, na R de 6,57, na P de 6,76, na S de 6,32 e na N de 3,87, a qual apresentou o menor valor. Com o decorrer da fermentação o pH sofreu um decréscimo, sendo observado na primeira fermentação no produto final o valor na unidade C de 5,18, na R de 4,91, na P de 5,09, na S de 3,85 e na N de 3,91, o qual não diferenciou do valor da matéria prima (Figura 15). Na segunda fermentação, o pH inicial referente a mandioca *in natura* para a unidade C foi de 6,73, na R de 6,73, na P de 6,27 e na N de 5,82, a qual apresentou o menor valor (Figura 16). Ao longo da fermentação, os valores de pH sofreram um decréscimo, apresentando o pH no produto final na unidade C de 4,60, na R de 4,36, na P de 4,01 e na N de 3,86.

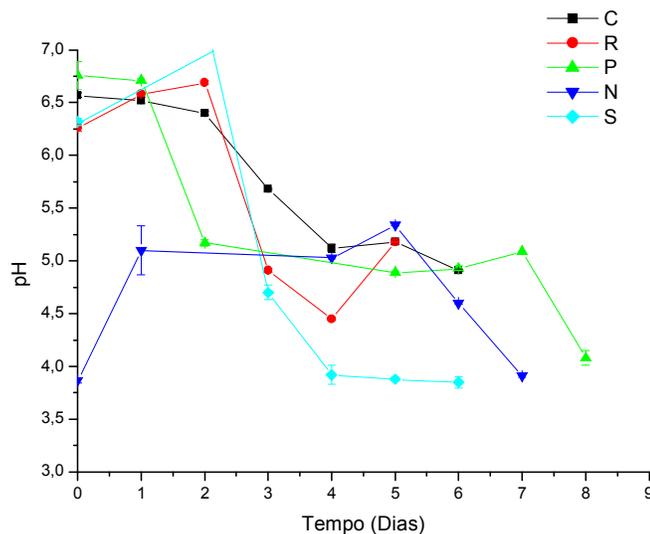


Figura 15 - Evolução do pH no processamento de massa puba (mandioca, fermentado e puba) em cinco unidades de processamento na primeira fermentação.

Os valores de pH obtidos por Almeida (1992) tiveram comportamento semelhante ao observado nesse experimento, o autor relata que nas primeiras 24 horas houve um decréscimo do pH de 5,8 para 3,6, além de ocorrer oscilações no período de fermentação com pequenos aumentos. Marcon (2004) relata o acompanhamento do processo de produção do polvilho azedo, indicou intensa redução do pH nos quatro primeiros dias de fermentação, com reduções menos intensas até estabilizar, saindo de um pH de 6,10 a 3,30.

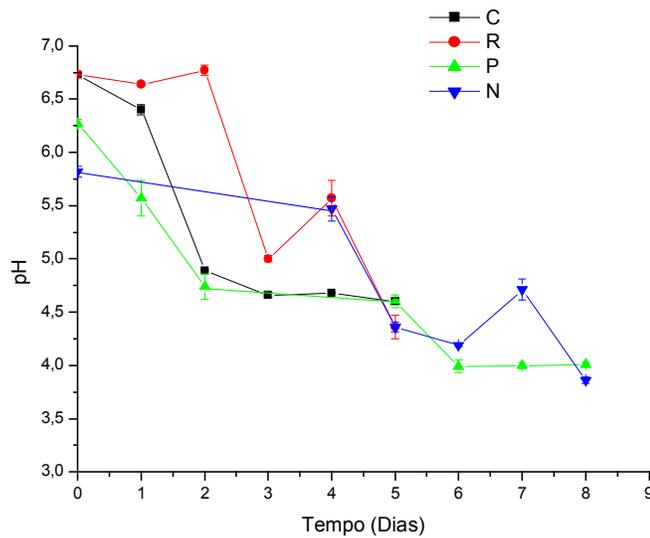


Figura 16 - Evolução do pH no processamento de massa puba (mandioca, fermentado e puba) em quatro unidades de processamento na segunda fermentação.

Estatisticamente ao nível de 5% de significância, não houve diferenças entre os grupos de mandioca *in natura* (0 dia) e os fermentados correspondente ao tempo 1º dia e 2º dia da fermentação. Já para as águas de fermentação equivalente ao tempo 1º dia diferiram para o fermentado do 2º dia e o produto final puba. Enquanto que as águas de fermentação dos tempos 2º ao 5º dia não diferiram entre si; justifica se este fato devido aos seus valores sofrerem uma leve oscilação nos dias intermediários de fermentação, não suficientes para causar diferenças significativas nessa análise (Figuras 17 e 18).

Di-Tanno (2001) relata que em experimento realizado com pubagem, no líquido de fermentação é observado um acentuado decréscimo do pH durante

as primeiras 48 horas de incubação. Entretanto, após este período, a acidificação prosseguiu mais lentamente e ao final de 96 horas de processo os valores mínimos se situaram na faixa entre 3,73 a 3,87, para os diversos tratamentos estudados que foram enzima incubada nas concentrações de 0,1 e 2 mL a temperaturas de (25, 30 e 35°C), em períodos de (48, 72 e 96 horas). Valores próximos, mais um pouco diferentes encontrados neste experimento com puba, o qual variou de 3,85 a 5,18 (Tabela 04). A redução do pH em fermentações naturais é atribuído à produção de ácidos orgânicos pela microbiota responsável pela fermentação (MONTAGNAC et al., 2009).

O pH também determina a atividade das enzimas. Quando ocorre dilaceração dos tecidos vegetais das raízes de mandioca, em decorrência do seu processamento, o glicosídeo cianogênico linamarina presente é clivado em glicose e acetonacianoidrina, devido à ação catalisadora da enzima α -glicosidase (linamarase). Numa segunda e última etapa da cianogênese (processo de geração de HCN), a acetonacianoidrina é convertida em HCN e acetona, e esta etapa pode ser mediada pela enzima hidroxinitrilolase numa faixa de pH de 3,5-6,0, ou ocorrer espontaneamente quando os valores de pH são maiores que 4,0. Assim sendo, pode-se observar que valores de pH ácidos ou próximos de uma faixa ácida contribuem para a cianogênese da linamarina, (CHISTÉ, 2007) a exemplo dos valores encontrados durante a fermentação da puba.

Segundo NAMBISAN (1994), a enzima linamarase apresenta atividade máxima em pH entre 5,5-6,0. Sua natureza e atividade em tecidos vegetais são significativas, pois influenciam o grau de hidrólise dos glicosídeos cianogênicos durante o processamento e influem nos níveis finais de glicosídeos em produtos de mandioca.

Nas Figuras a seguir verifica se a determinação do pH encontrado na água de fermentação de massa puba, na primeira (Figura 17) e segunda fermentação (Figura 18).

O pH da água de fermentação apresentou um comportamento diferenciado, visto que na primeira fermentação as unidades "C", "R" e "P" apresentaram os valores iniciais de 5,55, 5,15 e 5,94 e no final do processo de 4,32, 5,11 e 5,09, respectivamente (Figura 17). Contudo foi observado o aumento do valor do pH no terceiro dia de fermentação na unidade "R" e o

aumento no último dia de fermentação na unidade “P”, enquanto que na unidade ‘C” os valores de pH foram decrescentes com o decorrer da fermentação. A unidade “N” iniciou o processo fermentativo com o valor de pH de 4,21, apresentando a elevação do valor do pH com o decorrer da fermentação até o sétimo dia, quando o pH foi para 3,91. A unidade “S” também apresentou uma elevação do pH, seguido por uma diminuição, com o valor final de pH do líquido de fermentação de 3,87.

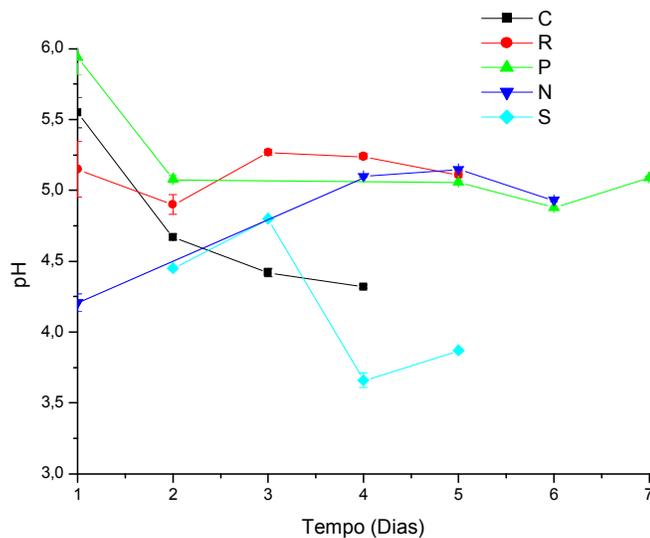


Figura 17 - Valores de pH no meio líquido de fermentação do processamento de massa puba em cinco unidades de processamento da primeira fermentação.

Na Figura 18 o comportamento da evolução do pH do líquido de fermentação na segunda fermentação foi diferente da primeira (Figura 17). As unidade de processamento “R” e “N” apresentaram elevação no pH, com o pH inicial da água de fermentação de 4,60 e 4,08 e ao término do processo de 4,89 e 4,49, respectivamente. Na unidade “P” foi observado a redução do pH do líquido de fermentação com o decorrer do tempo, apresentando o pH inicial de 6,08 e ao final do quinto dia de fermentação de 4,71. A unidade “C” apresentou o valor inicial de pH do meio líquido de fermentação de 4,28 decrescendo ao longo dos dias até 3,92 no último dia.

Tabela 04 - Valores de ATT e pH encontrados no produto final, massa puba.

Pubas das Unidades Produtivas	Acidez (g ác. cítrico/100g)		pH	
	1ªC	2ªC	1ªC	2ªC
C	0,05±0,0	0,07 ± 0,01	5,18 ± 0,02	4,60 ± 0,03
R	0,03±0,0	0,09 ± 0,02	4,91 ±0,01	4,36 ± 0,11
P	0,23±0,0	0,19±0,00	5,09 ±0,07	4,01± 0,02
N	0,16±0,01	0,10 ± 0,01	3,91± 0,01	3,86 ± 0,03
S	0,25±0,0	-	3,85 ±0,05	-

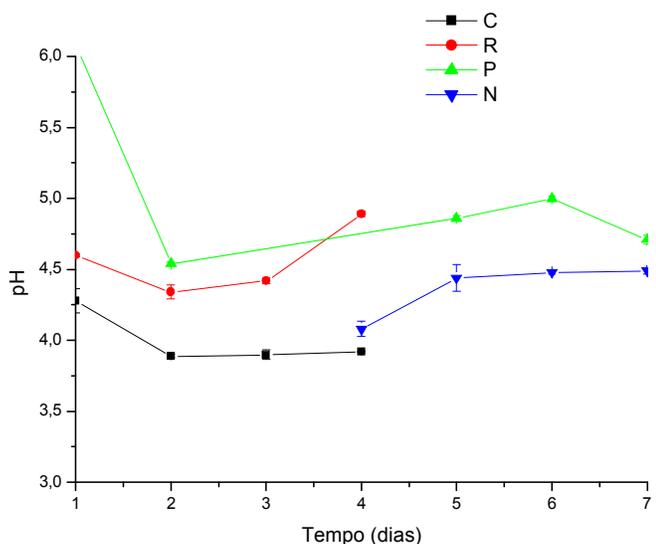


Figura 18 - Valores de pH no meio líquido de fermentação do processamento de massa puba em quatro unidades de processamento da segunda fermentação.

Quando apresentamos os valores obtidos no líquido de fermentação da puba que situaram entre 3,66 a 6,08 observamos uma maior amplitude neste pH; do que o encontrado no tucupi, que variou entre 3,00 e 4,35 o pH classificando o como um alimento de alta acidez. A medida do pH é um parâmetro importante para a determinação de uma possível e rápida deterioração do produto, devido à presença e ao crescimento de microorganismos nocivos á saúde. Nos valores obtidos para o tucupi, há possibilidades do crescimento de bolores e leveduras. (CHISTÉ, 2007).

3.6.DETERMINAÇÃO DA ATIVIDADE DE ÁGUA

Na Tabela 06 é observado que a puba possui elevada atividade de água (AW – activity water) com valores de 0,93 a 0,99 e alta umidade, na faixa de 47,28 a 68,61%, devido ao processamento realizado, aonde na etapa final do processo é realizada apenas a prensagem da massa fermentada, ao contrário da farinha que passa pela etapa da secagem nos fornos. Tais valores, juntamente com o pH próximo a 4,0, permitem uma maior ação de microrganismos como bolores e leveduras, e a falta de boas praticas de fabricação no processamento de puba, podem reduzir a sua de vida de prateleira.

Segundo Chisté et al (2006) que considera a atividade de água igual a 0,60 como sendo o limite mínimo capaz de permitir o desenvolvimento de microrganismos, visto que os alimentos desidratados, como a farinha de mandioca, são considerados microbiologicamente estáveis em seu estudo apresentou amostras de farinha de mandioca que obtiveram valores de atividade de água na faixa de 0,31 a 0,61, bem inferiores aos encontrados na puba que tiveram uma variação de 0,93 a 0,99.

Tabela 05. Relação da Atividade de água e umidade das massas de puba.

Puba das unidades produtivas	A.W. (1º coleta)	Umidade % (1º coleta)	A.W. (2º coleta)	Umidade % (2º coleta)
C	0,93	51,74 ± 0,07	0,97	50,82 ± 0,03
R	0,99	68,61 ± 1,49	0,99	51,56 ± 0,19
P	0,99	47,40 ± 0,08	0,98	48,20 ± 0,21
N	0,99	46,88 ± 0,09	0,99	47,29 ± 0,03
S	0,98	47,28 ± 0,11	-	-

Em relação a umidade da farinha de mandioca, o padrão exigido pela Portaria Nº 554 de 30.08.1995 da Secretaria da Agricultura, do Abastecimento e Reforma Agrária, que é no máximo de 13%, contudo para a massa puba não existe esse padrão.

A umidade de um alimento está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição e pode afetar tanto no seu processamento, quanto na sua embalagem e estocagem. Dessa forma ao comparar os valores da umidade do tucupi que é um alimento líquido, esta apresentou se numa faixa

de 94,64 a 97,46%(CHISTÉ, 2007) muito superior aos valores encontrados no experimento com puba (Tabela 05). Porém quando comparado com valores de mandioca minimamente processada verificou se que o teor médio da umidade foi de 57,01% (BEZERRA , 2002).

Tabela 06 - Teste Kruskal-Wallis para os dados físico-químicos

	Estatística	p - Valor
Acidez	123,11	< 0,000
Compostos cianogênicos	54,33	< 0,000
pH	113,93	< 0,000
Umidade	76,61	< 0,000

3.7. DETERMINAÇÃO DE COR

A coloração da massa puba visualmente possui uma cor branca não diferindo umas das outras. Buscando diferenciar os tons na sua coloração, a Tabela 07 apresenta a cor da puba, a qual apresenta valores de L*, 51,98 a 53,44 na primeira coleta e 48,08 a 55,2 na segunda coleta, caracterizando cores mais claras, uma vez que L* varia de zero (preto) a cem (branco). Comparando com Dias e Leonel (2005) em pesquisa realizada referente a caracterização de farinhas de mandioca comercializadas em alguns estados do Brasil, mostrou variação do componente L* (luminosidade ou brilho) maior, variado de 78,43 a 92,8.

Os valores de a* componente de cor que varia de verde(-) ao vermelho(+), nas duas coletas se aproximaram dos valores negativos que sugere uma possível variação da cor para a intensidade verde. Comparando com Dias e Leonel (2005) que apresentou valores da cromaticidade a* que variaram de -6,33 a 4,10 para farinhas de mandioca, considerando que este, ocorreu pequena variação entre as farinhas para este componente. Os valores encontrados para as farinhas d água, segundo o autor tiveram maior tendência para o verde, porém de pouca intensidade.

Quanto a coordenada de cromaticidade b*, que varia de (-) azul até (+) amarelo, apresentou uma variação de 5,06 a 8,08 na 1º coleta e 5,13 a 6,97 na segunda coleta, Quando relacionado com Dias e Leonel (2005) que apresentou

uma variação de 6,33 a 38,77, nesta cromaticidade para farinha de mandioca. Nas análises apresentadas mostra que os valores encontrados foram baixos tendendo a uma variação de cor azul com pouca intensidade, diferentemente do autor que encontrou tendência ao amarelo em todas as farinhas analisadas. Comparado com a farinha de trigo o valor de croma b^* é igual a 9,86 segundo Chang & Flores (2004), mostra que as amostras de puba obtiveram valores inferiores e que tendem ao azul.

A variação observada para o croma b^* nos diferentes tratamentos de mistura de farinha de soja, farelo e fécula de mandioca foi de 20,43 a 26,45, o que evidencia o aumento da presença deste croma em relação a massa puba(TROMBINI, ___).

Quanto a tonalidade cromática h^* seus valores foram muito próximos nas duas coletas para todas as pubas das unidades produtivas.

Contudo um grande entrave para e a falta de um padrão comparativo.

Tabela 07. Determinação da cor em massas de puba.

Puba das Unidades Produtivas	1º Coleta					2º Coleta				
	L	a*	b*	C*	h	L	A	b	C	h
C	52,89	- 0,25	8,08	8,08	91,78	49,44	0,00	5,61	5,61	90,05
R	52,80	- 0,36	7,43	7,57	91,30	51,64	- 0,29	6,72	6,73	92,50
P	52,36	- 0,48	7,85	7,87	93,48	48,08	- 0,22	6,97	6,98	91,79
N	53,44	0,38	5,06	5,07	85,65	55,2	- 0,22	5,13	5,14	92,43
S	51,98	- 0,1	7,76	7,77	91,90	-	-	-	-	-

CONCLUSÕES

- O processamento mostrou se eficiente na detoxificação, com uma redução de 95 a 100% do teor dos compostos cianogênicos da raiz *in natura*, em todas as unidades produtivas pesquisadas.
- Embora seja um produto artesanal, torna-se necessário a adoção de boas práticas de fabricação, padronização e monitoramento do processo a fim de que o produto final seja de qualidade e seguro, com valores mínimos de compostos cianogênicos.
- A pubagem conduzida no CTM da Embrapa, não diferiu significativamente para as demais unidades produtivas, nas análises de compostos cianogênicos, pH, acidez total titulável, umidade, atividade de água e cor.
- Torna se necessário a adoção de alguns parâmetros como estabelecer limites máximos dos compostos, para uma padronização de resultados nas análises pesquisadas em trabalhos futuros.
- A falta de legislação específica e Padrões de Identidade e Qualidade para este produto e com fornecimento regular por pequenos produtores, não possibilita o uso deste processado em linhas industriais.
- Os PCCq's do processamento de massa puba foram identificados na etapa de maceração da mandioca e da lavagem da massa puba.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, P.F. **Processamento e caracterização da puba**. Campinas, 1992. 115p. (Doutorado - Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP)

BALAGOPALAN, C.; PADMAIA, G.; NANDA, S; MORTHY, S. 1988. Cassava in food, feed and industry. Boca Raton, Fla: CRC Press. p 190–4.

BASTOS, M.S.R. **Ferramentas da Ciência e tecnologia para a segurança dos alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008, 440p.

BEZERRA, V.S.; PEREIRA, R.G.F.A.; CARVALHO, V.D.C.; VILELA, E.R. Raízes de mandioca minimamente processadas: efeito do branqueamento na qualidade e na conservação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.3, p.564-575, mai./jul., 2002.

BRASIL. Portaria nº 554 de 30 de agosto de 1995. **Diário Oficial**. Brasília, Secretaria da Agricultura, do Abastecimento e Reforma Agrária. 1 Set., Seção 1.

BRASIL. M.A.A. Portaria 46 de 10/02/98. Manual genérico de procedimentos para APPCC em indústrias de produtos de origem animal. **Diário oficial da União**, seção 1, p. 24-28, de 16/03/98.

BRASIL. Resolução RDC n.53 de 15/06/2000. Dispõem sobre o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Mistura à base de Farelos de Cereais. Aprovado pelo Decreto 3.029, de 16 de abril de 1999. **Diário Oficial da União**. 2000 19 jun.

CEREDA, M.P. **Alguns aspectos sobre a fermentação da fécula de mandioca**. (Dissertação de Mestrado). 89p. 1973. Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Brasil.

CHANG, Y.K.; FLORES, H.E. Qualidade tecnológica de massas alimentícias frescas elaboradas de semolina de trigo *durum* (T. *Durum* L.) e farinha de trigo (T. *Aestivum* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, out./dez. 2004.

CHÁVEZ, A.L.; SÁNCHEZ, T.; CEBALLOS, H.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; NESTEL, P.; TOHME, J.; ISHITANI, M. Retention of carotenoids in cassava roots submitted to different processing methods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 87: 388-393, 2007.

CHISTÉ, R.C.; COHEN, K.O.; OLIVEIRA, S.S. Estudo das propriedades físico-químicas do tucupi. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 27(3): 437-440, jul.-set. 2007.

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**. v. 2, n. 2: p. 96-102, 2008.

CHISTÉ, R.C.; COHEN, K.O.; MATHIAS, E.A., RAMOA JUNIOR, A.G.A. Qualidade da farinha de mandioca do grupo seca. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 26(4): 861-864, out.-dez. 2006.

COHEN, K.O.; OLIVEIRA, S.S.; CHISTÉ, R.C. **Quantificação de teores de compostos cianogênicos totais em produtos elaborados com raízes de mandioca**. Embrapa Amazonia Oriental, Belém, 2007.

CONAB/IBGE, disponível em:http://www.conab.gov.br/conabweb/download/sureg/BA/evolucao_area_plantada_prod_produ_ba.pdf. acesso em: 12 de Dez de 2008.

COOKE, R.D. An enzymatic assay for the total cyanide content of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 29:345–52. 1979.

DIAS, L.T.; LEONEL, M. Caracterização físico-química de farinhas de mandioca de diferentes localidades do Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 692-700, jul./ago., 2006.

DI-TANNO, M.F.P. **Influência da temperatura, tempo e concentração de pectinase na textura, rendimento e características físico-química da mandioca (*Manihot esculenta* C.) durante fermentação**. (Dissertação de Mestrado – ESALQ). Piracicaba, 2001.105 p.

ESSERS, A. J. A. Manual “Assay for the cyanogen content in cassava products”. (Preliminary Version, December, 1993). Department of Food Science, Wageningen. Agricultural University, Netherlands. 9p.

FAO. **Statistical datas**: <http://apps.fao.org/cgi-bin/nph-db.pl>.

IBGE. **Brasil: Mandioca – produção, área colhida e rendimento médio - 1990 a 2004**. IBGE – Produção Agrícola Municipal (PAM - 1990 a 2003) e Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA - maio/2005) INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 dez. 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3.ed. São Paulo, 1986. v.1. 533p.

MARCON, M.J.A. **Efeito do processo fermentativo pelo método tradicional e com adição de glicose, sobre a qualidade do polvilho azedo**. (Mestrado – Ciência dos Alimentos, UFSC) Florianópolis, 2004.

MACHADO, P.P.; HOTZA, D.; PETTER, C.; BERGMANN, C.P. Controle de Qualidade para Revestimentos Cerâmicos Através da Análise Colorimétrica de

Superfície Vidrada Monocromática. **Cerâmica Industrial**. Nº 2, mai-ago, Santa Catarina, 1997.

MONTAGNAC, J.A.; DAVIS, C.R.; TANUMIHARDJO, S.A. Processing techniques to reduce toxicity and antinutrientes of cassava for use as a staple food. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 8, p. 17-27, 2009.

NAMBISAN, B. **Evaluation of the effect of various processing techniques on cyanogens content reduction in cassava**. In: BOKANGA, M. et al. Acta Horticulturae – International Workshop on Cassava Safety. Tbadan: WOCAS, v. 375, p. 203-207, 1994.

PIMENTEL, F.A.; OLIVEIRA, S.M.G.; DAMASCENO, M.J.R. **Processamento de farinha de carimã**. Instruções técnicas. Nº38, dez; 2001, p1-3.

TROMBINI, F.R.M.; LEONEL, M.; MISCHAN, M.M.; JANES, D.A. **Efeito das condições de extrusão sobre a cor de misturas instantâneas de Farinha de soja, farelo e fécula de mandioca**. XIII Congresso Brasileiro de Mandioca. 878-883p. Acesso em: 10 jun. 2010.

WOBETO, C. *et al.* **Antinutrients in the cassava (*Manihot esculenta* Crantz) leaf powder at three ages of the plant**. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 27:108–12. 2007.

CONCLUSÕES GERAIS

O processamento fermentativo da massa puba mostrou se eficiente na detoxificação dos teores dos compostos cianogênicos avaliados, desde a mandioca *in natura* até o produto final.

Foram identificados os pontos críticos de controle químico, na maceração das raízes e na lavagem da massa, no processamento da puba.