



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

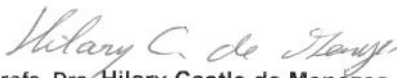
DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA PARA OBTENÇÃO DE
PRODUTO FORMATADO E CONGELADO DE MANDIOCA
(*Manihot esculenta* Crantz)

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por **Shirley Aparecida Garcia Berbari**, aprovada pela Comissão Julgadora em 10 de dezembro de 2001.

SHIRLEY APARECIDA GARCIA BERBARI
Engenheira de Alimentos

Campinas, 10 de dezembro de 2001


Profa. Dra. Hilary Castle de Menezes
Presidente da Banca

Prof. Dr. HILARY CASTLE DE MENEZES
Orientadora

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP, com parte dos requisitos para obtenção do título de DOUTOR em Tecnologia de Alimentos.

Campinas, Novembro de 2001

UNIDADE	BC
N.º CHAMADA	T/UNICAMP
	B45d
V	Ex
T A	47882
PER	16-837/02
C	☐
D	☒
PREC	22 11,00
DATA	15-02-02
N.º CPD	

CM00163704-3

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA F.E.A. – UNICAMP

B45d Berbari, Shirley Aparecida Garcia
Desenvolvimento de tecnologia para obtenção de produto
formatado e congelado de mandioca / Shirley Aparecida Garcia
Berbari. – Campinas, SP: [s.n.], 2001.

Orientador: Hilary Castle de Menezes
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de
Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1.Mandioca. 2.Processamento. 3.Farinhas. 4.Alimentos
congelados. I.Menezes, Hilary Castle de. II.Universidade
Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos.
III.Título.

BANCA EXAMINADORA


Prof.^a. Dr.^a. Hilary Castle de Menezes – Orientadora
FEA/UNICAMP


Prof. Dr. Yoon Kil Chang
FEA/UNICAMP


Dr.^a. Jane Menegaldo Turatti
ITAL


Dr.^a. Eliete Vaz de Faria
ITAL


Prof.^a. Dr.^a. Silene Bruder Silveira Sarmento
ESALQ/USP


Dr.^a. Teresa Losada Valle
IAC


Prof. Dr Nelson Horácio Pezoa
FEA/UNICAMP

AGRADECIMENTOS

- À diretoria do ITAL – Instituto de Tecnologia de Alimentos por permitir e apoiar a realização deste trabalho.
- À profª Hilary Castle de Menezes pela orientação e colaboração na elaboração deste trabalho.
- Ao corpo docente do Departamento de Tecnologia de Alimentos da FEA – UNICAMP.
- Aos pesquisadores do Centro de Horticultura do IAC – Instituto Agrônomo de Campinas, Faz. Santa Elisa - Drª Teresa Losada e Dr. Osmar Lorenzi e ao funcionário Sr. Júlio de Oliveria, pela doação das raízes de mandioca.
- Aos pesquisadores do ITAL: José Eduardo Paschoalino, José Maurício de Aguirre, Valéria Delgado de Almeida Anjos, Emília Emico Myia Mori, Neura Bragagnolo, Antenor Pizzinatto, Katumi Yotsuyanagi, Márcia Mayumi Harada e Marcelo Antônio Morgano, pela colaboração na realização deste trabalho.
- Aos funcionários do ITAL Líria Akemi Tavares de Oliveira, Márcio Costa, Adriana Aparecida Mauri Perrone, Sílvia Helena Savóia Biondi, Daniel Bonadia, Roseli Aparecida Monfinatti, Artur Rui, Plínio Rafael de Oliveira, João Baptista Santana Filho, José Rivaldo Evangelista da Silva, Orlando Lino Mecias, Aparecido Neves Dias e Antônio Carriero pelo apoio, dedicação e colaboração nas diversas etapas envolvidas na realização deste trabalho.
- Aos estagiários Júlio Kiyoshi Furukawa e Karina Hiroko Takata pela colaboração na realização dos ensaios e compilação dos resultados.
- Às Indústrias Gessy Lever, em especial à Eng. de Alimentos Paula E. G. Berbari, pela doação da gordura hidrogenada.
- À Eng. Ana Carolina Garcia Canôas pelo grande auxílio na digitação e configuração do texto.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	xiii
LISTA DE TABELAS.....	xix
RESUMO.....	xxv
SUMMARY.....	xxvii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
2.1. ORIGEM E CULTIVARES.....	4
2.2. O COZIMENTO DAS RAÍZES – PRINCIPAL PROBLEMA PARA O CONSUMO DA MANDIOCA DE MESA.....	8
2.3. PRINCIPAIS FORMAS DE APROVEITAMENTO INDUSTRIAL DA MANDIOCA.....	10
2.4. A UTILIZAÇÃO DO CONGELAMENTO COMO MÉTODO DE CONSERVAÇÃO DE PRODUTOS DERIVADOS DE MANDIOCA.....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1. MATÉRIA-PRIMA.....	15
3.2. CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA.....	15
3.3. PROCESSAMENTO.....	16
3.3.1. Obtenção dos palitos estruturados à partir da polpa de mandioca cozida....	16
3.3.2. Obtenção da farinha de mandioca.....	20
3.3.3. Obtenção dos palitos à partir da farinha de mandioca.....	22
3.4. CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE MANDIOCA.....	33
3.4.1. Análises físicas e químicas.....	33
3.5. AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE TEXTURA E VISCOSIDADE DAS MASSAS.....	34
3.5.1. Análises físicas e químicas.....	34
3.5.2. Análise sensoriais.....	36
3.6. AVALIAÇÃO DO PRODUTO FINAL.....	36
3.6.1. Avaliação do efeito do congelamento e da pré-fritura sobre a qualidade dos palitos de polpa e de farinha de mandioca.....	36
3.6.1.1. Análises químicas e físico-químicas dos palitos de polpa e de farinha de mandioca.....	37

3.6.1.2. <i>Análises físicas dos palitos de polpa e de farinha de mandioca</i>	38
3.6.1.3. <i>Análises sensoriais dos palitos de polpa e de farinha de mandioca</i>	39
3.6.2. Avaliação do efeito da adição de sal sobre a qualidade dos palitos de polpa e de farinha de mandioca pré-fritos congelados.....	41
3.6.2.1. <i>Análises químicas dos palitos de polpa e de farinha de mandioca pré-fritos congelados</i>	42
3.6.2.2. <i>Análises sensoriais dos palitos de polpa e de farinha de mandioca</i>	42
3.6.3. Avaliação do efeito do tempo de fritura final sobre a qualidade dos palitos de polpa e de farinha de mandioca.....	43
3.6.1.3. <i>Análises sensoriais dos palitos de polpa e de farinha de mandioca</i>	44
3.6.4. Avaliação da estabilidade ao armazenamento congelado dos palitos de polpa de mandioca cozida e de farinha de mandioca pré-fritos congelados.....	44
3.6.4.1. <i>Análises químicas dos palitos de polpa e de farinha de mandioca submetidos ao armazenamento congelado</i>	44
3.6.4.2. <i>Análises físicas dos palitos de polpa e de farinha de mandioca submetidos ao armazenamento congelado</i>	44
3.6.4.3. <i>Análises químicas dos palitos de polpa e de farinha de mandioca submetidos ao armazenamento congelado</i>	45
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4.1. CARACTERÍSTICAS DA MATÉRIA-PRIMA.....	50
4.2. CARACTERÍSTICAS DA TEXTURA E VISCOSIDADE DA POLPA E DA FARINHA DE MANDIOCA.....	53
4.2.1. Avaliação Sensorial da massa obtida com polpa de mandioca cozida.....	53
4.2.2. Perfil de Textura (TPA).....	54
4.2.3. Viscosidade das massas.....	56
4.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DA FARINHA DE MANDIOCA.....	57
4.3.1. Granulometria.....	57
4.3.2. Características químicas e físico-químicas.....	59

4.4.	CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO.....	61
4.4.1.	Características de transferência de calor.....	61
4.4.2.	Características de transferência de massa.....	62
4.5.	CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO FINAL.....	70
4.5.1.	Análises químicas e físico-químicos.....	70
4.5.2.	Análises físicas.....	73
4.5.3.	Análises sensoriais.....	75
4.5.4.	Efeito da adição de sal sobre a qualidade dos palitos de polpa e de farinha de mandioca pré-fritos congelados.....	78
4.5.4.1.	<i>Análises físicas</i>	78
4.5.4.2.	<i>Análises sensoriais</i>	79
4.5.5.	Efeito do tempo de fritura final sobre a qualidade dos palitos de polpa e de farinha de mandioca pré-fritos congelados.....	80
4.5.5.1.	<i>Análises químicas</i>	81
4.5.5.2.	<i>Análises físicas</i>	81
4.5.5.3.	<i>Análises sensoriais</i>	84
4.5.6.	Avaliação da estabilidade ao armazenamento sobre a qualidade dos palitos de polpa e de farinha de mandioca pré-fritos congelados.....	85
4.5.6.1.	<i>Análises químicas</i>	86
4.5.6.2.	<i>Análises físicas</i>	88
4.5.6.3.	<i>Análises sensoriais</i>	92
5.	CONCLUSÕES.....	109
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	110

LISTA DE FIGURAS

1	Fluxograma do processamento de palitos de polpa de mandioca.....	19
2	Fluxograma do processamento de farinha de mandioca.....	20
3	Fluxograma do processamento de palitos de farinha de mandioca.....	22
4	Operações envolvidas no processamento dos palitos de polpa de mandioca.....	23
5	Operações envolvidas no processamento dos palitos de polpa de mandioca.....	25
6	Operações envolvidas no processamento dos palitos de polpa de mandioca.....	27
7	Operações envolvidas no processamento dos palitos de farinha de mandioca.....	29
8	Operações envolvidas no processamento dos palitos de farinha de mandioca.....	31
9	Curva típica da determinação da Análise de Perfil de Textura (TPA).....	35
10	Modelo da ficha utilizada para o teste triangular dos palitos.	40
11	Modelo da ficha utilizada no teste de ordenação preferência dos palitos de mandioca.....	41
12	Modelo da ficha utilizada no teste de ordenação-preferência dos palitos de mandioca com diferentes teores de sal (NaCl).....	43
13	Modelo da ficha utilizada no teste de estabilidade dos palitos de mandioca no armazenamento congelado.....	46

14	Modelo da ficha utilizada no teste de aceitabilidade entre palitos de polpa e de farinha de mandioca.....	48
15	Curva de resfriamento e congelamento dos palitos de polpa e de farinha de mandioca congelados e pré-fritos congelados.....	63
16	Rendimentos verificados nas operações de processamento da farinha de mandioca.....	65
17	Rendimentos verificados nas operações de processamento dos palitos de mandioca, congelados e pré-fritos congelados.....	66
18	Rendimentos verificados nas operações de processamento dos palitos de farinha de mandioca, congelados e pré-fritos congelados.....	67
19	Curva de secagem de cubos de mandioca cozida.....	68
20	Histograma de frequência de notas da avaliação de aceitabilidade – Maciez.....	95
21	Histograma de frequência de notas da avaliação de aceitabilidade – Crocância.....	97
22	Histograma de frequência de notas da avaliação de aceitabilidade – Gosto salgado.....	97
23	Histograma de frequência de notas da avaliação de aceitabilidade – Sensação de oleosidade.....	99
24	Histograma de frequência de notas da avaliação de aceitabilidade – Sabor de mandioca.....	99
25	Histograma de frequência de notas da avaliação de aceitabilidade – Aparência geral.....	101
26	Histograma de frequência de notas da avaliação de aceitabilidade – Cor geral.....	101

27	Histograma de frequência de notas da avaliação de aceitabilidade – Aroma geral.....	103
28	Histograma de frequência de notas da avaliação de aceitabilidade – Textura geral	103
29	Histograma de frequência de notas da avaliação de aceitabilidade – Sabor geral.....	105
30	Produto final – Palitos de polpa de mandioca.....	107
31	Produto final – Palitos de farinha de mandioca.....	107

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Atributos químicos das raízes de mandioca IAC 576-70 <i>in natura</i>	50
2	Aspectos visuais da polpa obtida de raízes submetidas a diferentes tempos de cozimento.....	53
3	Atributos da polpa obtida de raízes submetidas a diferentes tempos de cozimento.....	54
4	Perfil de Textura das massa obtidas de polpa e de farinha de mandioca cujas raízes foram submetidas a diferentes tempos de cozimento.....	55
5	Resultados obtidos nos viscoamilogramas de polpa de mandioca cozida.....	56
6	Resultados obtidos no viscoamilograma de massa de farinha de mandioca.....	57
7	Resultados do teste de granulometria aplicado a farinha de mandioca.....	59
8	Atributos químicos e físico-químicos da farinha de mandioca	60
9	Atributos químicos e físico-químicos dos palitos de polpa e de farinha de mandioca	71
10	Teores de umidade e absorção de gordura após a fritura final dos palitos de mandioca.....	72
11	Resistência ao corte dos palitos de polpa e de farinha de mandioca.....	73
12	Parâmetros de cor dos palitos de polpa e de farinha de mandioca.....	74
13	Resultados dos testes Triangulares entre palitos de polpa e de farinha de mandioca	76
14	Resultados dos testes de ordenação - preferência entre palitos de polpa e de farinha de mandioca	77

15	Teor final de NaCl em palitos de polpa e de farinha de mandioca com zero, 1, 2 e 3% de sal.....	78
16	Teores finais de lipídeos e umidade em palitos de polpa e de farinha de mandioca processados com zero, 1, 2 e 3% de sal.	79
17	Resultados dos testes de Ordenação - preferência entre palitos de polpa e de farinha de mandioca processados com zero, 1, 2 e 3% de sal.....	80
18	Teores finais de lipídeos e umidade em palitos de polpa e de farinha de mandioca pré-fritos congelados e submetidos a diferentes tempos de fritura final.....	81
19	Resistência ao corte dos palitos de polpa e de farinha de mandioca pré-fritos congelados e submetidos a diferentes tempos de fritura final.....	83
20	Resultados da avaliação objetiva de cor. dos palitos de polpa e de farinha de mandioca pré-fritos congelados e submetidos a diferentes tempos de fritura final.....	84
21	Resultados do teste de ordenação -preferência entre palitos de polpa e de farinha de mandioca pré-fritos congelados e submetidos a diferentes tempos de fritura final.....	85
22	Teor de umidade dos palitos de polpa e de farinha de mandioca pré-fritos congelados, após fritura final, com 0 e 1% de sal, durante o armazenamento congelado.....	86
23	Teor de lipídeos dos palitos de polpa e de farinha de mandioca pré-fritos congelados, após fritura final, com 0 e 1% de sal, durante o armazenamento congelado.....	87
24	Teor de ácidos graxos livres dos palitos de polpa e de farinha de mandioca pré-fritos congelados, após fritura final, com 0 e 1% de sal, durante o armazenamento congelado.....	87

25	Índice de peróxidos dos palitos de polpa e de farinha de mandioca pré-fritos congelados, após fritura final, com 0 e 1% de sal, durante o armazenamento congelado.....	88
26	Parâmetros de cor dos palitos de polpa e de farinha de mandioca com 0 e 1% de sal, durante o armazenamento congelado.....	90
27	Parâmetros de resistência ao corte dos palitos de polpa e de farinha de mandioca com 0 e 1% de sal, durante o armazenamento congelado.....	91
28	Resultados da avaliação sensorial quanto ao sabor dos palitos de polpa e de farinha de mandioca pré-fritos congelados, após fritura final com 0 e 1% de sal, durante o armazenamento congelado.....	92
29	Resultados do teste de aceitabilidade dos palitos de polpa e de farinha de mandioca pré-fritos congelados após fritura final com 0 e 1% de sal.....	93

Resumo

O presente trabalho de pesquisa teve por objetivo o desenvolvimento de tecnologia para obtenção de palitos formatados e congelados de polpa e de farinha mandioca. As matérias-primas, mandioca *in natura* e a farinha de mandioca, foram submetidas à caracterização quanto aos teores de umidade, amido, açúcares totais e redutores, proteínas, lipídeos, fibras e cinzas. Os palitos de mandioca foram avaliados quanto a pré-fritura e congelamento, a adição de sal (NaCl), ao tempo de fritura final e ao armazenamento congelado, através de análises químicas do teor de umidade e de lipídeos, determinações de cor e de textura e avaliações sensoriais quanto ao sabor, aroma, textura e preferência.

O preparo dos palitos de polpa de mandioca cozida compreendeu as seguintes etapas: recepção da matéria-prima, lavagem, primeiro corte, descascamento, seleção, cozimento, retirada do feixe de fibras, obtenção da polpa, formatação, pré-fritura, congelamento I.Q.F. em túnel operando à -30°C, acondicionamento e armazenamento congelado. Para o processamento dos palitos à partir da farinha de mandioca, foram seguidos os passos: recepção da matéria-prima, lavagem, primeiro corte, descascamento, seleção, cozimento, corte em fatias, secagem em secador de bandejas, moagem para obtenção da farinha, reidratação da farinha, formulação, formatação, congelamento I.Q.F. em túnel operando à -30°C, acondicionamento e armazenamento congelado.

Os resultados obtidos mostraram que a substituição da polpa de mandioca cozida pela farinha pré-gelatinizada é tecnicamente adequada; a etapa da pré-fritura antes de congelamento fez com que os palitos tanto de polpa como de farinha se tornassem sensorialmente semelhantes aos produtos frescos; que a adição de 1% de NaCl melhorou a aceitação dos palitos e não interferiu no armazenamento congelado dos mesmos; que o tempo de 2,5 minutos de fritura final em gordura hidrogenada é suficiente para conferir cor e textura adequadas ao palitos. Os produtos nestas condições mantêm-se estáveis quanto ao sabor ranço por 6 meses de estocagem congelada.

Summary

The objective of this research was to develop the necessary technology to obtain pre-formed, frozen sticks from cassava flour and pulp. The raw material, cassava *in natura*, and the cassava flour were characterised chemically by way of moisture, starch, total and reducing sugar, protein, lipid, fibre and ash determinations. The sticks were evaluated with respect to their behaviour on pre-frying, freezing, the addition of salt, total frying time and frozen storage by chemical analyses for moisture and lipids, physical analyses for colour and texture and sensory evaluations for flavour, aroma, texture and preference.

Preparation of sticks from cooked cassava pulp involved the following steps: raw material reception, washing, first cutting, peeling, selection, cooking, removal of central fibre bundle, production of pulp, pre-forming, pre-frying, individual quick freezing in a tunnel at -30°C, packaging and frozen storage. The preparation of sticks from the cassava flour involved the following steps: reception of raw material, washing, first cutting, peeling, selection, cooking, cutting into slices, drying in a tray drier, grinding to obtain the flour, re-hydration of the flour, formulation, pre-forming, individual quick freezing in a tunnel at -30°C, packaging and frozen storage.

The results showed that the substitution of cooked cassava pulp by the pre-gelatinised flour is technically feasible. Pre-frying before freezing made the sticks sensorially similar to the fresh product. The addition of 1% NaCl improved product acceptance and did not interfere with their frozen storage. A final frying time of 2.5 minutes in hydrogenated fat was sufficient to confer adequate colour and texture on the sticks.

1.INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) é uma das mais importantes culturas alimentícias dos países tropicais, com uma produção global estimada em 164.751 milhões de toneladas métricas/ano (FAO, 1997), sendo a maior fonte de calorias para aproximadamente 500 milhões de pessoas.

Para o ano de 2005, a FAO tem por estimativa uma colheita superior a 210 milhões de toneladas. Supõe-se que a introdução de variedades mais produtivas e a melhoria no controle de doenças e de infestações, aliadas a técnicas de produção mais adequadas, promoverão um aumento de 150% na produção africana (FAO, 2000).

O Brasil destaca-se como grande produtor de mandioca. Em 1997 foi o segundo maior produtor mundial, atingindo a casa de 24.354 milhões de toneladas métricas produzidas, correspondentes a 14,8% da produção mundial. Seguiram-se ao Brasil, o Zaire, a Tailândia e a Indonésia (FAO, 1997). Em todo território nacional há cultivo de mandioca, tanto para indústria como para mesa, destacando-se como principais produtores os Estados do Pará, Bahia, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná, São Paulo e Ceará, com produção individual acima de 500 mil toneladas/ano. Em 1998, o Estado de São Paulo produziu 684.320,42 t de mandioca, sendo que deste total, 84,4% corresponderam a produção de mandioca para indústria e o restante, mandioca para mesa. Em São Paulo, a maior região produtora de mandioca para indústria encontra-se em Assis, seguida por Ourinhos e Mogi Mirim, com produção individual acima de 50 mil toneladas/ano. Para mandioca de mesa, destacam-se as regiões de Mogi Mirim, Sorocaba, Jales e Bragança Paulista, com produção individual superior a 200.000 caixas de 25kg ou 5000 t (Silva, 1999).

Com uma receita bruta anual que supera a casa de US\$ 1 bilhão, o “agribusiness” da mandioca no País gera US\$ 150 milhões de contribuições tributárias e fixa quatro milhões de trabalhadores no campo, especialmente em regiões sem outras oportunidades de emprego. É a cultura agrícola típica do pequeno produtor, alavanca de viabilização econômica dos assentados pela Reforma Agrária (Mattos *et al.*, 1981).

A versatilidade do uso e das aplicações da mandioca, seus produtos e subprodutos propiciam um amplo espectro mercadológico mundial para consumo humano, de forma inovadora, tais como: "bints" pré-cozidos desidratados supergelados; farofas temperadas ao gosto regional; farinhas especiais enriquecidas com vitaminas naturais e/ou proteinadas; farinhas doces matinais; alimentos energéticos para atletas; polvilhos para pães, bolachas e biscoitos; amidos para produtos lácteos, cárneos, sorvetes, sopas instantâneas, temperos, condimentos, "baby-foods", xarope de glucose e maltose, além de serem utilizadas na fabricação de álcool, acetona e álcool butílico (Penteado & Almeida, 1988).

Em alguns países da África, como a Nigéria, primeiro produtor mundial de mandioca, e Uganda, algumas técnicas industriais tradicionais estão sendo avaliadas e aperfeiçoadas. Na Nigéria, estudos mais avançados preocupam-se com a influência dos açúcares redutores, da concentração de cianeto e da viscosidade da pasta obtida da farinha de mandioca, sobre a qualidade dos "chips" de mandioca fritos, produto com alta aceitação no país. Dentre os produtos citados como de maior consumo em Uganda estão a mandioca cozida, a pasta de mandioca, a farinha composta com sorgo e a mandioca frita (Ameny, 1990).

No Brasil, a mandioca constitui um dos principais componentes da dieta alimentar, especialmente na zona rural, onde é consumida na mesa, cozida ou frita. Entretanto, a maior parte da produção brasileira é destinada a fabricação de derivados secos, tais como farinha crua ou torrada e polvilho ou amido de mandioca, que ocorre em todos os Estados, e é utilizado como a principal matéria-prima de produtos tipicamente brasileiros, como os biscoitos e pães de queijo (Penteado & Almeida, 1988). A maioria dos empresários que atuam nesse ramo constituem empresas que são predominantemente de micro a pequeno porte, mas são inúmeras e de grande multiplicidade empregatícia. Estão contribuindo com o desenvolvimento econômico dos municípios ainda à margem do progresso, tais como as regiões do Pontal do Paranapanema, Média Sorocabana e Alta Paulista, no Estado de São Paulo (Silva *et al.*, 1996).

O teor elevado de água das raízes da mandioca, aproximadamente 60%, não permite longos períodos de armazenamento, em condições de temperatura e

umidade elevadas, devido às deteriorações de ordem fisiológica e microbiológica que rapidamente se instalam, após sua colheita (Montaldo, 1973).

A deterioração fisiológica das raízes se instala decorridos um a sete dias após a colheita (Montaldo, 1973). Segundo Padmaja *et al.* 1982, esta deterioração é caracterizada pelo aparecimento de coloração azulada das linhas vasculares, que inicialmente localizam-se ao redor do parênquima em forma de anel e mais tarde se dispersam por todo o parênquima de armazenamento. Após este período, ocorre o ataque de microorganismos, principalmente fungos e bactérias que ocasionam a podridão das raízes, que é chamada de deterioração microbiana ou secundária (Coelho, 1992).

O desenvolvimento de tecnologia adequada para fabricação de um novo produto à partir de mandioca é importante, pois poderá oferecer às indústrias uma nova alternativa para o aproveitamento industrial da raiz. A elaboração de uma farinha que sirva de base para a formulação do produto formatado e congelado pode evitar dois principais problemas para o aproveitamento industrial da mandioca. O primeiro diz respeito à desuniformidade de gelatinização que ocorre durante o cozimento da mandioca, fazendo com que o produto apresente partes macias, próprias ao consumo e partes duras, impróprias ao consumo. A alta perecibilidade da raiz, que deve ser processada num período máximo de 48 horas, após sua colheita, constitui o segundo problema para a industrialização da mandioca.

Sendo assim, este estudo foi desenvolvido visando obter tecnologia apropriada para processamento de um produto formatado, congelado, elaborado à partir da polpa da mandioca cozida e da farinha de mandioca pré-gelatinizada. Os principais objetivos foram caracterizar a mandioca "*in natura*", determinar as principais características que a farinha de mandioca deve apresentar para que o produto final tenha qualidade semelhante àquela obtida nos palitos de polpa de mandioca, definir o processo de fabricação do produto e a sua vida-de-prateleira.

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origem e cultivares

A mandioca é originária das áreas tropicais da América do Sul e se caracteriza como de fácil propagação, elevada tolerância à seca, relativa resistência a pragas e doenças, elevado teor de amido nas raízes e capaz de produzir rendimentos satisfatórios, mesmo em condições de solos de baixa fertilidade (Mattos *et al.*, 1981).

A raiz tuberosa, de modo geral é constituída por uma película externa suberificada, de coloração branco-acinzentada ou marrom-avermelhada, uma casca ou cortex, geralmente branca e espessa, rica em látex que pode conter o princípio venenoso da mandioca e, finalmente, um cilindro central volumoso de cor branca, rósea ou amarelada, onde se acumula o amido, podendo também apresentar certa quantidade do princípio venenoso, com menor intensidade em relação à acumulada na casca. No centro da raiz encontram-se feixes de xilema lignificados, atravessando-a em todo seu comprimento, denominados de cordão celulósico ou pavio da mandioca (Câmara *et al.*, 1982).

Em termos estruturais, a mandioca apresenta interessantes características de aproveitamento do ponto-de-vista econômico, ou seja, o cilindro central, principal parte comestível da planta, constitui 70 a 80% do peso da raiz inteira (Paschoalino *et al.*, 1980), enquanto a película externa da casca ou periderma varia de 0,5 a 5% e película interna ou cortex de 8 a 15% (Holleman & Aten, 1956; Cereda *et al.*, 1994).

Todas as plantas de mandioca apresentam um princípio venenoso, sendo a variação da sua concentração nas raízes que possibilita a classificação prática em mandiocas doces ou mansas e amargas ou bravas. O princípio tóxico da planta é devido a presença de glicosídeos cianogênicos, sendo os principais conhecidos como linamarina e lotraustalina, os quais sob ação de ácidos ou enzimas, sofrem hidrólise e liberam acetona, açúcar e ácido cianídrico (Pereira *et al.*, 1981). Estas substâncias são

encontradas em todas as partes da planta, em concentrações variadas, sendo as folhas bem mais tóxicas que as raízes (Teles, 1995).

O HCN, ácido cianídrico, constitui-se num produto venenosíssimo que inibe a atividade das enzimas das cadeias respiratórias de seres vivos. Considera-se que a dose letal seja de aproximadamente 1,0mg de HCN por kg de peso vivo (Câmara *et al.*, 1982). Porém, a intoxicação aguda por cianogênicos derivados de raízes de mandioca é dificilmente observada e raramente reportada em trabalhos científicos. Na América Latina, afora os poucos casos reportados no Brasil, não há registro de intoxicação aguda por ingestão de mandioca. Acredita-se que isso se deva ao fato de somente o Brasil cultivar em larga escala as variedades tóxicas. Nos demais países latino-americanos, a grande produção é de macaxeira, assim conhecida a mandioca mansa, sendo as raízes vendidas para consumo *in natura* (Teles, 1995).

A concentração do princípio tóxico na planta de mandioca é variável em função do cultivar, condições ambientais, idade da planta e dos tratos culturais (BRUIJN, citado por Câmara *et al.*, 1982). Em função do teor de HCN apresentado, as mandiocas são classificadas quanto a toxicidade como mansas, com menos de 50 mg HCN/kg da raiz fresca sem casca e como venenosas, a partir de 100 mg de HCN/kg de raiz fresca sem casca (Coursey, citado por Câmara e Alavez *et al.* citado por Cereda *et al.*, 1990 a).

Os termos variedade e clone são normalmente usados como sinônimos de cultivar, entre agricultores e técnicos que trabalham com a cultura da mandioca. Na realidade existe uma grande diferença no significado destas palavras (KING, 1974 e POEHLMAN, 1971, citados por Silva, 1979), como pode ser visto a seguir:

Clone: grupo de células ou de organismos geneticamente idênticos, que descendem por mitose de um mesmo ancestral, ou grupo de plantas que se origina por propagação vegetativa de uma única planta.

Variedade: grupo de plantas que difere de outros membros da mesma espécie pela posse de alguns caracteres hereditários. Define-se também variedade como uma subdivisão da espécie, portanto, é um termo botânico.

Cultivar: é uma variedade de planta produzida por processo de melhoramento através de seleção. Toda variedade cultivada é chamada de cultivar.

No Brasil existem mais de mil cultivares de mandioca. Um mesmo cultivar de mandioca pode apresentar-se com nomes diferentes, de acordo com a região onde é cultivado. Não raro, observa-se o fato de cultivares distintos apresentarem-se com o mesmo nome em diferentes localidades (Silva, 1979).

Embora discutíveis, como critérios, a mandioca de mesa é, em geral, avaliada pelo conteúdo de cianeto total e pelo grau de cozimento (Cereda *et al.*, 1990 b). Segundo Pereira *et al.* (1985), para que a raiz da mandioca possa ser comercializada no mercado nacional de hortifrutícolas, deve apresentar características como tempo de cozimento pequeno, baixo teor de ácido cianídrico e baixa perecibilidade após a colheita.

Mesmo apresentando alto teor de ácido cianídrico, as mandiocas amargas ainda são as mais cultivadas em todo mundo, não somente por tradição ou razões culturais, mas também por serem mais produtivas e mais resistentes a ataques por insetos e microrganismos patogênicos (Pereira *et al.*, 1981).

As mandiocas de mesa, destinadas aos mercados hortifrutigranjeiros, são cultivadas geralmente com bom nível tecnológico. Os produtores utilizam poucas e selecionadas variedades, que permitem seu cultivo em grande escala e possuem características físicas e tecnológicas que atendem às exigências do mercado consumidor.

A variedade IAC 576.70 surgiu no estado de São Paulo na década de 70, expandindo-se em meados dos anos 80 para todo território nacional. Apresenta baixo teor de ácido cianídrico, alto teor de amido e de pigmentos carotenóides (pró vitamina A), que imprimem à polpa coloração creme quando crua e amarela quando cozida (Lorenzi *et al.*, 1989). Atualmente, aproximadamente 100% da mandioca de mesa de coloração amarela comercializada no estado de São Paulo, pertence a esta variedade (Grizotto, 2000).

Esta variedade é originária do cruzamento da SRT 797-Ouro do Vale com a variedade IAC 14-18, descendente da variedade Guaxupé, realizado em 1969. Durante as várias fases de seleção realizadas no Centro Experimental de Campinas e Estação Experimental de Pindamonhangaba, a IAC 576-70 mostrou-se superior a outras variedades em cultivo, pela sua produtividade, aspecto das raízes, qualidades culinárias e resistência à *Xanthomonas campestris* p.v. manihotis, agente causal da bacteriose em

mandiocas. Apresenta broto verde-arroxeados, hastes jovens verdes e maduras, hastes maduras cinza-esverdeadas, raízes com película suberosa de cor marrom, lisas e de forma predominantemente cilíndricas. Sua qualidade enquanto mandioca de mesa vem sendo avaliada e comprovada em estudos de pesquisa, conforme descrito a seguir.

Villela *et al.* (1985) avaliaram entre 1981 e 1984, quarenta clones de mandioca oriundos de diversos cruzamentos intervarietais. Os resultados obtidos permitiram a seleção de 13 clones mais promissores. Embora nenhum clone se destacasse significativamente quanto à produção de raízes, em relação às testemunhas SRT 59 – Branca de Santa Catarina, IAC 12-829 e IAC-Mantiqueira, o IAC – 576-70, evidenciou uma série de características favoráveis como mandioca de mesa. Assim, foi conduzido um novo experimento em 1983/1984, em Campinas, comparando-o com outras variedades, tendo como testemunha a SRT 454-Guaxupé. Neste experimento, o clone 576-70 apresentou uma série de vantagens agrônomicas e culinárias, em relação às tradicionais variedades de mesa em cultivo, tais como arquitetura da parte aérea, maior produtividade, razoável resistência de campo à bacteriose, bom aspecto das raízes, bom tempo de cozimento e cor amarela da polpa.

Com o objetivo de aumentar a segurança das recomendações em nível regional, atendendo às necessidades mais imediatas de tecnologia, dentro do Programa Cooperativo de Testes Regionais da Secretaria de Agricultura e Abastecimento, estudou-se o comportamento das principais variedades de mesa, em diversas regiões do Estado de São Paulo (Lorenzi *et al.*, 1990). As variedades avaliadas foram SRT-Guaxupé, IAC-Mantiqueira, IAC-Jaçanã, IAC 14-18, IAC 59-210 e IAC 576-70. Quanto à produção de raízes e ao tempo de cozimento culinário, a variedade IAC 576-70 mostrou-se, em média, mais produtiva que as outras variedades.

Lorenzi (1994), avaliou a qualidade culinária de raízes de diferentes variedades de mandioca através da duração do tempo de cozimento (DTC). Foram utilizadas as principais variedades de mandioca de mesa do Estado de São Paulo, a saber: IAC Mantiqueira, IAC 14-18, IAC Jaçanã, IAC 59-210 e IAC 576-70. Os resultados mostraram que a variedade IAC 576-70 apresentou a menor (DTC).

2.2. O cozimento das raízes

A qualidade de cozimento da raiz de mandioca é uma das razões que limitam seu consumo enquanto raiz fresca e cozida. Segundo Lorenzi *et al.*, (1986), o cozimento das raízes da mandioca varia para um mesmo cultivar de acordo com o tipo de solo e idade das plantas.

É nas células do tecido parenquimatoso do xilema das raízes tuberosas de mandioca que se acumula a quase totalidade de sua reserva amilácea. Nesse e nos demais tecidos vegetais, a lamela média é a membrana que entremeia todas as células, mantendo-as firmemente unidas umas às outras. Ela encerra, em proporções variáveis, principalmente celulose, pectina, ácido péctico e pectatos de cálcio e magnésio, cujo arranjo estrutural contribui para a rigidez natural desses tecidos (Normanha, 1988).

Para explicar, em parte, o cozimento pleno das raízes de mandioca admite-se, por hipótese, que o calor gerado pela temperatura de ebulição da água, em torno de 98°C, catalisa ou desencadeia o processo de precipitação do cálcio nas moléculas dos derivados pécticos, resultando, então, no rompimento das forças de união e no afrouxamento das células armazenadoras de amido como um todo, permitindo que deslizem ou rolem umas sobre as outras, ao se comprimir, amassar ou mastigar a polpa cozida. Entretanto, não apenas a temperatura da água em ebulição realiza este processo. O fenômeno do amolecimento da polpa das raízes ocorre em grau muito mais intenso, quando estas são submetidas ao processo de “pubagem”, que consiste na maceração das raízes inteiras em água à temperatura ambiente por alguns dias. Com base nessas considerações, Normanha (1988) sugere que o não cozimento das raízes de mandioca se deva principalmente a fatores que não permitem o rompimento completo das ligações entre as moléculas de derivados pécticos e a lamela média ligada às paredes primárias das células de amido e demais elementos no parênquima.

Lorenzi (1994) estudou a variação na qualidade culinária das raízes de mandioca utilizando as principais variedades de mesa do Estado de São Paulo, a saber: IAC Mantiqueira, IAC 14-18, IAC Jaçanã, IAC 59-210 e IAC 576-70 e concluiu que os fatores que interferem na duração do tempo de cozimento das raízes podem ser reunidos

em dois grupos: intrínsecos e extrínsecos. Os intrínsecos compreendem a variação dentro e entre raízes da mesma planta e entre plantas da mesma variedade. Os extrínsecos englobam a variação em função do genótipo, do ambiente e do estado fisiológico das plantas. A amplitude média de variação da duração do tempo de cozimento entre as raízes foi de 11, 10 e 27 minutos, respectivamente para plantas com 8, 12 e 15 meses de idade.

Outros autores, como Wheatley & Gomez (1985), citam que o tempo ótimo para cozimento das raízes de mandioca situa-se entre 15 e 25 minutos, considerando-se de baixa qualidade quando ultrapassa 30. Cereda *et al.* (1990 b) encontraram um tempo de cozimento de 13,5 minutos para a variedade Pioneira.

De acordo com Carvalho *et al.* (1995) o consumo de aipins ou mandiocas de mesa ainda é limitado pela carência de informações sobre genótipos com alta produtividade de raízes e que apresentem características agrônômicas e tecnológicas adequadas, como: baixo teor de fibras, cozimento rápido, presença de pedicelo nas raízes, boa qualidade de massa cozida e baixo teor de ácido cianídrico, além de cor rósea da casca sem película externa. Assim sendo, até o presente momento não foi especificado uma medida quantitativa para determinar a qualidade de cozimento das raízes.

Segundo Balagopalan *et al.* (1988), uma medida física pode ser obtida pela determinação do aumento do peso e volume durante o cozimento, pois as variedades que cozinham bem aumentam entre 5 a 10% de seu peso e volume durante o cozimento, enquanto as que não cozinham bem, perdem em torno de 30% de seu peso e volume, pois não ocorre absorção de água durante o cozimento. Por esta razão, o processo de cozimento da mandioca foi identificado como uma expansão dos grânulos de amido por utilização da água presente na composição da raiz, quando houver suprimento de calor.

Embola & Bokanga (1995) avaliaram, a qualidade de cozimento, de diferentes variedades de mandioca colhidas após nove e doze meses de plantio. Nas amostras de mandioca cozida foram realizados testes sensoriais. Nas correspondentes amostras de farinha e amido foram determinados os teores de matéria seca, amilose, açúcares livres, o viscoamilograma e a viscosidade da pasta fria. Os resultados

mostraram que as variedades farináceas quando comparadas com as vítreas, tem alto teor de matéria seca e amilose e menor teor de açúcares livres e que o viscoamilograma e a viscosidade da pasta fria das amostras de farinha de mandioca podem ser utilizados para distinguir estas duas características.

2.3. Principais formas de aproveitamento industrial da mandioca

A alta perecibilidade da raiz associada à dificuldade de cozimento, faz com que o maior consumo de mandioca seja na forma de derivados desidratados, fermentados ou não, tais como farinhas e féculas. Neste sentido, existe uma grande variedade de tipos de produtos obtidos através dos mais diversos processos. Trata-se de produtos desenvolvidos pelas populações nativas das regiões tropicais que, além de os processarem, também os consomem. São exemplos destes produtos: o “gari”, que consiste em um tipo de farinha obtido através da fermentação e desidratação da polpa da raiz de mandioca, à qual é também adicionado óleo de palma, para evitar o escurecimento, sendo o mais importante componente da dieta em Ghana, Nigéria, Guiné e Togo, onde é consumido com côco, temperos ou sopas; o “attieke”, que é também um produto fermentado, típico da Costa do Marfim, tem gosto azedo e é consumido com leite, carne ou vegetais (Balagopalan *et al.*, 1988).

No Brasil, a fabricação de farinha ocorre em todos os estados e constitui provavelmente a forma mais ampla de aproveitamento industrial da mandioca. A farinha, entretanto, não é um produto de valor ponderável, como produto de exportação, sobretudo pela falta de uniformidade, devida principalmente, à fabricação de natureza familiar e artesanal (Câmara *et al.*, 1982). A legislação brasileira, através da portaria nº554 de 30 de agosto de 1995 (Secretaria da Agricultura, do Abastecimento e Reforma Agrária, 1995), define a farinha de mandioca como sendo o “produto obtido das raízes provenientes de plantas da família Euforbiaceae, gênero *Manihot*, submetida a processo adequado de fabricação e beneficiamento”. Em termos de características físicas e químicas, deve apresentar 13% de umidade p/p máximo, acidez a 3,0 ml de soluto alcalino normal/100g, amido 70%p/p mínimo, 1,5% de resíduo mineral fixo.

A farinha de mandioca é considerada o principal produto processado a partir da mandioca, absorvendo cerca de 70 a 80% da produção da raiz (Chuzel *et al.*, 1995). Grande parte desta produção é destinada ao mercado interno (Lima, 1982). Tradicionalmente, paga-se muito mais pelo produto no mercado interno do que no externo, devido à estabilidade dos preços de produtos considerados de subsistência. Por outro lado, a inexpressiva exportação brasileira de farinha de mandioca não depende somente do preço, visto que sua aceitação no mercado externo não se compara ao do mercado interno, por se tratar de um produto tipicamente brasileiro (Grizotto, 2000).

Com o objetivo de encontrar outras formas para a utilização da farinha de mandioca visando o aumento do consumo e à implementação do setor, vários trabalhos de pesquisa foram desenvolvidos no Brasil e em outras regiões do mundo.

Pizzinato & Vitti, (1975) testaram o comportamento da farinha de raspa de mandioca comum e pré-gelatinizada, associada a farinhas de soja e trigo no preparo de pães e de biscoitos. Os resultados mostraram que a farinha de raspa de mandioca pode ser adicionada até 15% para pães e 20% para biscoitos, desde que se adicionem aditivos como o ácido ascórbico e o estearil-2-lactil-lactato. Os resultados mostraram que os produtos de panificação podem ser preparados sem mostrar grandes alterações em suas características físicas e sensoriais e que a farinha de raspa de mandioca pré-gelatinizada, quando comparada à farinha de raspa comum, comporta-se melhor em pão do que em biscoitos.

Estes mesmos autores estudaram a melhoria do processamento da raspa de mandioca e a utilização deste material no preparo de pão. Foram testadas duas técnicas de processamento, sendo uma padrão e outra com variação nos pedaços de raspa. Verificou-se que, quando o tamanho dos pedaços é diminuído, reduz-se significativamente o tempo de processamento e obtém-se um produto de qualidade superior. Essas raspas, quando utilizadas no preparo de farinha empregada na panificação, propiciaram a obtenção de pão de qualidade superior àquele em que se adicionou a farinha de raspa de mandioca comum ou padrão (Pizzinato & Vitti, 1975).

Leitão, Vitti e Mori (1977) estudaram o comportamento de dois tipos de farinha mista no preparo de pastas alimentícias, sendo um composto de uma mistura de

farinha de milho e mandioca pré-gelatinizada, soja e semolina de trigo e o outro, uma mistura de farinha de milho e mandioca não pré-gelatinizada, soja e semolina de trigo. Os autores concluíram que ambos os macarrões, de maneira geral, comportaram-se bem, porém, a pré-gelatinização acarretou melhor absorção de água, eliminando parte do sabor e aroma, e forneceu um produto com melhores características de aspecto, uniformidade e aceitação.

Eggleston *et al.* (1993) compararam amostras de pães processados com farinha de trigo e com farinhas mistas de trigo e mandioca, utilizando nove diferentes clones de mandioca. Nas farinhas mistas foram avaliadas propriedades físico-químicas como qualidade do amido, reologia da massa, volume do pão e características do miolo. Os resultados mostraram que a atividade diastática da farinha de mandioca afetou a qualidade dos pães, principalmente quando sua adição à farinha de trigo foi superior a 30%.

Atualmente, é pequeno o interesse industrial e científico pelo aprimoramento da tecnologia de produção da farinha de mandioca, assim como pela criação de novas alternativas para seu uso é pequeno, provavelmente por se tratar de um produto tipicamente brasileiro, com um vasto e muito pouco exigente mercado interno.

A farinha de mandioca é também utilizada na Malásia, Indonésia e alguns países da África, para produção de "chips" ou "snacks". Neste caso, as raízes de mandioca fresca são descascadas, lavadas, cortadas em fatias, submetidas à secagem e moídas. A farinha obtida é misturada com água e sal (NaCl), formando um cilindro de massa, que é cozido à vapor, cortado em fatias, que são submetidas a secagem e estocadas para serem fritas em óleo vegetal, antes de serem consumidas. As características de qualidade deste tipo de produto dependem da variedade de mandioca utilizada como matéria-prima. O gosto e a cor são influenciados pelo teor de sólidos solúveis e a textura é influenciada pela viscosidade da massa que, por sua vez, depende da capacidade de absorção de água dos grânulos de amido presentes na farinha de mandioca utilizada na fabricação dos "chips" (Almazan, 1988).

No Brasil, além da produção de farinha, a raiz é transformada em um outro produto amiláceo denominado fécula ou polvilho, que pode ser doce ou azedo.

Independente do tamanho ou tipo de indústria, a extração da fécula ou polvilho doce inclui as seguintes etapas: colheita, recepção da raízes, lavagem e descascamento, desintegração, extração do amido, purificação, secagem e acondicionamento. Para a obtenção do polvilho azedo, a suspensão de amido é submetida a fermentação, que provoca a acidificação do produto. Cada um destes produtos apresenta características peculiares e sua utilização está diretamente ligada a elas (Ciacco & Cruz, [198-]). A indústria de polvilho azedo tem testado a substituição da etapa da fermentação pelo uso de enzimas e de hidrólise ácida, conforme descrito por Camargo *et al.* (1988) e Plata-Oliviedo (1991).

2.4. A utilização do congelamento como método de conservação de produtos derivados de mandioca

Em se tratando do desenvolvimento de novos produtos com enfoque para o mercado de produtos prontos para consumo, o congelamento vem se constituindo, desde os anos setenta, na principal alternativa utilizada pela indústria. São produtos que atendam, ou excedam as expectativas dos consumidores, onde os atributos qualitativos oferecidos sejam determinantes para decisão da aquisição, deixando os aspectos econômicos em plano secundário.

A utilização do congelamento como método de conservação para produtos derivados de mandioca, já cortada e descascada foi descrita por Paschoalino *et al.*, 1980. Neste estudo, foram avaliadas variedades de mandioca de polpa branca e amarela quanto a sua aptidão ao congelamento. Dentre as variedades estudadas, a IAC 289-70 destacou-se , mostrando-se superior às demais em textura e cor, sendo considerada a mais apropriada para este tipo de processo.

Cereda *et al.* (1990 b) estudaram as características culinárias da variedade de mandioca Pioneira através do processamento da raiz da mandioca em forma de "french fries". Foram abordados o rendimento obtido no processamento, a segurança quanto à remoção de cianeto, possibilidade de armazenamento congelado e as vantagens que este tipo de processo pode oferecer. Os toletes de polpa de mandioca foram

submetidos ao branqueamento, fritura direta, branqueamento e fritura, cozimento e fritura. Foram realizadas análises de umidade, teor de cianeto e avaliação sensorial. Os resultados mostraram que a elaboração da polpa de mandioca na forma de toletes regulares, principalmente congelados, constitui-se em processamento adequado quando se pretende alcançar o mercado constituído pelos grandes centros de consumo. O branqueamento prévio ao congelamento foi considerado aconselhável por melhorar o sabor do produto congelado, mas principalmente por reduzir o teor de cianeto. O armazenamento dos toletes de polpa de mandioca sob congelamento por 60 dias, além de não interferir no sabor, cor, mastigabilidade e aparência geral, removeu parte do cianeto e conferiu maior maciez ao produto.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATÉRIA-PRIMA

Neste estudo foram utilizadas raízes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) da variedade IAC 576-70, fornecidas pelo Centro de Raízes e Tubérculos do Instituto Agronômico de Campinas – IAC. As raízes foram cultivadas em solo do tipo lactossolo roxo, fase distrófica, com baixo teor de saturação de nutrientes, caracterizando solo de média fertilidade.

As raízes foram colhidas oito meses após o plantio. Neste período, as raízes apresentam-se geralmente enxutas, ricas em amido, com baixo teor de fibras e melhor qualidade culinária (Câmara *et al.*, 1982).

O processamento das raízes ocorreu em um prazo máximo de 48 h após a colheita.

3.2. CARACTERIZAÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

Para caracterização da matéria-prima foi retirada, ao acaso, uma amostra de aproximadamente 5kg do lote em estudo e, nesse material, foram efetuadas as análises a seguir citadas. Todas as determinações foram conduzidas em duplicatas.

- Umidade: calculada por diferença entre o numeral 100 e o teor percentual sólidos totais;
- Sólidos Totais: determinados por dessecação em estufa à vácuo (25 mm Hg), em temperatura de 70°C, durante 6 horas, até peso constante, de acordo com o Método N°4.5 do Instituto Adolfo Lutz (1985). Resultados expressos em g de sólidos totais/100g de amostra.

- Amido: determinado por rotação óptica, segundo o método de Ewers modificado por Hardorn e Doewelaar, descrito por Diemair (1963). Resultados expressos em g de amido / 100g de amostra;
- Açúcares Totais e Redutores: determinados por redução de íons de cobre bivalente, em meio básico, pelos açúcares redutores, segundo o método de Munson & Walker, descrito pela A.O.A.C. (1990), com resultados expressos em g de açúcar / 100g de amostra;
- Proteína Bruta: determinada por digestão ácida do alimento em presença de catalisadores, formação de amônia, destilação desta em meio básico e titulação com solução padrão de ácido, segundo o método 46-12 descrito pela A.A.C.C. (1990), com resultados expressos em g de proteína/ 100g de amostra;
- Lipídeos Totais: determinados por hidrólise, segundo descrito por Cunnif, em A.O.A.C.(1998), com resultados expressos em g de lipídeos/100g de amostra;
- Cinzas: calculadas após calcinação da amostra em mufla a 550°C, até peso constante, conforme método 08-01 da A.A.C.C. (1995), com resultados expressos em g de cinzas/100g de amostra;
- Fibra: determinadas pelo método de Scharrer & Kürschner descrito por Diemair (1963). Resultados expressos em g de fibra / 100g de amostra.
- pH: determinado por método potenciométrico, segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985);
- Acidez: determinada por titulação com solução padronizada de NaOH 1N, segundo metodologia de N°9.119 da A.O. A.C. (1990).

3.3. PROCESSAMENTO

Para obtenção dos produtos finais, a matéria-prima, raízes de mandioca *in natura*, foi submetida a processamentos distintos, conforme descrição a seguir.

3.3.1. Obtenção dos palitos estruturados a partir da polpa de mandioca cozida

De acordo com o Fluxograma da Figura 1, para obtenção dos palitos a partir da polpa de mandioca, foram desenvolvidas as seguintes etapas:

- Matéria-prima: raízes de mandioca;
- Lavagem: em água corrente para remoção da terra e demais sujidades aderidas à superfície do produto;
- Primeiro corte: manual, com facas de aço inoxidável, compreendendo o corte transversal das raízes em cilindros de tamanho uniforme;
- Descascamento: manual, com facas de aço inoxidável;
- Seleção: para descarte de pedaços que não atenderam as especificações de tamanho e/ou apresentaram manchas e podridões;
- Cozimento: em tacho aberto, provido de camisa de vapor, com água à ebulição, por três diferentes períodos de tempo, 25, 37 e 45 minutos com o objetivo de avaliar a influência do tempo de cozimento sobre as características de textura da massa formada pela polpa de mandioca recém cozida;
- Resfriamento: exposição da mandioca à temperatura ambiente;
- Retirada dos feixes de fibras centrais: realizada manualmente com o auxílio de facas inoxidáveis. O excesso de fibras prejudicaria a textura dos palitos;
- Obtenção da polpa: obtida em equipamento tipo "cutter", marca Kramer & Grabe, tipo VS M – 65, operando à pressão atmosférica, com a bacia girando a 10rpm e as facas a 190rpm, a fim de promover a desintegração da mandioca em partículas de 2 mm de espessura em um período de tempo de 2,5 minutos. A utilização de "cutter" para obtenção da massa foi determinada nos testes preliminares, após terem sido testados equipamentos que operam sob outros princípios de funcionamento, como os moedores de rosca sem fim, que esmagavam a raiz da mandioca, formando uma massa muito compacta e não adequada para a elaboração dos palitos. Esta compactação dificultava a

estruturação dos palitos e a saída do vapor de água durante a fritura do produto. Com o decorrer do processo de fritura ocorre a desidratação e o enrijecimento da camada superficial do produto, impedindo a expulsão do vapor de água, que, com o aumento da pressão interna, provocava o estouro integral do palito. Já a presença de partículas na massa, devido ao uso do "cutter", propicia a formação de canais, que facilitam a expulsão do vapor de água, evitando o problema;

- **Formulação:** foi realizada em misturador de massa, com adição de 3% de óleo de milho (p/p) e 1, 2 e 3% de NaCl (p/p). O óleo de milho, por conferir maior plasticidade a massa, facilitou a formatação dos palitos. Foram também processados palitos sem adição de sal;
- **Formatação:** em palitos com diâmetro de 12mm e comprimento de aproximadamente 100mm. Foi utilizada uma embutideira, marca Rohwer Tipo S0 30, hidráulica e semi-manual;
- **Pré-Fritura:** foi realizada em óleo de soja a 180°C por período de tempo correspondentes a 1,5 minutos;
- **Congelamento rápido individual** (I.Q.F. - Individual Quick Freezing) em túnel de congelamento operando a -30°C, por um período de tempo suficiente para que a temperatura do centro geométrico dos palitos atingisse -18°C;
- **Acondicionamento:** em sacos de polietileno de baixa densidade com capacidade para 500g;
- **Armazenamento:** em câmara fria, a -20°C, por um período de seis meses.

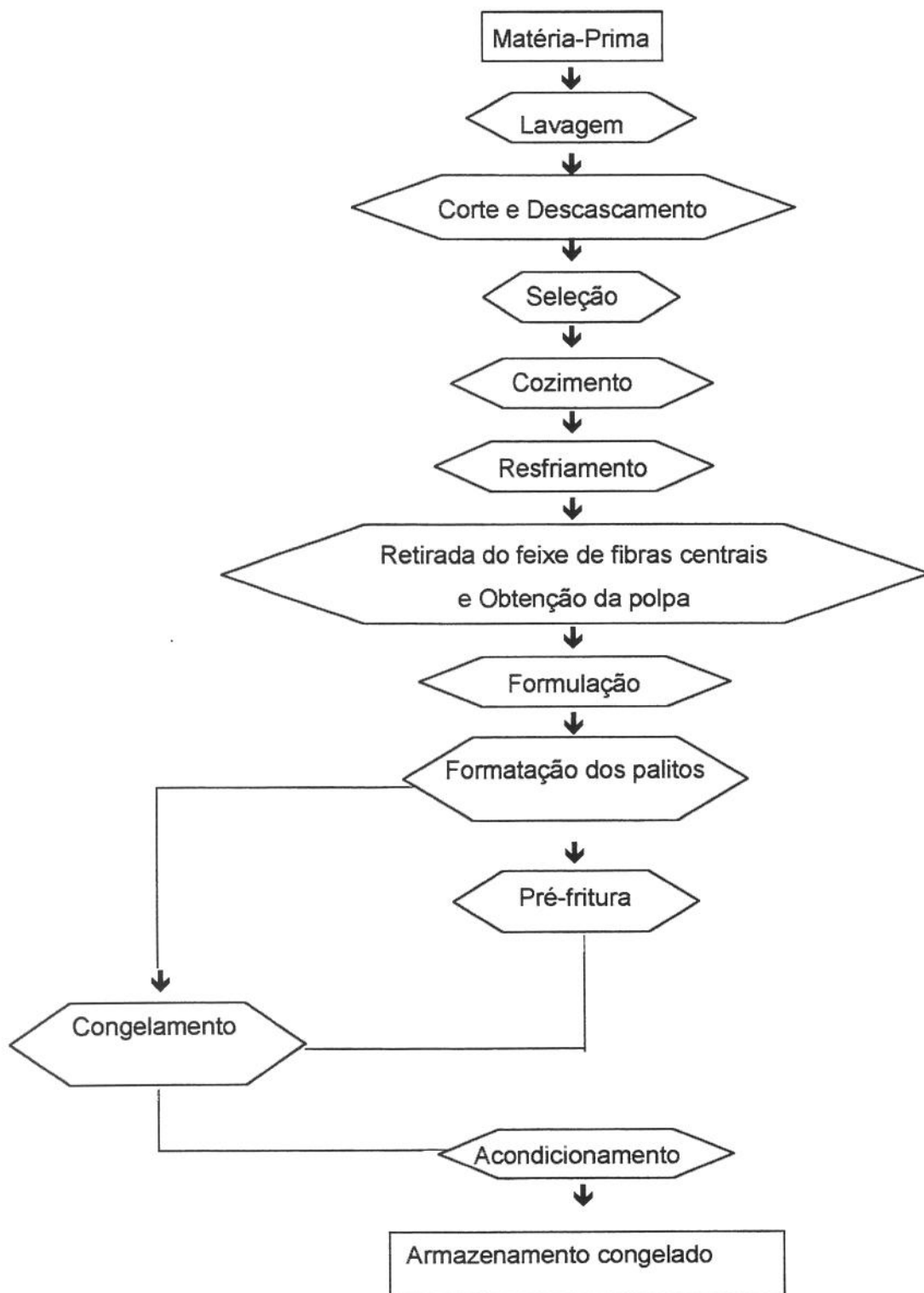


FIGURA 1. Fluxograma do processamento de palitos de polpa de mandioca.

3.3.2. Obtenção da farinha de mandioca

As operações que foram desenvolvidas no processamento da farinha de mandioca estão indicados na Figura 2.

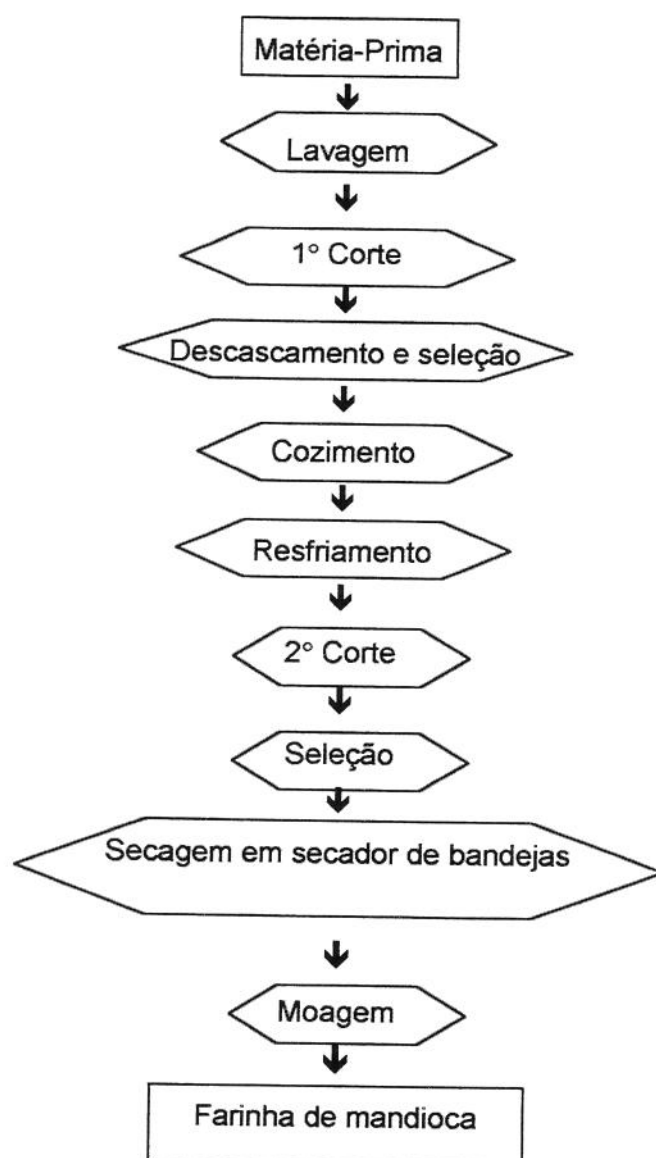


FIGURA 2. Fluxograma do processamento de farinha de mandioca.

De acordo com o Fluxograma da Figura 2, para obtenção da farinha de mandioca a partir de mandioca *in natura*, foram desenvolvidas as seguintes etapas:

- Matéria-prima: mandioca colhida em período de tempo máximo de 48 horas;
- Lavagem: em água corrente para remoção da terra e demais sujidades aderidas à superfície do produto;
- Primeiro corte: manual, com facas de aço inoxidável, compreendendo o corte transversal das raízes em cilindros de tamanho uniforme;
- Descascamento: manual, com facas de aço inoxidável;
- Seleção: para descarte de pedaços que não apresentarem tamanho adequado e/ou apresentarem manchas e podridões;
- Cozimento: em água à ebulição, durante três diferentes períodos de tempo, 27, 37 e 45 minutos, para promover o cozimento da raiz e consequentemente, a gelatinização do amido presente. A elaboração da farinha pré-gelatinizada teve por objetivo reproduzir, a partir de sua reidratação, uma massa que apresentasse características de textura e sensoriais similares às da massa elaborada com a polpa de mandioca recém-cozida;
- Segundo corte em fatias: manual, com facas de aço inoxidável;
- Resfriamento: exposição da mandioca à temperatura ambiente;
- Secagem das fatias: em secador de bandeja, com circulação de ar forçada, a temperatura de 60°C, até a umidade final de 5,0% (valor estimativo), calculada à partir da seguinte equação (Aguirre, 1997):

$$X = \frac{Pi(Ui - Uf)}{100 - Uf}$$

Onde:

X= Quantidade de água a ser retirada da mandioca cozida.

Pi= Peso inicial da mandioca cozida.

Ui= Umidade inicial da mandioca cozida.

Uf= Umidade final da mandioca cozida e seca.

Pf= Peso final da mandioca cozida e seca.

Sendo:

$$Pf = Pi - X$$

- Moagem: em moinho de martelos, utilizando duas peneiras com aberturas diferentes, sendo uma com 1,5mm (farinha fina) e 12,7mm (farinha grossa). A utilização de peneiras

com duas aberturas teve por objetivo obter partículas de diferentes tamanhos visando obter textura adequada no produto final.

3.3.3. Obtenção dos palitos a partir da farinha de mandioca

As operações que foram desenvolvidas no processamento dos palitos de mandioca congelados estão indicadas na Figura 3.

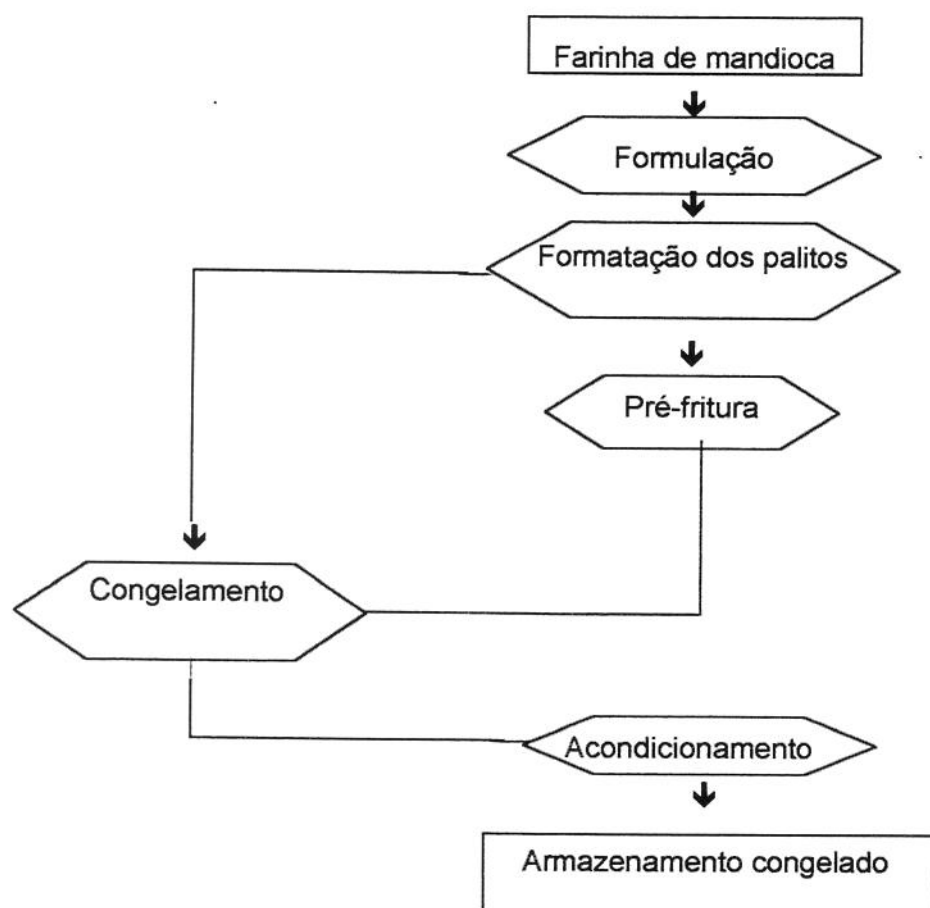


FIGURA 3. Fluxograma do processamento dos palitos de farinha de mandioca.

As Figuras 4, 5, e 6 ilustram as diversas etapas do processamento dos palitos de polpa de mandioca pré-fritos congelados.



a- mandioca crua



b- cozimento



c- mandioca cozida



d- retirada do feixe de fibras

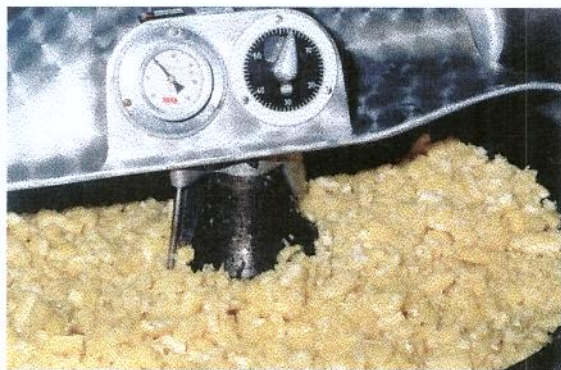


e- preparo da polpa (cutter)

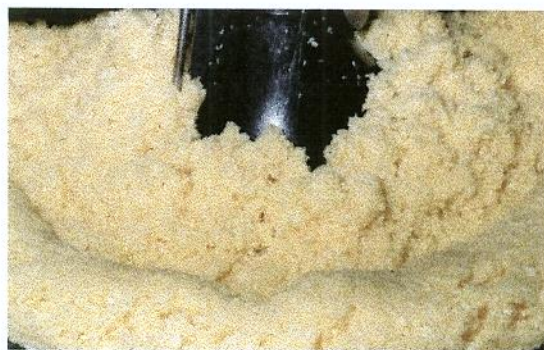


f- preparo da polpa (cutter)

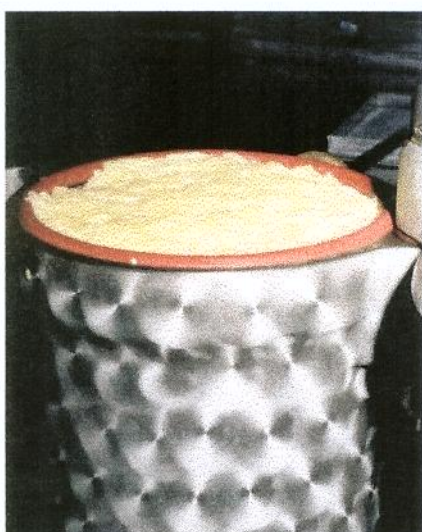
Figura 4. Operações envolvidas no processamento dos palitos de polpa de mandioca.



a- preparo da polpa (cutter)



b- polpa de mandioca



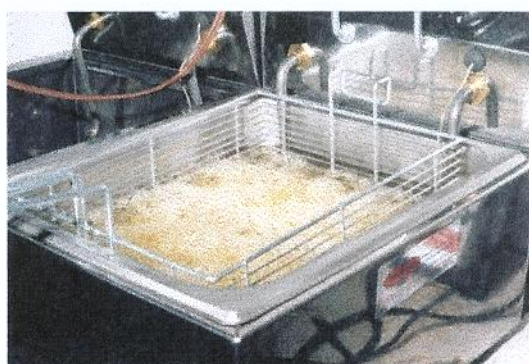
c- formação dos palitos



d- formação dos palitos



e- pré fritura dos palitos



f- pré fritura dos palitos

Figura 5. Operações envolvidas no processamento dos palitos de polpa de mandioca.

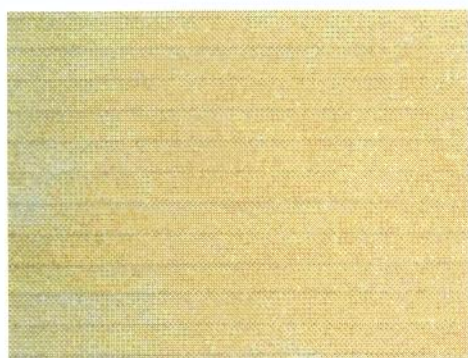
As Figuras 7 e 8 ilustram o processamento dos palitos de farinha de mandioca pré-fritos congelados.



a- moagem



b- farinha grossa



c- farinha fina



d- reidratação da farinha

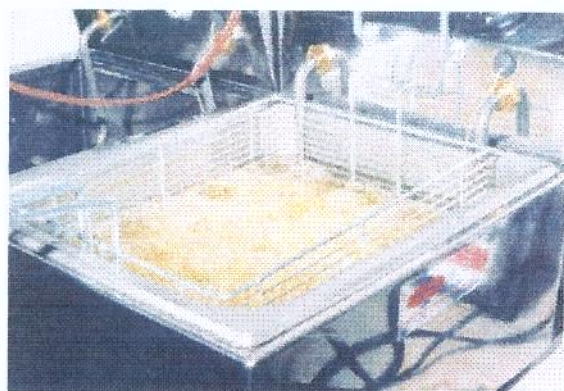


e- preparo da massa



f- fabricação dos palitos

Figura 7. Operações envolvidas no processamento dos palitos de farinha de mandioca



a- pré fritura



b- IQF



c- congelamento



d- palitos congelados

Figura 8. Operações envolvidas no processamento dos palitos de farinha de mandioca

3.4. CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE MANDIOCA

3.4.1. Análises Físicas e químicas

- Granulometria: determinada em amostras de 100g de farinha submetidas à moagem em moinho de martelos, marca Treu, com peneiras de 1,5mm e 12,7mm, utilizando-se máquina vibratória “Produtest” modelo T, com tempo de vibração de 10 minutos e reostato 8, conforme método 965.22, descrito em A.O.A.C. (1990).

Para realização das demais análises de caracterização da farinha de mandioca foi retirada, ao acaso, uma amostra de 1kg do lote em estudo, contendo uma mistura com 30% de farinha grossa e 70% de farinha fina, e, nesse material, foram efetuadas as análises descritas a seguir. Todas as determinações descritas a seguir foram conduzidas em duplicatas.

- Umidade: determinada através da evaporação da água presente na amostra e pesagem do resíduo não volatilizado, seguindo normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985), com resultados expressos em g de água / 100g da amostra;

- Amido: determinados por rotação óptica, segundo o método de Ewers modificado por Hardorn e Doewelaar, descrito por Diemair (1963), com resultados expressos em g de amido / 100g de amostra;

- Açúcares Totais e Redutores: determinado por redução de íons de cobre bivalente, em meio básico, pelos açúcares redutores, segundo o método de Munson & Walker, descrito pela A.O.A.C.(1990), com resultados expressos em g de açúcar / 100g de amostra;

- Acidez: determinada através de titulação potenciométrica, com solução padronizada de álcali, utilizando fenolftaleína como indicador do ponto final (8,1) da titulação, segundo o método de HELRICH citado em A.O.A.C. (1998), com resultados expressos em ml NaOH 1N / 100g;

- pH: determinado segundo normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985), com resultados expressos na unidade de pH acompanhada de décimos, de acordo com a escala do potenciômetro;
- Cinza: determinada através da perda de peso que ocorre quando o produto é incinerado a 525°C, com destruição da matéria orgânica, sem apreciável decomposição dos constituintes do resíduo mineral ou perda por volatilização, segundo o método de HELRICH citado em A.O.A.C. (1998), com resultados expressos em g de cinzas / 100g de amostra;
- Proteína: determinada através de digestão ácida do alimento em presença de catalisadores, formação de amônia, destilação desta em meio básico e titulação com solução-padrão de ácido, segundo o método 46-12 da A.O.A.C.(1990), com resultados expressos em g de proteínas / 100g de amostra;
- Lipídeos Totais: determinados pelo teor de substâncias solúveis em éter etílico, após destruição de proteínas, carboidratos e outros componentes com ácido clorídrico, segundo o método de HELRICH A.O.A.C. (1998), com resultados expressos em g de lipídeos / 100g de amostra;
- Fibra: através da determinação do teor de fibras como carboidratos não hidrolisáveis com ácidos, segundo o método de Scharrer & Kurschner descrito por Diemair (1963), com resultados expressos em g de fibras / 100g de amostra.

3.5. AVALIAÇÃO DA TEXTURA E VISCOSIDADE DAS MASSAS DE POLPA E DE FARINHA DE MANDIOCA

3. 5. 1. Análises físicas

Para estas determinações, as amostras das massas foram retiradas durante o processamento dos palitos de polpa e de farinha de mandioca conforme os Fluxogramas constantes das Figuras 1 e 3. A mandioca utilizada no preparo destas massas foi submetida a 27, 37 e 45 minutos de cozimento em água em ebulição.

• Perfil de Textura: foi determinado em texturômetro TAX-T2, marca SMS, operando com o software Texture Expert, modo força/compressão, opção TPA, velocidade de pré-teste de 5,0mm/s, velocidade de teste de 3,0mm/s e velocidade de pós-teste de 5,0mm/s. Utilizou-se uma cápsula de alumínio, com capacidade para 50ml e dimensões internas de 50,0mm de diâmetro X 25,6mm de altura, onde a amostra foi acomodada e submetida ao teste com uso de probe de acrílico P25/L, com 25mm de diâmetro. Neste ensaio foram determinados os seguintes parâmetros (Anjos, 2000):

- Adesividade: força que se opõe a separação de dois corpos sólidos em contato;
- Elasticidade: propriedade de um material recuperar a sua forma e dimensões originais, parcial ou totalmente, após cessar a ação da tensão aplicada;
- Coesividade: atração entre moléculas ou partículas que formam um material;
- Mastigabilidade: energia requerida para desintegrar um produto alimentício sólido a um estado suficiente para deglutição.

A Figura 9 apresenta a curva típica da determinação da Análise de Perfil de Textura (TPA). Os parâmetros do perfil de textura são obtidos através da análise da curva representativa do alimento.

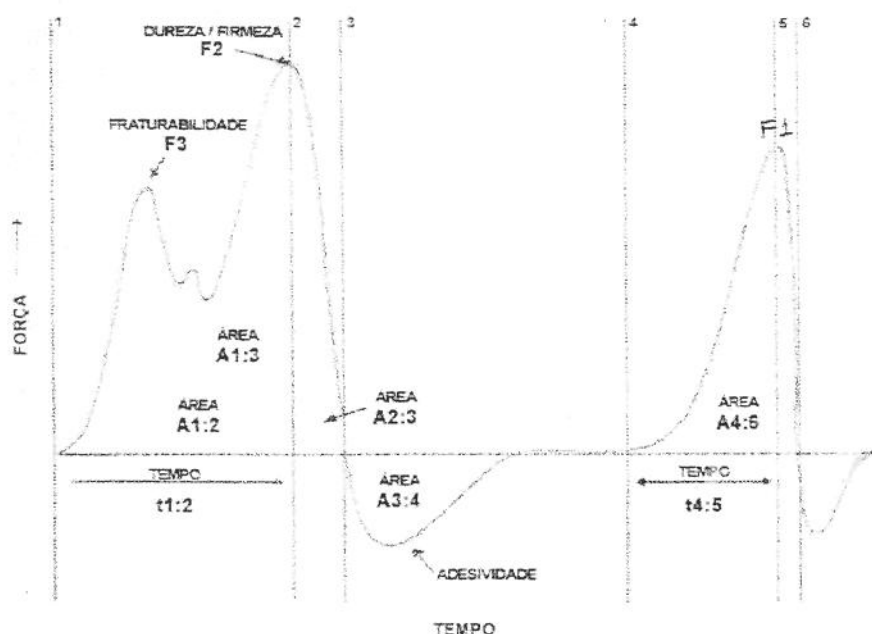


Figura 9. Curva típica da determinação da Análise do Perfil de Textura (TPA)

Os resultados obtidos foram avaliados através de Análise de Variância – ANOVA e Teste de Tukey (diferença entre as médias) (Bender, Douglas & Kramer, 1982).

- **Viscoamilograma:** foi determinado em viscoamilógrafo marca Brabender, modelo Visco/Amylo/Grapf Type VA – 1. O aparelho foi operado a 75rpm, sendo utilizado cabeçote de 350gf.cm de sensibilidade. A farinha de mandioca foi dissolvida na proporção de 12,0% de farinha e 88,0% de água destilada e a mandioca cozida na proporção de 37,25% de polpa cozida e 62,75% de água destilada. Os testes foram iniciados a 30°C, com a temperatura subindo 1,5°C/min até temperatura de 95°C. A pasta formada permaneceu sob agitação por 20min e depois foi resfriada, diminuindo 1,5°C/min, até temperatura de 50°C. Os resultados foram expressos em UA – unidades amilográficas.

3. 5. 2. Análises Sensoriais

Para avaliar o efeito do tempo de cozimento sobre as características sensoriais dos palitos de polpa de mandioca submetida a três diferentes tempos de cozimento, 27, 37 e 45 minutos, os atributos de cor, crocância, umidade, maciez, sabor de polpa de mandioca, sabor doce, sabor amargo foram avaliados por meio de escalas horizontais, não estruturadas e com 9cm de comprimento. Os palitos, após terem sido submetidos à fritura em gordura vegetal hydrogenada, foram servidos aos provadores em pratos plásticos brancos. Foi utilizada uma equipe de 14 provadores. Os resultados foram analisados através de análise de variância ANOVA(Teste F) e teste de Tukey.

3.6. AVALIAÇÃO DO PRODUTO FINAL

Os produtos finais, obtidos através dos processos anteriormente descritos foram avaliados por meio de análises químicas, físicas e sensoriais conforme descrito a seguir.

3.6.1. Avaliação do efeito do congelamento e da pré-fritura + congelamento sobre a qualidade dos palitos de polpa de mandioca cozida e de farinha de mandioca

As amostras de palitos de polpa e de farinha de mandioca frescos, congelados e pré-fritos congelados foram, processadas conforme os fluxogramas

constantes das Figuras 1 e 3. Para a avaliação final, estes produtos foram submetidos à fritura final em cestos de aço inoxidável mergulhados em gordura vegetal hidrogenada aquecida por resistência elétrica. Foi mantida a relação de uma parte de produto fresco ou congelado para 20 partes de gordura, para que a temperatura se mantivesse praticamente estável, a 180°C, durante a fritura. Neste ensaio, os tempos de pré-fritura e de fritura final foram previamente fixados em 4,0 minutos, tendo-se como referência os parâmetros utilizados para batatas pré-fritas congeladas, conforme descrito por Paschoalino (1983). Assim sendo, os palitos frescos e apenas congelados foram submetidos à fritura por um período de 4,0 minutos e os palitos pré-fritos e congelados foram submetidos a fritura de 1,5 minutos antes de serem congelados e a 2,5 minutos de fritura final, totalizando 4,0 minutos.

As características de transferência de calor foram obtidas com o auxílio de termopares de ferro e constantan acoplados com agulha, a qual era introduzida no centro geométrico dos palitos de polpa e de farinha de mandioca. Um termômetro digital foi utilizado para a leitura da temperatura nos diferentes pontos no interior do túnel de congelamento. Os resultados foram expressos através das curvas de congelamento dos palitos de polpa e de farinha de mandioca.

As características de transferência de massa nas etapas de preparo da matéria-prima para processamento dos palitos de polpa e de farinha de mandioca foram tomadas através da pesagem dos produtos antes e após cada uma das operações integrantes do processamento. Os resultados foram expressos em porcentagem (m/m) sobre a matéria-prima.

3.6.1.1. Análises químicas e físico-químicas em palitos de polpa de mandioca cozida e de farinha de mandioca

Para caracterização dos produtos finais foi retirada, ao acaso, uma amostra de 1kg do lote em estudo e nesse material foram efetuadas as análises citadas a seguir. Todas as determinações foram conduzidas em duplicatas.

- Umidade: conforme descrito no item 3.4.1.

- Lipídeos Totais: conforme descrito no item 3.4.1.
- Açúcares Totais e Redutores: conforme descrito no item 3.4.1.
- Acidez: conforme descrito no item 3.4.1.
- pH: conforme descrito no item 3.4.1.
- Ácidos Graxos Livres: foram determinados pela titulação dos ácidos graxos livres presentes na amostra com solução padrão de álcali, usando como indicador a fenolftaleína, segundo método CA 5 A-40 da A .O.C.S.(1998);
- Índice de Peróxidos: foi determinado através do teor de substâncias, em termos de miliequivalentes de peróxido por 1000g da amostra, que oxidam o iodeto de potássio nas condições do teste, segundo método CD 8-53 da A .O.C.S.(1998).

3.6.1.2. Análises físicas em palitos de polpa de mandioca cozida e de farinha de mandioca

Foram determinadas, objetivamente, a cor e a textura dos palitos frescos, congelados e pré-fritos congelados, após o preparo final para consumo.

- Cor: determinada em equipamento Color Eye, marca Macbeth, operando com o software COMCOR 1500 PLUS, iluminante D, 10 graus de observação, com área reduzida de observação. O equipamento foi calibrado com placa de vidro padrão. Os palitos foram dispostos horizontalmente sobre a área de observação. Foram determinados os parâmetros L* (Luminosidade), a*(vermelho) e b*(amarelo). As determinações foram efetuadas com um mínimo de três repetições.
- Textura: foi avaliada por meio da determinação de resistência ao corte em texturômetro TAX-T2, marca SMS, operando com o software *Texture Expert*, com modo e operação de força compressão, opção *return to start*, velocidade de pré-teste 10,0mm/s, velocidade de teste 2,0mm/s e velocidade de pós – teste 10,0mm/s. Utilizou-se um corpo de prova

(probe), *blade set with knife*, com distância de penetração na amostra de 20mm. As amostras foram colocadas na célula de teste em camada única, sendo utilizados 3 palitos para preenchimento da área. As determinações foram efetuadas com 3 repetições, em amostras tomadas aleatoriamente dos lotes de produto final, aos tempos de 3, 6 e 9 minutos após a fritura final, para se verificar o comportamento da textura dos palitos com o resfriamento.

3.6.1.3. Análises sensoriais em palitos de polpa de mandioca cozida e de farinha de mandioca

Todos os testes sensoriais envolvidos neste trabalho de pesquisa foram conduzidos no laboratório de análises sensoriais LAFISE/ITAL, em cabines individuais apropriadas, dotadas de cuspideira com água corrente, em ambiente livre de odores e ruídos.

- Teste Triangular:

Para verificar a existência de diferenças sensoriais entre amostras obtidas com congelamento direto e àquelas submetidas a pré-fritura + congelamento, tanto para os palitos de polpa quanto de farinha de mandioca, aplicou-se um teste triangular segundo a técnica de escolha forçada (ISO, 1983).

Foi utilizada uma equipe de 17 provadores selecionados quanto à acuidade sensorial neste tipo de avaliação. A Figura 10 mostra o modelo de ficha utilizada neste teste.

As amostras foram preparadas conforme descrito no item 3.6.1., servidas em pratos plásticos brancos codificados com números casualizados de três dígitos e apresentadas aos julgadores em grupos de três, segundo um delineamento de blocos completos casualizados, sendo duas iguais e uma diferente. Foi solicitado ao julgador que identificasse a amostra diferente.

Os resultados foram avaliados através da tabela de significância do teste triangular, utilizando nível de probabilidade de 5% ($P=0,05$) (Moraes, 1985).

Os testes triangulares foram realizados entre a amostra fresca e a congelada e entre a amostra congelada e a pré-frita congelada, tanto para os palitos de polpa como para os de farinha de mandioca.

TESTE TRIANGULAR

Nome: _____ Data __/__/__

Prove por favor, as três amostras da esquerda para a direita. Destas três amostras, duas são iguais e uma é diferente. Identifique a amostra diferente.

Comentários: _____

FIGURA 10. Modelo da ficha utilizada para o teste triangular dos palitos.

• Teste de Ordenação - Preferência

Para avaliar a preferência entre as amostras frescas, congeladas e pré-fritas / congeladas de palitos de polpa e de farinha de mandioca, foram realizados testes de ordenação – preferência (ISO, 1988).

As amostras, preparadas conforme descrito no item 3.6.1. e servidas em pratos plásticos brancos, codificados com números casualizados de três dígitos, foram apresentadas simultaneamente e em ordem casualizada aos 30 provadores, que neste caso se tratava de consumidores deste tipo de produto e solicitou-se a cada um que as colocasse em ordem decrescente, de acordo com sua preferência. Foi utilizado delineamento estatístico de blocos completos casualizados.

Os resultados obtidos foram analisados pelo teste de Friedman e pela tabela de Newel & Mac Farlene, (1987).

A Figura 11 mostra o modelo de ficha utilizada no teste de ordenação-preferência dos palitos.

TESTE DE ORDENAÇÃO PREFERÊNCIA

Nome: _____ Data __/__/__

Ordene estas 3 amostras, conforme sua preferência e de acordo com valores abaixo:

1 – Melhor

3 – Pior

Número da amostra

Ordenação

Comentários: _____

FIGURA 11. Modelo da ficha utilizado no teste de ordenação-preferência dos palitos de mandioca.

3.6.2. Avaliação do efeito da adição de sal (NaCl) sobre a qualidade dos palitos de polpa de mandioca cozida e de farinha de mandioca pré-fritos congelados

Neste experimento foram obtidas amostras de palitos de polpa e de farinha de mandioca sem adição de NaCl e com adição de 1, 2 e 3% de NaCl, processados conforme os fluxogramas constantes das Figuras 1 e 3. As etapas da pré-fritura e da fritura final foram realizadas conforme descrito no item 3.6.1.

3.6.2.1. Análises químicas em palitos de polpa de mandioca cozida e de farinha de mandioca

- Teor de NaCl: foi determinado em espectrometro de absorção atômica calibrado conforme o IMO - "Spectrometer user's guide" (1990). A preparação das amostras foi realizada segundo metodologia descrita por Winton & Winton (1958).
- Umidade: conforme descrito no item 3.4.1.
- Lipídeos Totais: conforme descrito no item 3.4.1.

3.6.2.2. Análises sensoriais em palitos de polpa de mandioca cozida e de farinha de mandioca

- Teste de Ordenação - Preferência

Para avaliar a preferência entre as amostras de palitos de polpa e de farinha de mandioca com diferentes teores de sal (NaCl), foram realizados testes de ordenação – preferência (ISO, 1988).

O preparo e a apresentação das amostras, o tipo e o tamanho de equipe de provadores e o delineamento estatístico utilizado foram realizados conforme descrito no item 3.6.1.3..

A Figura 12 mostra o modelo de ficha utilizada no teste de ordenação-preferência dos palitos de mandioca com diferentes teores de NaCl.

TESTE DE ORDENAÇÃO-PREFERÊNCIA

Nome: _____ Data __/__/__

Ordene estas 4 amostras em relação ao gosto salgado, conforme sua preferência e de acordo com valores abaixo:

1 – Melhor

4 – Pior

Número da amostra

Ordenação

Comentários: _____

FIGURA 12. Modelo da ficha utilizado no teste de ordenação-preferência dos palitos de polpa e de farinha de mandioca, com diferentes teores de sal.

3.6.3. Avaliação do efeito do tempo de fritura final sobre a qualidade dos palitos de polpa de mandioca cozida e de farinha de mandioca pré-fritos congelados

As amostras de palitos de polpa e de farinha de mandioca foram processados conforme os fluxogramas constantes das Figuras 1 e 3. A etapa da pré-fritura foi realizada conforme descrito no item 3.6.1. e o tempo de fritura final variou entre 2,5; 3,5; 4,5 e 5,5 minutos em gordura hidrogenada, a 180°C.

As análises objetivas de cor e textura foram realizadas conforme metodologia descrita no item 3.6.1.2..

3.6.3.1. Análises sensoriais em palitos de polpa de mandioca cozida e de farinha de mandioca

- Teste de Ordenação - Preferência

Para avaliar a preferência entre as amostras de palitos de polpa e de farinha de mandioca submetidos a diferentes tempos de fritura final, foram realizados testes de ordenação – preferência (ISO, 1988).

O preparo e a apresentação das amostras, o tipo e o tamanho de equipe de provadores e o delineamento estatístico utilizado foram realizados conforme descrito no item 3.6.1.3.. Foi utilizado o modelo de ficha apresentado na Figura 12.

3.6.4. Avaliação da estabilidade ao armazenamento congelado dos palitos de polpa de mandioca cozida e de farinha de mandioca pré-fritos congelados

Foram obtidas amostras de palitos de polpa e de farinha de mandioca sem adição de NaCl e com adição de 1% de NaCl, processados conforme os fluxogramas constantes das Figuras 1 e 3. As etapas da pré-fritura e da fritura final foram realizadas conforme descrito no item 3.6.1. Estes produtos foram armazenados em câmara fria à -18°C e submetidos à avaliação química, física e sensorial pelo período de 6 meses.

3.6.4.1. Análises químicas em palitos de polpa de mandioca cozida e de farinha de mandioca submetidos ao armazenamento congelado

As análises para determinação da umidade e dos teores de lipídeos, ácidos graxos livres e do índice de peróxidos foram realizadas conforme descrito no item 3.6.1.1..

3.6.4.2. Análises físicas em palitos de polpa de mandioca cozida e de farinha de mandioca submetidos ao armazenamento congelado

As análises objetivas de cor e textura foram realizadas conforme metodologia descrita no item 3.6.1.2..

3.6.4.3. Análises sensoriais em palitos de polpa de mandioca cozida e de farinha de mandioca

a) Avaliação da intensidade do sabor ranço

Para avaliar a estabilidade dos palitos de mandioca no armazenamento congelado, utilizou-se uma escala não estruturada horizontal, com nove centímetros de comprimento, ancorada com os termos “nenhum” e “forte” a 1 cm de cada uma das extremidades. Por se tratar de um produto pré-frito congelado, com alto teor de gordura, o atributo estudado neste ensaio foi o “sabor ranço”.

As amostras, preparadas conforme descrito no item 3.6.1. e servidas em pratos plásticos brancos, codificados com números casualizados de três dígitos, foram apresentadas simultaneamente e em ordem casualizada aos julgadores. Foi utilizado delineamento estatístico de blocos completos casualizados.

Os resultados foram analisados através de análise de variância ANOVA, teste de Tukey e histograma de frequência (grau de aceitação X percentagem de provadores) (Bender *et al.*, 1982).

A Figura 13 mostra o modelo de ficha utilizada no teste de estabilidade quanto ao sabor ranço dos palitos de mandioca no armazenamento congelado.

AVALIAÇÃO DO SABOR RANÇO

Nome: _____ Data ____/____/____

Prove, por favor, as amostras e marque com um traço vertical, nas escalas abaixo, a posição que identifique melhor a intensidade da característica avaliada.

Sabor ranço

	Nenhum		Forte

Comentários: _____

FIGURA 13. Modelo da ficha utilizada no teste de estabilidade dos palitos de mandioca no armazenamento congelado.

b) Teste de aceitabilidade

Para avaliar a aceitabilidade das amostras recém produzidas de palitos pré-fritos congelados de polpa e de farinha de mandioca, com e sem adição de sal (NaCl), foi realizado um teste utilizando escalas do tipo “just right” que permitem avaliar a intensidade de um atributo relativo a um critério mental dos julgadores. Estas escalas combinam a dimensão hedônica com a dimensão de intensidade, resultando em uma escala que vai de “não forte o suficiente” a “muito forte”, com o ponto médio correspondente ao ideal “just right” (Mori, 1996). Os atributos avaliados foram a maciez, crocância, gosto salgado, sensação de oleosidade e sabor de mandioca. Além disso, foi utilizada uma escala hedônica com sete pontos (1-Desgostei muito , 7-Gostei muito) e os atributos avaliados foram aparência, cor, aroma, textura e sabor.

O teste foi realizado no laboratório de análise sensorial do LAFISE – ITAL e foi utilizada uma equipe de 50 consumidores em potencial do produto. Os testes de aceitabilidade, quando realizados em laboratório, têm as vantagens do controle da preparação e apresentação do produto. A cor e outros aspectos podem ser mascarados de modo que os indivíduos se concentrem nas diferenças de sabor e textura. Porém, existe a desvantagem dos resultados obtidos serem limitados à equipe de provadores que participou do teste.

As amostras preparadas conforme descrito no item 3.6.1. e servidas em pratos plásticos brancos, codificados com números casualizados de três dígitos, foram apresentadas simultaneamente e em ordem casualizada aos provadores. Foi utilizado delineamento estatístico de blocos completos casualizados.

Os resultados foram analisados através de análise de variância ANOVA, teste de Tukey e histograma de frequência (grau de aceitação X percentagem de provadores) (Bender *et al.*, 1982).

A Figura 14 mostra o modelo de ficha utilizada no teste de aceitabilidade entre palitos de polpa e de farinha de mandioca.

AVALIAÇÃO DA ACEITABILIDADE DO PALITO DE MANDIOCA FRITO

Nome: _____

Produto: _____

1. Marque o quanto você gostou do produto em relação aos seguintes atributos:

MACIEZ	Muito mais macio do que eu gosto	Um pouco mais macio do que eu gosto	Macio do jeito que eu gosto	Um pouco menos macio do que eu gosto	Muito menos macio do que eu gosto
	☐	☐	☐	☐	☐
CROCÂNCIA	Muito mais crocante do que eu gosto	Um pouco mais crocante do que eu gosto	Crocante do jeito que eu gosto	Um pouco menos crocante do que eu gosto	Muito menos crocante do que eu gosto
	☐	☐	☐	☐	☐
GOSTO SALGADO	Muito menos salgado do que eu gosto	Um pouco menos salgado do que eu gosto	Salgado do jeito que eu gosto	Um pouco mais salgado do que eu gosto	Muito mais salgado do que eu gosto
	☐	☐	☐	☐	☐
SENSAÇÃO DE OLEOSIDADE	Muito mais oleoso do que eu gosto	Um pouco mais oleoso do que eu gosto	Oleoso do jeito que eu gosto	Um pouco menos oleoso do que eu gosto	Muito menos oleoso do que eu gosto
	☐	☐	☐	☐	☐
SABOR DE MANDIOCA	Muito mais fraco do que eu gosto	Um pouco mais fraco do que eu gosto	Sabor do jeito que eu gosto	Um pouco mais forte do que eu gosto	Muito mais forte do que eu gosto
	☐	☐	☐	☐	☐

Figura 14. Modelo de ficha utilizada no teste de aceitabilidade entre palitos de polpa e de farinha de mandioca(continua)...

2. Avalie por favor a aparência, cor, aroma, textura e sabor do palito de mandioca frito, nas questões a seguir:

1. Quanto você gostou da APARÊNCIA do produto:

Desgostei muito	Desgostei	Desgostei pouco	Não gostei nem desgostei	Gostei pouco	Gostei	Gostei muito
-----------------	-----------	-----------------	--------------------------	--------------	--------	--------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

2. Quanto você gostou da COR do produto:

Desgostei muito	Desgostei	Desgostei pouco	Não gostei nem desgostei	Gostei pouco	Gostei	Gostei muito
-----------------	-----------	-----------------	--------------------------	--------------	--------	--------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

3. Quanto você gostou do AROMA do produto:

Desgostei muito	Desgostei	Desgostei pouco	Não gostei nem desgostei	Gostei pouco	Gostei	Gostei muito
-----------------	-----------	-----------------	--------------------------	--------------	--------	--------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

4. Quanto você gostou da TEXTURA do produto:

Desgostei muito	Desgostei	Desgostei pouco	Não gostei nem desgostei	Gostei pouco	Gostei	Gostei muito
-----------------	-----------	-----------------	--------------------------	--------------	--------	--------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

5. Quanto você gostou do SABOR do produto:

Desgostei muito	Desgostei	Desgostei pouco	Não gostei nem desgostei	Gostei pouco	Gostei	Gostei muito
-----------------	-----------	-----------------	--------------------------	--------------	--------	--------------

☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

3. Comentários:

Por favor, marque o que em particular você gostou ou desgostou desta mandioca frita.

GOSTOS

DESGOSTOS

Figura 14. Modelo de ficha utilizada no teste de aceitabilidade palitos de polpa e de farinha de mandioca (continuação).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. CARACTERÍSTICAS DA MATÉRIA-PRIMA

A Tabela 1 mostra a composição química da matéria –prima, raízes de mandioca *in natura* e descascadas, da cultivar IAC 576-70.

Tabela 1: Atributos químicos das raízes de mandioca IAC 576-70 *in natura*

Atributos	Resultados
Umidade (g/100g)	59,4(0,1)*
Sólidos Totais (g/100g)	40,6
Amido (g/100g)	33,6 (0,2)*
Açúcares Totais (g/100g)	2,9(0,1)*
Açúcares Redutores (g/100g)	0,5(0,1)*
Lipídeos Totais (g/100g)	0,3(0,0)*
Proteína (g/100g)	1,9(0,1)*
Fibras (g/100g)	0,7(0,0)*
Cinzas (g/100g)	0,6(0,0)*

* Média e estimativa de desvio-padrão de duas repetições analíticas

Uma série de trabalhos de pesquisa tem demonstrado que a composição centesimal das raízes de mandioca apresenta consideráveis diferenças, dependendo de fatores como variedade, trato cultural e idade da planta, dentre outros.

Os resultados obtidos nas determinações químicas para as raízes de mandioca da cultivar IAC 576-70, quando comparados com os dados obtidos por Okigbo (1980), para variedades de mandioca oriundas do oeste africano, foram semelhantes. O alto teor de umidade, 59,4%, dificulta o armazenamento das raízes, conferindo às mesmas um tempo de vida útil pós-colheita muito curto, caracterizado por rápida deterioração do produto (Booth, 1976).

Comparando-se os resultados obtidos com os valores citados por Câmara et al. (1982), para a composição centesimal de raízes de mandioca, pode-se observar que estes são superiores em teor de amido, inferiores quanto ao teor de umidade e para os demais atributos, encontram-se dentro da faixa citada. Paschoalino et al. (1980), estudaram dezesseis variedades de mandioca cultivadas no Estado de São Paulo e encontraram em todas elas maiores teores de amido e menores teores de umidade quando comparados com os resultados encontrados neste estudo. Quanto aos demais atributos avaliados, os valores encontrados foram semelhantes.

Safo-Kantanka & Owusu-Nipah (1992) relacionaram a qualidade de cozimento de algumas variedades de mandioca com os teores de matéria-seca e de amido com as características farináceas. Denomina-se como característica farinácea a sensação que a massa de um tubérculo cozido, pode provocar no palato quando ingerida. Para que um tubérculo apresente característica farinácea, sua massa cozida deve ser plástica, não pegajosa, sem caroços e desintegrar-se pela ação de um garfo (Smith citado por Safo-Kantanka & Owusu-Nipah, 1992). Neste trabalho, os autores verificaram que raízes com teores de amido superiores a 31%, apresentavam características farináceas depois de cozidas. Baseando-se neste critério, a variedade IAC 576-70, que apresentou 33,6% de amido, pode ser considerada farinácea. O teor de amido encontrado neste estudo coincide com os valores encontrados para variedades nacionais e estrangeiras por diversos autores como Wholey & Booth (1979), Okigbo (1980), Vitti et al. (1978).

Penteado (1988) estudou algumas cultivares nacionais de mandioca e dentre elas, a IAC 576-70 e encontrou valores muito semelhantes aos encontrados neste estudo para os atributos de umidade, cinzas e proteínas.

Analisando cinco cultivares de mandioca amarela, provenientes da Amazônia e cultivadas experimentalmente no Rio de Janeiro, Nobre (1973), citado por Carvalho (1982), observou que o teor de proteína da polpa das raízes frescas variava entre 0,96 a 2,36%. O teor de proteína encontrado no presente trabalho, 1,9%, coincide com os valores encontrados por aquele autor e foi superior à média de 1,23%, encontrada por este mesmo autor e colaboradores para 121 variedades e 38 clones de mandioca procedentes de vários estados do Brasil (Nobre, citado por Carvalho, 1982). Este valor, 1,9%, não é alto o suficiente para ser considerado nutricionalmente significativo (Franco,

1998). A quantidade de proteína verdadeiramente presente na raiz da mandioca tem sido e, certamente, continuará sendo objeto de discussão em várias pesquisas. Investigando o complexo nitrogenado da mandioca, Screeramamurthy citado por Carvalho (1982), concluiu que a maior parte do nitrogênio encontra-se na forma de compostos nitrogenados simples e que a digestibilidade *in vitro* da proteína da mandioca não é inferior a do arroz, sendo que a principal inconveniência protéica parece residir no baixo teor protéico da raiz e não na qualidade da proteína presente.

O teor de açúcares totais encontrado na matéria-prima, 2,99%, encontra-se dentro da faixa de valores encontrados por Paschoalino *et al.* (1980), para as dezesseis variedades paulistas de mandioca, que variou entre 2,11 e 4,56%. Do ponto de vista tecnológico, um dos componentes das matérias-primas que tem importância na qualidade dos produtos finais, principalmente quando estes serão submetidos a processos de fritura, são os açúcares redutores, que juntamente com aminoácidos, peptídeos e proteínas, causam o escurecimento não enzimático em produtos submetidos à ação do calor, conferindo-lhes uma coloração inaceitável. O teor de açúcares redutores encontrados na mandioca foi de 0,5%, que corresponde a aproximadamente 1,23% do teor de sólidos totais da raiz. Este nível está dentro da faixa adequada para o processamento de batatas pré-fritas congeladas, segundo Tressler *et al.* (citado por Paschoalino, 1983) que apontam problemas de escurecimento irregular das fritas quando os açúcares redutores ultrapassam 3% do teor de sólidos totais do tubérculo.

A quantidade de lipídeos encontrada na mandioca, 0,3%, encontra-se dentro da faixa de variação 0,2 a 0,7% apresentada por Machado (1980), Menezes (1981) e Franco (1998) para outras variedades brasileiras de mandioca.

As fibras, embora tenham reconhecida importância do ponto-de-vista nutricional, quando presentes de forma significativa na polpa de mandioca cozida, dificultam a elaboração de derivados. O teor de fibras determinado na matéria-prima, 0,7%, é inferior ao citado por Câmara (1982) e àquele determinado por Paschoalino *et al.*, (1980). Baixo teor de fibras é uma característica necessária às variedades de mandioca de mesa, como a IAC 576-70.

4. 2. CARACTERÍSTICAS DE TEXTURA E VISCOSIDADE DA POLPA E DA FARINHA DE MANDIOCA

Quando materiais ricos em amido, como a raiz da mandioca, são submetidos a cozimento em água à temperatura de ebulição, os grânulos de amido presentes são hidratados e incham, caracterizando a gelatinização dos mesmos (Ciacco & Cruz, [198-]). Com o decorrer do aquecimento, os grânulos de amido continuam a inchar até que sejam rompidos e a estrutura granular deixa de existir, comprometendo a estrutura do material, que no caso da raiz da mandioca, pode chegar à completa desintegração. Desta forma, com a finalidade de estabelecer um período de tempo adequado para o cozimento das raízes de mandioca para processamento dos palitos foram realizados testes sensoriais e físicos.

4. 2. 1. Avaliação sensorial da massa obtida com polpa de mandioca cozida

A Tabela 2 apresenta os resultados da avaliação visual realizada nos testes preliminares para a aparência da polpa de acordo com os tempos de cozimento das raízes.

Tabela 2. Aspectos da polpa obtida de raízes submetidas a diferentes tempos de cozimento.

Tempo de cozimento da raiz (em minutos)	Aparência da polpa	Comportamento da polpa na fritura
27	Moderadamente seca	Baixa resistência
37	Úmida e elástica	Boa resistência
45	Muito úmida e muito elástica	Baixa resistência

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, pode-se observar que o tempo de cozimento de 37 minutos propiciou condições mais adequadas para processamento dos palitos de polpa de mandioca cozida. Este tempo de cozimento foi escolhido para ser testado com base nos resultados obtidos por Lorenzi *et al.* (1994) que estudaram a duração do tempo de cozimento para variedades de mandioca de mesa e concluiu que o tempo ideal de cozimento para a variedade IAC 576-70, cultivada em latossolo roxo e colhida aos oito meses de plantio, é de 37 minutos. Os tempos de 27 e 45

minutos foram escolhidos aleatoriamente, com os objetivos de diminuir os custos do processo e avaliar o efeito do tempo de cozimento da mandioca sobre a qualidade do produto final, respectivamente.

A Tabela 3 apresenta os resultados dos testes de escala entre amostras de polpa de mandioca obtidas com diferentes tempos de cozimento das raízes.

Tabela 3. Atributos dos palitos de mandioca obtidos a partir da polpa de mandioca obtida de raízes submetidas a diferentes tempos de cozimento

Atributos (médias)							
Tempo de cozimento da raiz (min)	Cor	Crocância	Umidade	Maciez	Sabor de mandioca	Gosto amargo	Gosto doce
27	6.58 ^a	7.21 ^a	5.01 ^a	3.18 ^a	6.56 ^a	1.13 ^a	1.73 ^a
37	5.75 ^a	6.54 ^a	4.50 ^{ab}	3.92 ^{ab}	5.97 ^a	0.84 ^a	1.67 ^a
45	5.97 ^a	5.84 ^a	2.85 ^b	2.19 ^b	6.65 ^a	0.47 ^a	1.27 ^a

- Valores com letras distintas nas colunas diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05\%$).

Observando-se os resultados apresentados na Tabela 3, pode-se verificar que o tempo de cozimento influenciou alguns dos atributos de textura avaliados, ou seja, a umidade e a maciez dos palitos de polpa de mandioca. Para estes atributos, os palitos de polpa de mandioca submetida a 37 minutos de cozimento não diferiram significativamente dos demais. Considerando o conjunto, avaliação do aspecto da polpa e avaliação sensorial, o período de tempo de 27 minutos para o processamento de palitos de polpa é adequado.

4. 2. 2. Perfil de Textura - TPA

Na análise do Perfil de Textura (TPA) foi avaliado o comportamento de seis amostras de massas obtidas a partir da polpa e da farinha de mandioca, elaboradas com raízes de mandioca cozidas em água em ebulição por 27, 37 e 45 minutos. Os parâmetros analisados foram adesividade, elasticidade, coesividade e mastigabilidade.

A Tabela 4 apresenta os resultados da análise de Perfil de Textura (TPA) das massas.

Tabela 4. Perfil de Textura massas obtidas de polpa e de farinha de mandioca cujas raízes foram submetidas a diferentes tempos de cozimento

Parâmetros				
Amostras	Adesividade	Elasticidade	Coesividade	Mastigabilidade
Polpa – 27 min	11,56 ^c	1,00 ^b	0,64 ^c	1095,41 ^c
Polpa – 37 min	15,54 ^c	0,99 ^b	0,57 ^d	844,29 ^c
Polpa – 45 min	26,23 ^b	0,89 ^b	0,61 ^{c,d}	660,54 ^c
Farinha –27min	12,58 ^c	5,23 ^a	0,76 ^b	2965,4 ^a
Farinha –37min	13,17 ^c	5,07 ^a	0,83 ^a	2128,0 ^b
Farinha –45min	93,92 ^a	0,97 ^b	0,59 ^{c,d}	52,1 ^d

- Média de três repetições analíticas
- Valores com letras distintas nas colunas diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05\%$).

Os resultados da Análise do Perfil de Textura (TPA) mostram que em relação aos parâmetros elasticidade e mastigabilidade, as amostras de massa de polpa de mandioca cozida e massa de farinha de mandioca apresentaram comportamentos distintos. As amostras de massa de polpa de mandioca cozida não diferiram significativamente entre si de acordo com os diferentes tempos de cozimento das raízes. Pela definição teórica, a mastigabilidade é a energia requerida para desintegrar um produto alimentício sólido a um estado próprio à deglutição (Anjos, 2000). Para as amostras de massa de polpa de mandioca (27, 37 e 45 min) as forças necessárias para desintegrá-las foram semelhantes. Tal fato pode ser justificado pelo processo de desintegração em equipamento do tipo “cutter”, ao qual foram submetidas as raízes de mandioca cozidas. Já para as amostras de massa de farinha de mandioca, a mastigabilidade encontrada diferiu significativamente conforme o tempo de cozimento (27, 37 e 45 min) aplicado às raízes que foram utilizadas na elaboração das massas de farinha de mandioca. Para estas amostras, quanto menor o tempo de cozimento, maior a mastigabilidade da amostra. A etapa de reidratação das farinhas pode ter influenciado estes resultados, pois quanto maior tempo de cozimento das raízes, maior a quantidade de grânulos de amido rompidos (Avances, 1991), que se gomificam mais facilmente quando reidratados.

Quanto a elasticidade, o comportamento de todas as amostras foi o esperado para este tipo de produto alimentício, ou seja, quanto maior este parâmetro, maior a mastigabilidade.

Para a adesividade, que consiste na força que se opõe a separação de dois corpos sólidos em contato (Anjos, 2000), as amostras de massa de polpa e de farinha de mandioca cozida apresentaram o mesmo comportamento, ou seja, quanto maior o tempo de cozimento, mais gomificados estão os produtos e, conseqüentemente, maior o valor da adesividade. As massas com maior adesividade apresentam também maior dificuldade para sua reestruturação em forma de palitos.

4. 2. 3. Viscosidade das massas

A viscosidade das suspensões ricas em amido em água, enquanto a temperatura é alterada é causada pelos grânulos de amido inchados, solúveis e também pela interação/coesão entre eles (Ciaccio & Cruz, [198-]). As Tabelas 5 e 6 mostram os resultados obtidos nas análises de viscoamilograma da polpa de mandioca cozida e da farinha de mandioca cozida.

Tabela 5. Resultados obtidos nos viscoamilogramas de polpa de mandioca cozida

Amostras	Viscosidade máxima (U.A.)	Temperatura da viscosidade máxima (°C)	Viscosidade inicial a 95°C (U.A.)	Viscosidade final a 95°C (U.A.)	Viscosidade final a 50°C (U.A.)
Polpa-27 min	320	30	310	370	740
Polpa-37 min	330	30	240	300	550
Polpa-45 min	220	30	210	230	450

Médias de três repetições analíticas

U.A.: Unidades amilográficas

Os diferentes tempos de cozimento das raízes interferiram menos na viscosidade das massas obtidas da polpa e mais na viscosidade das massas obtidas da farinha pré-gelatinizada. Entretanto, é possível observar pelas Tabelas 5 e 6 que tanto a polpa como a farinha de mandioca submetida ao cozimento de 37 minutos apresentaram valores de viscosidade intermediários, quando comparados com os resultados obtidos

para 27 e 45 minutos de cozimento. A viscosidade da polpa e da farinha de mandioca obtidas à partir da raiz cozida por 37 minutos foram os que propiciaram a elaboração de palitos de mandioca com características adequadas de formatação e fritura.

Tabela 6. Resultados obtidos nos viscoamilogramas de massa de farinha de mandioca

Amostras	Viscosidade inicial (30°C) (U.A.)	Viscosidade máxima (U.A.)	Temperatura da viscosidade máxima (°C)	Viscosidad e inicial a 95°C (U.A.)	Viscosidade final a 95°C (U.A.)	Viscosidade final a 50°C (U.A.)
Farinha 27 min	410	2580	52.5	1280	920	1630
Farinha 37 min	380	2390	54.0	1220	900	1720
Farinha 45 min	520	1340	63.0	970	710	1400

- Médias de três repetições analíticas

U.A.: Unidades amilográficas

Tanto a polpa quanto à farinha, tenderam a apresentar valores de viscosidade maiores para a amostra submetida ao tempo de 27 minutos de cozimento. Supõe-se que este tempo não é suficiente para promover a completa gelatinização dos grânulos de amido presentes, restando ainda grânulos inteiros com capacidade de inchamento. A amostra submetida à 45 minutos apresentou os menores valores de viscosidade, que pode ter sido causado pela desintegração do amido provocada pelo cozimento excessivo. O aumento da viscosidade final no resfriamento é devido à associação entre os componentes da dispersão. Este fenômeno é denominado retrogradação e consiste na agregação e conseqüente insolubilização das moléculas de amido(Ciacco & Cruz, [198-]).

4.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS E QUÍMICAS DA FARINHA DE MANDIOCA

4.3.1. Granulometria

Para a elaboração dos palitos, à partir da farinha de mandioca, a massa obtida pela reidratação da farinha de mandioca deveria apresentar características de textura semelhantes à massa obtida pela desintegração da polpa. Esta não apresentava

aspecto homogêneo, sendo composta por material totalmente desintegrado e também por partículas cúbicas com aproximadamente 2mm de espessura, conforme ocorre com os produtos submetidos ao equipamento tipo "cutter". Assim sendo, para que a massa de farinha apresentasse este mesmo aspecto, não homogêneo, foi necessário submeter os flocos de mandioca desidratados à moagem utilizando peneiras com orifícios de espessuras diferentes.

De acordo com os resultados da Tabela 7, foi classificada como farinha "grossa", os flocos de mandioca desidratados submetidos à moagem em moinho de martelos, com peneira de espessura de 12,7mm e que apresentou 70% de massa retida nas peneiras com abertura variando entre 350 e 850 μ m. A farinha "fina" compreendeu os flocos de mandioca desidratados submetidos à moagem em moinho de martelos, com peneira de espessura de 1,5mm, com retenção em torno de 80% da massa nas peneiras com abertura variando entre 150 e 350 μ m.

Nos testes preliminares foi verificado que a utilização de uma farinha fina, com granulometria única, além de não reproduzir o aspecto da massa obtida da polpa de mandioca cozida, apresentava outros inconvenientes. A moagem para obtenção de farinha fina provocava a exposição excessiva dos grânulos de amido, fazendo com que na reidratação, mesmo utilizando-se água a temperatura ambiente, a absorção de água fosse tal que a massa obtida apresentava consistência pegajosa, semelhante a uma cola. Por outro lado, a utilização de farinha grossa somente dos palitos, provocava danos na textura do produto, devido a dificuldade de absorção de água pela partículas maiores. Segundo Cadden (1987), o tamanho das partículas pode alterar sua capacidade de absorção de água.

Tabela 7. Resultados do teste de granulometria aplicado a farinha de mandioca

Farinha Grossa				Farinha Fina			
Tyler mesh	ABNT	Abertura (μm)	Fração retida % massa	Tyler mesh	ABNT	Abertura (μm)	Fração retida % massa
20	20	850	35,03	42	42	350	30,93
28	30	600	13,54	60	60	250	23,33
42	42	350	20,56	65	70	212	10,96
48	50	300	7,70	100	100	150	13,87
60	60	250	2,71	115	120	125	4,07
80	80	180	9,14	170	170	88	9,60
115	120	125	4,07	200	200	74	3,52
150	140	106	2,54	fundo			6,72
fundo			4,68				100
			100				

- Média de três determinações

Testes sensoriais preliminares determinaram ainda que a mistura de 30% de farinha grossa com 70% de farinha fina propiciavam a elaboração de um palito de farinha de mandioca com textura adequada, ou seja, sem a presença de partículas duras, que conferiam ao produto uma textura arenosa e indesejável.

4.3.2. Características químicas e físico-químicas

A Tabela 8 mostra os resultados das avaliações química e físico-química da farinha de mandioca.

O teor de amido determinado (78,6%), coincide com a faixa de valores, entre 75 e 80% citados por Firmin (1989) e Firmin (1992), para variedades de mandioca africanas.

Os valores encontrados, em base seca, para esta mesma variedade de mandioca, IAC-576-70, por Grizotto (2000) foram moderadamente superiores aos encontrados neste estudo.

Tabela 8: Atributos químicos e físico-químicos da farinha de mandioca

Atributos	Resultados
Umidade (g/100g)	6,9 (0,0)*
Sólidos Totais (g/100g)	93,6
Amido (g/100g)	78,6 (0,5)*
Açúcares Totais (g/100g)	4,2 (0,3)*
Açúcares Redutores (g/100g)	0,7 (0,1)*
Lipídeos Totais (g/100g)	0,7 (0,0)*
Proteína (g/100g)	2,8 (0,1)*
Fibras (g/100g)	1,9(0,1)*
Cinzas (g/100g)	1,1 (0,0)*
Acidez	1,8 (0,0)*
pH	6,6 (0,1)*
Carboidratos totais	82,8

* Média e estimativa de desvio padrão de duas repetições analíticas

Comparando-se os resultados obtidos nas análises químicas da matéria-prima, raízes de mandioca *"in natura"*, apresentados na Tabela 1 com os resultados obtidos para os mesmos parâmetros para a farinha de mandioca, podemos verificar que os valores encontrados neste caso são proporcionalmente menores, conforme era esperado, pois para o processamento da farinha, a mandioca *"in natura"* foi submetida a um período de 37 minutos de cozimento em água em ebulição, que provocou a lixiviação dos componentes, principalmente os açúcares, que são solúveis. Neste caso, na matéria-prima, que apresentou 59,4% de umidade, o teor de açúcares totais encontrado foi 2,9%, o qual deveria corresponder a 6,6% em uma farinha com 6,9% de umidade. Porém, o valor encontrado foi 4,2%, tendo portanto ocorrido uma perda de 2,7% do teor inicial de açúcares.

4.4. CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO

4.4.1. Características de transferência de calor

A Figura 15 mostra as curvas de resfriamento e congelamento dos palitos de polpa e de farinha de mandioca congelados e pré-fritos congelados, nas quais é possível observar o comportamento típico de um alimento no processo de congelamento. Este processo compreende três fases distintas. A primeira fase, o resfriamento, é caracterizada pelo abaixamento da temperatura do produto até 0°C, quando inicia-se a cristalização da água. Na segunda fase, compreendida entre 0 e -4°C, ocorre a formação de cristais de gelo. Por um curto período de tempo, o efeito do frio se equilibra com o calor liberado pela água, que está sendo submetida a uma troca de estado, como indica a parte horizontal da curva de congelamento (Cox, 1987). A última fase do congelamento é caracterizada pela redução da temperatura do produto até a temperatura de armazenamento do produto. Nesta fase deve ser atingida a temperatura de equilíbrio, que é a temperatura na qual, em condições adiabáticas, a temperatura da superfície e do centro térmico do produto se aproximam (International Institute of Refrigeration, 1986).

Para as amostras de palitos de polpa e de farinha de mandioca, congelados e pré-fritos congelados, pode-se observar na Figura 15 que o tempo requerido para resfriamento das amostras, de + 21°C até aproximadamente -1°C, foi de 5 minutos, iniciando-se aí a etapa de rápida cristalização da água, com duração máxima de 8 minutos para os palitos de farinha de mandioca pré-fritos. O processo de congelamento foi interrompido quando o centro térmico dos palitos atingiu -25°C, temperatura na qual em torno de 90% da água presente nos alimentos se encontra congelada (International Institute of Refrigeration, 1986).

Considerando-se o tempo requerido para o pré-resfriamento e o congelamento de 90% da água contida no produto, verifica-se que os processos de congelamento para as amostras de palitos de polpa de mandioca com e sem pré-fritura tiveram a duração de 27 e 29 minutos, respectivamente. Para as amostras de palitos de farinha de mandioca com e sem pré-fritura, os tempos foram de 18 e 16 minutos, respectivamente. Estes resultados mostram que a transferência de calor foi, em média, 1,64 vezes maior nos palitos de farinha de mandioca.

A etapa da pré-fritura não influenciou o tempo de congelamento dos palitos, o qual apresentou duração semelhante para as amostras com e sem pré-fritura, tanto para os palitos de farinha como para os palitos de polpa de mandioca. Em termos de tempo de congelamento, os palitos de farinha de mandioca apresentaram um período de congelamento inferior aos dos palitos de polpa, sendo esta uma vantagem do ponto de vista econômico do processo. Tal fato pode ser justificado pela forma com que a água estava presente nos palitos de polpa e de farinha de mandioca, ou seja, nos palitos de polpa de mandioca a água encontrava-se fortemente ligada aos demais compostos ali presentes, dificultando seu congelamento, enquanto nos palitos de farinha de mandioca, a água que foi reincorporada à farinha encontrava-se fracamente ligada e, conseqüentemente, com maior disponibilidade para ser congelada.

4.4.2. Características de transferência de massa

As Figuras 16, 17 e 18 apresentam os rendimentos obtidos nas operações de processamento da farinha de mandioca, dos palitos de polpa de mandioca cozida, com e sem pré-fritura seguidos de congelamento e dos palitos de farinha de mandioca, com e sem pré-fritura seguidos de congelamento.

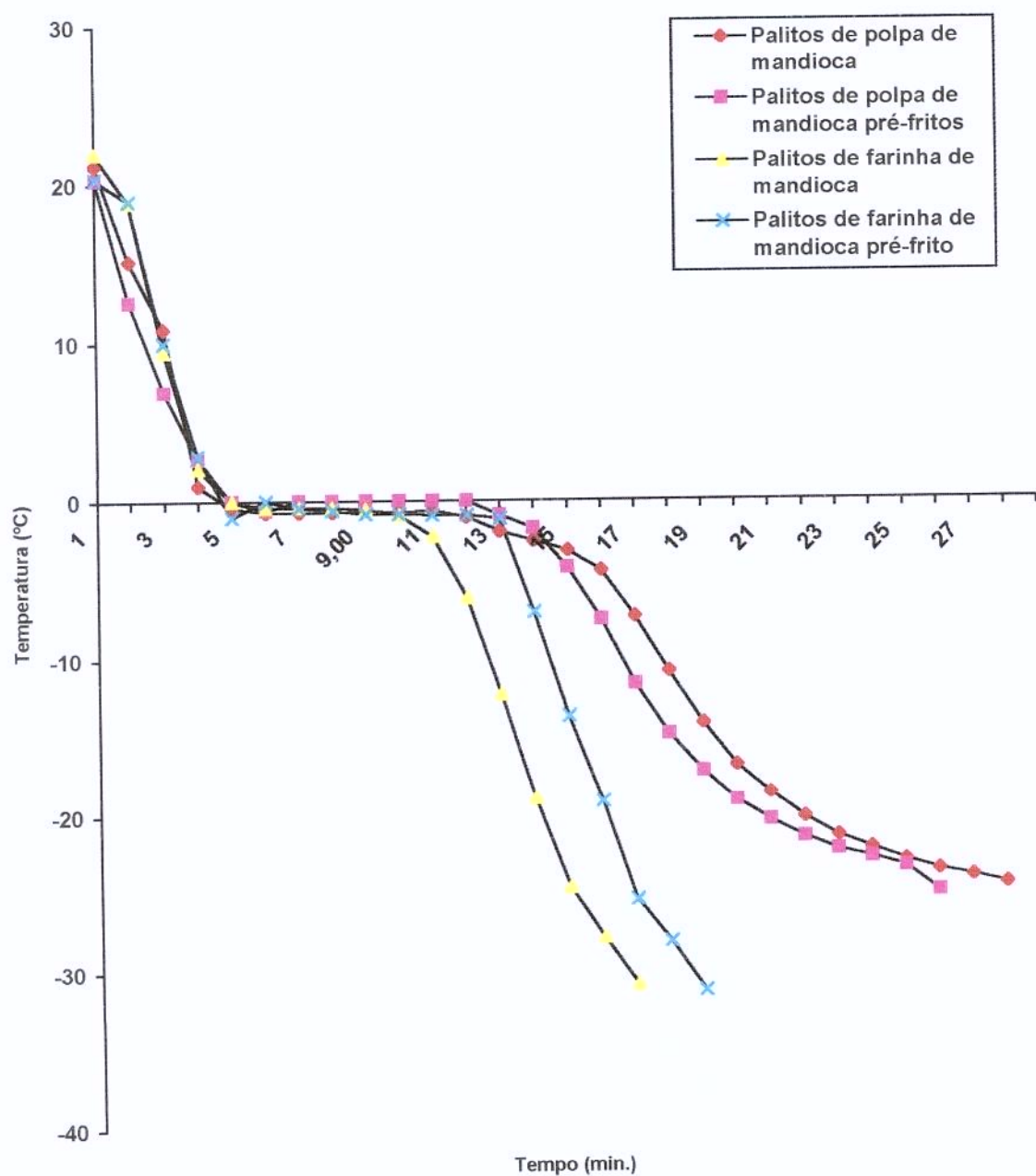


Figura 15. Curvas de resfriamento e congelamento dos palitos de polpa e de farinha de mandioca congelados e pré-fritos congelados.

Matéria-Prima – Raízes de mandioca *in natura*, com casca

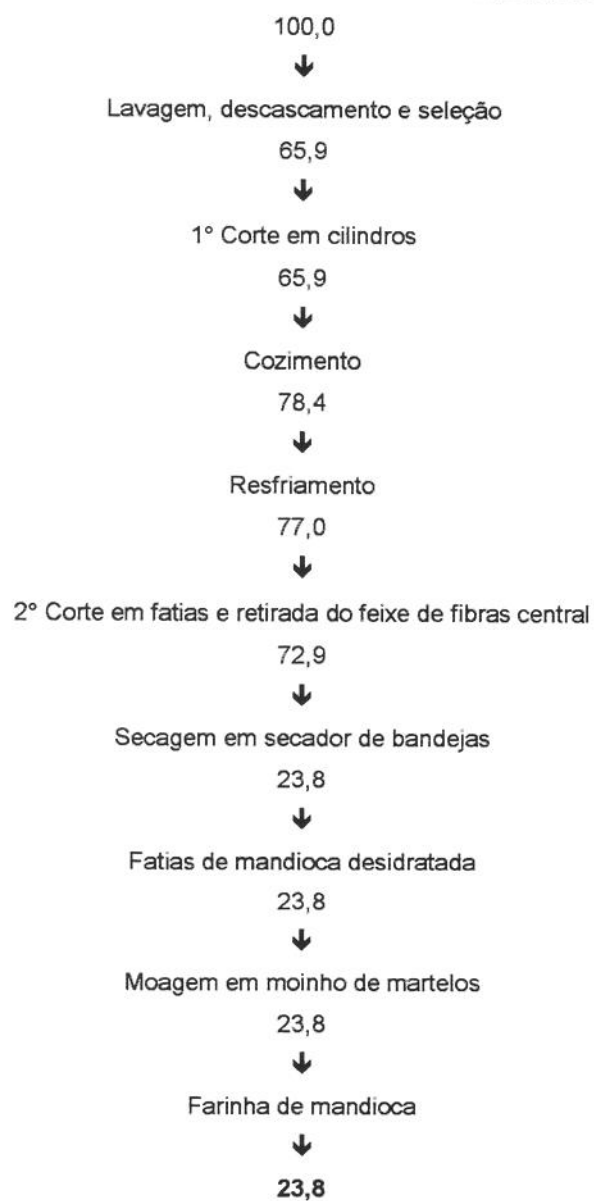


Figura 16. Rendimentos verificados nas operações de processamento da farinha de mandioca (%m/m).

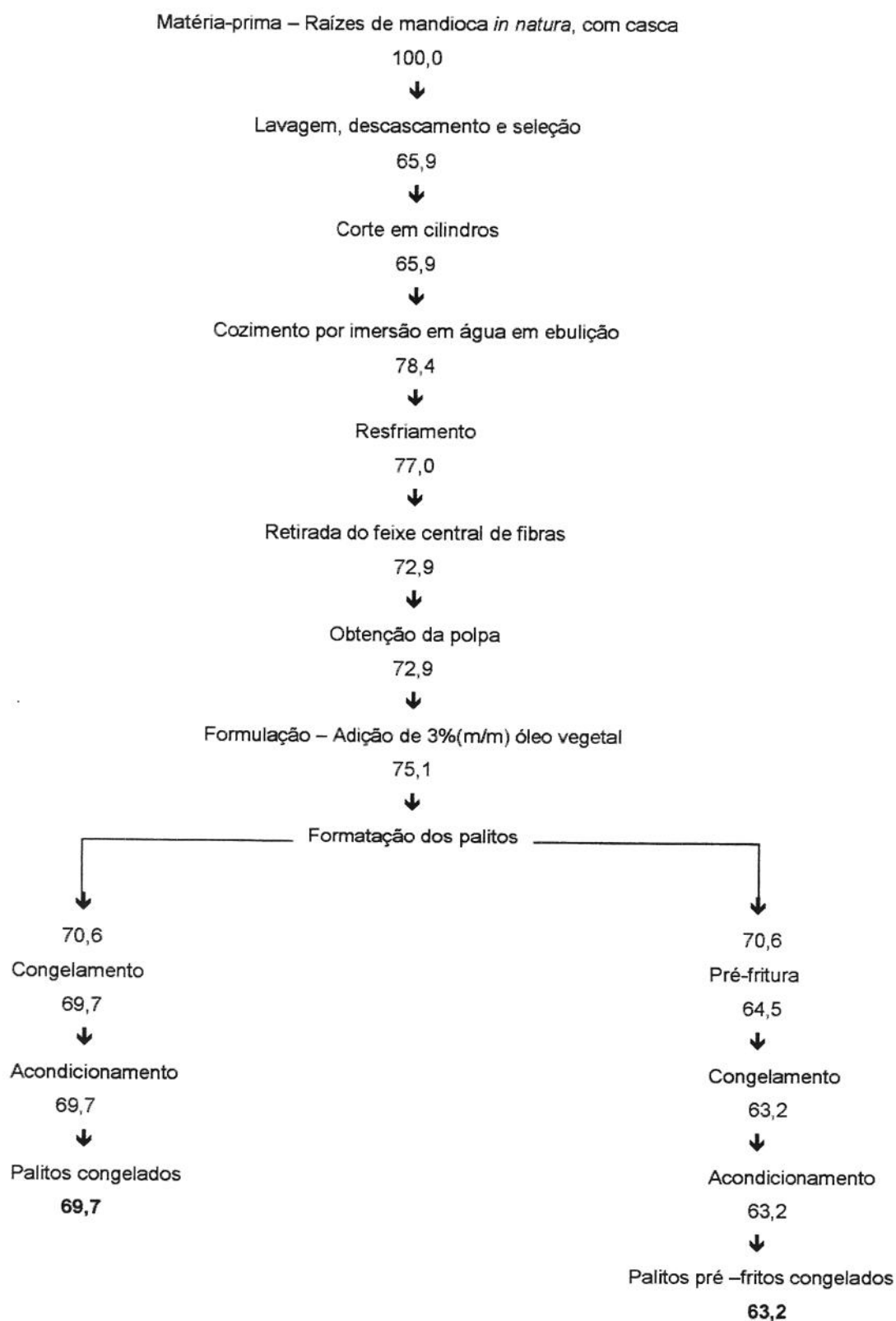


Figura 17. Rendimentos das operações do processamento de palitos de polpa de mandioca cozida, congelados e pré-fritos congelados (%m/m).

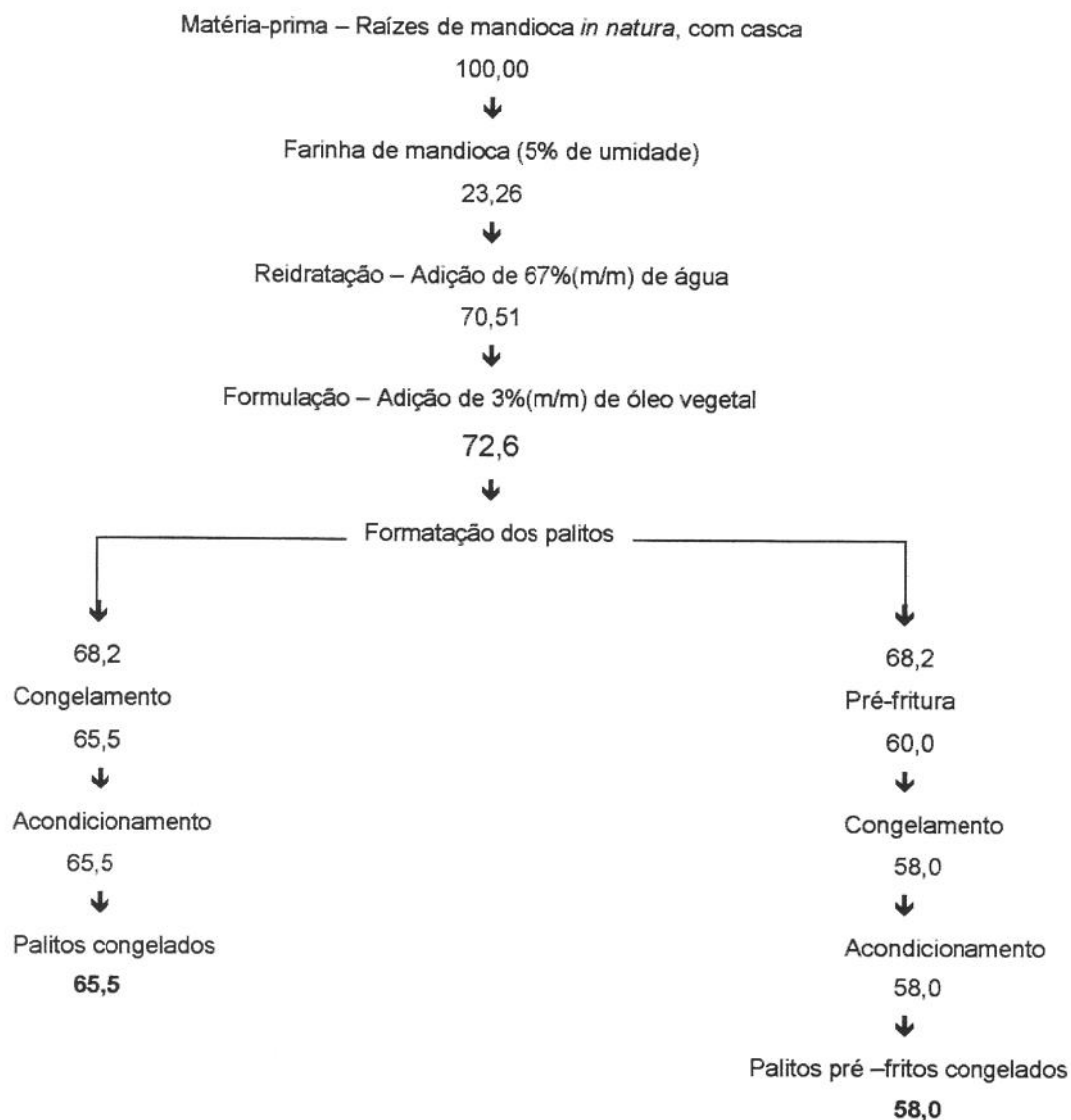


Figura 18. Rendimentos verificados nas operações do processamento de palitos de farinha de mandioca cozida, congelados e pré-fritos congelados(%m/m).

A Figura 16 mostra o rendimento obtido no processamento da farinha, no qual as fatias de mandioca cozida, com um teor de umidade inicial de 69,0%, foram submetidos à secagem em secador de bandeja com circulação forçada de ar, à 60°C, por 9,5 horas, para a obtenção de um teor de umidade final igual a 5,0%, conforme a curva de secagem mostrada na Figura 19. Para se obter este teor final de umidade, partindo-se de um material com cerca de 70,0% de umidade, houve necessidade de se promover uma retirada de 97,0% da quantidade de água inicial do material. Este teor de umidade final,

(5,0%), é suficiente para minimizar a deterioração de cor, sabor e odor, provocada por reações químicas e bioquímicas e impedir o desenvolvimento microbiano (Aguirre, 1997).

As Figuras 17 e 18 mostram que o rendimento da parte comestível da raiz foi de 65,9%. Assim sendo, as perdas representadas pelas cascas e descartes foram de 34,1%. Esses resultados foram ligeiramente maiores que os encontrados por Cereda *et al.* (1990b), para a variedade Pioneira, colhida aos 12 meses de idade. Entretanto, as percentagens de perdas descritas por Paschoalino *et al.* (1980) foram inferiores, variando entre 20 e 31,10%, para 16 variedades de mandioca de mesa cultivadas nos estado de São Paulo.

Na operação de cozimento das raízes, pode-se verificar aumento de peso de 19,4% em relação à massa de mandioca crua antes do cozimento. Tal fato deve-se à absorção de água que ocorre no inchamento e gelatinização dos grânulos de amido. A retirada do feixe central de fibras, provocou uma perda de massa de 5,5% em relação à massa de mandioca obtida após o cozimento.

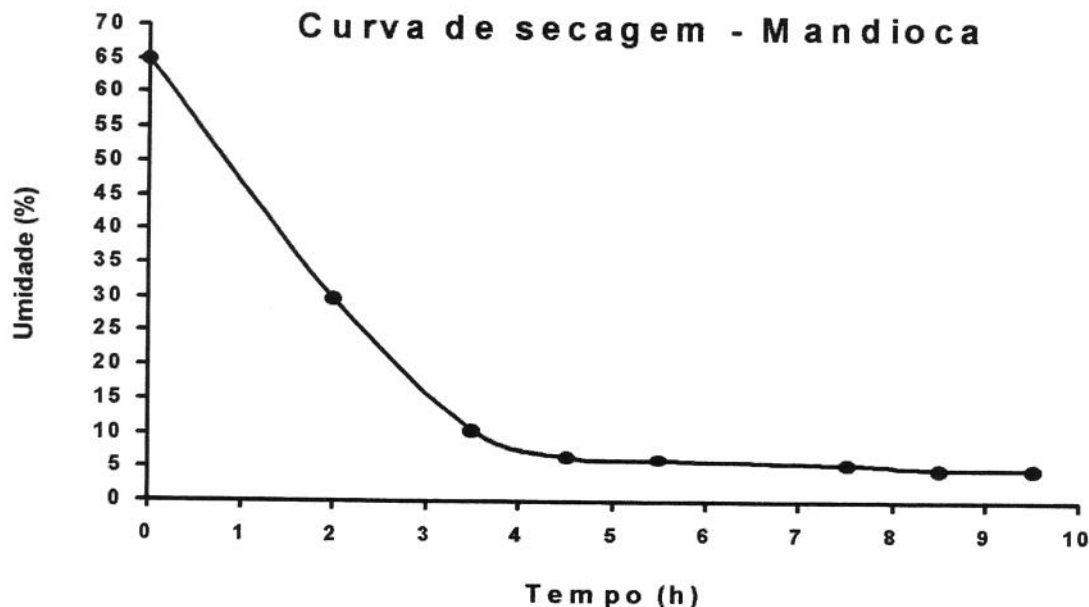


Figura 19. Curva de secagem de fatias de mandioca cozida.

A etapa de formatação dos palitos, realizada com o auxílio de uma embutideira, levou à perda de 6,0%, em relação a quantidade de massa que entrou no

equipamento. Esta perda ocorreu devido à dificuldade de retirada da massa que se depositava no funil de formatação dos palitos.

A operação de congelamento, nos palitos de polpa de mandioca congelados, provocou perda de massa da ordem de 0,9% em relação à massa da matéria-prima e da ordem de 1,3% em relação à massa de material antes do congelamento. Esta perda de massa é provocada pela desidratação da camada superficial dos alimentos, que ocorre quando estes são congelados.

Nos palitos pré-fritos congelados, as perdas de massa foram maiores. A etapa da pré-fritura provocou uma perda de massa da ordem de 6,1% em relação à matéria-prima e de 8,6% em relação ao material que entrou na pré-fritura. Enquanto as perdas com o congelamento foram da ordem 1,3% em relação à massa de matéria-prima e cerca de 2,0% quanto ao material que entrou para o congelamento. Comparando os dois processamentos, verifica-se que o produto apenas congelado apresentou um rendimento em massa 6,5% superior ao produto submetido a pré-fritura e congelamento, conforme era esperado.

Nos palitos de farinha de mandioca apenas congelados, o congelamento levou a uma perda de massa da ordem de 2,7% em relação à massa da matéria-prima e da ordem de 3,9% em relação à massa de material que entrou para o congelamento. Esta perda de massa é provocada pela desidratação da camada superficial dos alimentos, que ocorre quando estes são congelados.

Nos palitos de farinha de mandioca pré-fritos congelados, as perdas de massa também foram maiores. A etapa da pré-fritura provocou perda de massa da ordem de 8,2% em relação à matéria-prima e de 12,0% em relação ao material que entrou na pré-fritura. As perdas com o congelamento foram da ordem 2,0% em relação à massa de matéria-prima e cerca de 3,3% quanto ao material que entrou para o congelamento. Comparando-se os dois processamentos, verifica-se que o produto apenas congelado apresentou um rendimento em massa 7,5% superior ao produto submetido a pré-fritura e congelamento.

Comparando-se os fluxogramas de processamento dos dois tipos de palitos, de polpa e de farinha de mandioca, pode-se observar que as perdas de massa foram maiores para os palitos de farinha de mandioca, nos quais a água presente encontrava-se mais fracamente ligada e desta forma, mais susceptível à desidratação. Em termos de rendimento em massa de produto, o processamento de palitos de polpa congelados apresentou-se 4,2% superior aos palitos de farinha congelados e os palitos de polpa pré-fritos congelados 5,2% superior aos palitos de farinha pré-fritos congelados.

O processamento de palitos de mandioca através da estruturação da polpa cozida ou da farinha reidratada é vantajoso pois apresentou um rendimento médio de 64% em relação à massa de matéria-prima, enquanto que na obtenção de palitos a partir do corte da raiz, o rendimento encontrado por Cereda *et al.* (1990b) foi de 45%, aproximadamente 20% inferior ao encontrado neste trabalho de pesquisa.

4. 5. CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO FINAL

4.5.1. Análises químicas e físico-químicas

A Tabela 9 apresenta os resultados das análises químicas e físico-químicas dos palitos de polpa e de farinha de mandioca frescos, congelado, pré-fritos congelados e após a fritura final.

Quanto os teores de lipídeos dos palitos de polpa e de farinha de mandioca na Tabela 9, verifica-se que a absorção de óleo na etapa da pré-fritura, para os palitos de polpa foi de 5,6% e para os palitos de farinha foi de 4,6%, em relação ao teor de lipídeos do palito recém formatado, ou seja, antes da pré-fritura. Na etapa de fritura final, os palitos de polpa absorveram 4,1% e os palitos de farinha, 3,2%, em relação aos respectivos palitos pré-fritos.

Quanto ao teor de lipídeos após a fritura final, verifica-se pela Tabela 10 que o palito submetido apenas ao congelamento apresentou o menor teor, seguido pelos palitos fresco e pré-frito congelado. Tal fato pode ser explicado pela retrogradação do amido que ocorre em alimentos ricos em amido, quando estes são congelados, e é

responsável pelo encolhimento e sinérese, que provoca perda de água e conseqüente diminuição da absorção do óleo durante a fritura dos produtos (Ciacco & Cruz, [198-]).

Tabela 9. Atributos químicos e físico-químicos dos palitos de polpa e de farinha de mandioca

Polpa - Atributos	Palito Fresco	Palito Pré-Frito	Palito Pré-Frito Congelado	Palito Após Fritura Final
Umidade (g/100g)	63,6 (0,1)*	54,2 (0,1)*	52,2(0,5)*	39,5 (0,0)*
Lipídeos Totais (g/100g)	2,3 (0,1)*	8,5 (0,0)*	8,9 (0,0)*	13,0 (0,2)*
Açúcar Total (g/100g)	2,3 (0,2)*	-	-	2,7 (0,0)*
Açúcares Redutores (g/100g)	0,42 (0,3)*	-	-	0,7 (0,0)*
Acidez (ml NaOH 1N/100g)	1,0 (0,0)*	-	-	1,4 (0,1)*
pH (solução 10%)	6,9 (0,0)*	-	-	6,3 (0,0)*
Amido(g/100g)	30,4	-	-	42,7
Sólidos Totais (g/100g)	36,4	-	-	60,2
Farinha - Atributos	Palito Fresco	Palito Pré-Frito	Palito Pré-Frito Congelado	Palito Após Fritura Final
Umidade (g/100g)	64,9 (0,8)*	55,3 (0,1)*	52,9 (0,1)*	44,5 (0,4)*
Lipídeos Totais (g/100g)	3,1 (0,1)*	7,7 (0,0)*	8,1 (0,0)*	11,3 (0,2)*
Açúcar Total (g/100g)	1,3 (0,1)*	-	-	1,7 (0,3)*
Açúcares Redutores (g/100g)	0,3 (0,1)*	-	-	0,46 (0,0)*
Acidez Total (g/100g)	0,5 (0,0)*	-	-	0,7 (0,0)*
pH (solução 10%)	6,3 (0,0)*	-	-	5,5 (0,1)*
Amido(g/100g)	29,9(0,3)			41,3(0,2)
Sólidos Totais (g/100g)	35,1	-	-	55,5

*Média de duas repetições analíticas (estimativa de desvio padrão)

A Tabela 10 apresenta os resultados dos teores de umidade e gordura dos palitos de mandioca.

Tabela 10. Teores de umidade e gordura após fritura final dos palitos de mandioca

Umidade (g/100g)		
	Polpa	Farinha
PF – Palito Fresco	63,4 (0,1)*	67,7 (0,0)*
PF Após Fritura Final	40,7 (0,6)*	44,7 (0,1)*
PC – Palito Congelado	62,9 (0,1)*	64,5 (0,1)*
PC Após Fritura Final	44,2 (0,1)*	48,4 (1,0)*
PFC – Palito Pré-Frito Congelado	54,1 (0,7)*	54,6 (0,1)*
PFC Após Fritura Final	38,8 (0,5)*	43,2 (1,0)*

Lipídeos Totais (g/100g)		
	Polpa	Farinha
PF Após Fritura Final	13,0 (0,1)*	11,3 (0,2)*
PC Após Fritura Final	9,4 (0,1)*	8,7 (0,1)*
PFC Após Fritura Final	14,3 (0,3)*	11,8 (0,1)*

*Média de duas repetições analíticas (estimativa de desvio padrão)

Embora a etapa da pré-fritura tenha propiciado uma maior absorção de gordura no produto final, tanto para os palitos de polpa como para os de farinha, ela o protege quanto à retrogradação durante o armazenamento congelado, evitando uma desidratação demasiada de sua camada superficial, que poderia causar danos na textura do mesmo.

Para todas as amostras avaliadas, os palitos de farinha apresentaram menor absorção de gordura, que é uma vantagem do ponto de vista nutricional.

4.5.2. Análises físicas

a) Avaliação de textura:

Os resultados obtidos nas determinações de textura dos palitos de polpa e de farinha de mandioca frescos, congelados e pré-fritos congelados estão dispostos na Tabela 11.

Tabela 11. Resistência ao corte dos palitos de polpa de farinha de mandioca (determinação objetiva).

Amostras	Resistência ao corte(g) ¹		
	Tempo após a fritura final (min.)		
Polpa	3,0	6,0	9,0
PF – Palito Fresco	4385,13 ± 28,37 ^{aa}	3614,50 ± 1298,49 ^{aa}	3834,72 ± 836,32 ^{aa}
PC –Palito Congelado	4160,75 ± 109,1 ^{aa}	3944,33 ± 527,33 ^{aa}	2722,33 ± 33,67 ^{aa}
PFC –Palito Pré-Frito Congelado	3597,09 ± 53,83 ^{aa}	3317,89 ± 1367,23 ^{aa}	2866,00 ± 318,22 ^{aa}
Farinha	3,0	6,0	9,0
PF – Palito Fresco	2404,80 ± 479,79 ^{aa}	1871,26 ± 166,68 ^{aa}	2132,58 ± 297,35 ^{aa}
PC –Palito Congelado	4299,80 ± 244,18 ^{ba}	2238,50 ± 430,19 ^{ab}	2400,61 ± 461,14 ^{ab}
PFC –Palito Pré-Frito Congelado	1517,31 ± 178,82 ^{aa}	1062,6 ± 128,55 ^{aa}	1259,77 ± 96,87 ^{aa}

1 .Resultado médio de três determinações ± erro padrão da média. Médias seguidas com a mesma letra na vertical (comparação entre as amostras) e na horizontal em *itálico* (comparação entre os tempo de espera) não diferem significativamente ao nível de erro de 5%.

Os resultados apresentados na Tabela 11 mostram que o congelamento e a pré-fritura +congelamento, para os palitos de polpa de mandioca, não provocaram alterações que pudessem ser detectadas pela avaliação objetiva da textura. Os resultados não diferiram significativamente tanto na comparação entre as amostras como na comparação entre os tempos de espera.

Os palitos de farinha de mandioca apresentaram comportamento distinto após 3 minutos da fritura, não sendo detectadas diferenças estatisticamente significativas ao nível de 5% após 6 e 9 minutos. Após 3 minutos da fritura, as amostras congeladas

diferiram significativamente ao nível de 5% da amostra fresca e da pré-frita congelada, apresentado maior resistência ao corte. Quanto ao tempo de espera, as amostras de palitos frescos e pré-fritos congelados também mantiveram-se estáveis, apresentando valores de textura semelhantes durante os tempos analisados. Entretanto, a amostra de palito congelado apresentou redução significativa ao nível de erro de 5% da resistência ao corte aos 6 e 9 minutos de tempo de espera em relação ao tempo de 3 minutos, indicando perda de crocância destas amostras, uma vez que a resistência ao corte representa a crocância da crosta de produtos fritos.

Estes resultados indicam que do ponto de vista de textura, os palitos de polpa de mandioca mantiveram-se adequados ao consumo até nove minutos após a fritura final, enquanto os palitos de farinha de mandioca, perderam a crocância 3 minutos após a fritura final.

b) Avaliação de cor:

Os resultados obtidos nas determinações de cor dos palitos de polpa e de farinha de mandioca frescos, congelados e pré-fritos congelados estão dispostos na Tabela 12.

Tabela 12. Parâmetros de cor dos palitos de polpa de farinha de mandioca

Amostras	Cor		
Polpa	L*	a*	b*
PF – Palito Fresco	48,29 ± 1,04 ^b	3,11 ± 0,30 ^a	22,67 ± 0,76 ^a
PC – Palito Congelado	57,45 ± 2,27 ^a	1,26 ± 0,28 ^b	20,92 ± 0,74 ^a
PFC – Palito Pré-Frito Congelado	49,93 ± 0,87 ^b	1,45 ± 0,16 ^b	23,04 ± 0,44 ^a
Farinha	L*	a*	b*
PF – Palito Fresco	50,39 ± 0,77 ^a	1,36 ± 0,18 ^a	18,48 ± 0,22 ^a
PC – Palito Congelado	49,21 ± 1,09 ^a	0,76 ± 0,11 ^a	21,70 ± 0,68 ^b
PFC – Palito Pré-Frito Congelado	46,79 ± 0,86 ^a	1,05 ± 0,16 ^a	18,50 ± 0,75 ^a

Médias de seis determinações ± erro padrão da média. Médias seguidas com a mesma letra na vertical (comparação entre as amostras) não diferem significativamente ao nível de erro de 5%.

Para as amostras de palitos de polpa de mandioca, observa-se na Tabela 12 que os palitos de polpa de mandioca congelados apresentaram o maior valor de L (luminosidade) e diferiram significativamente das outras duas amostras. Quanto maior esse valor, mais clara a cor do produto (Tauszig, 2000). Para as amostras de palitos de farinha de mandioca, não foi verificada diferença significativa para os parâmetros L e a^* , enquanto para o parâmetro b^* (verde), os palitos congelados diferiram significativamente das outras duas amostras, apresentando um valor maior para este parâmetro, indicando uma coloração esverdeado e indesejável neste tipo de produto.

Comparando-se os resultados verifica-se que os palitos de polpa, especialmente a amostra de palitos frescos, que não foram submetidos a nenhum processo de conservação, apresentaram maior valor de a^* (vermelho), o que indica uma coloração mais atraente, tendendo para o amarelo dourado, conforme é o desejado para produtos fritos.

4.5.3. Análises sensoriais

a) Teste Triangular

A Tabela 13 apresenta os resultados dos testes triangulares entre amostras de palitos de polpa e de farinha de mandioca antes de serem congelados, após o congelamento e após a pré-fritura e o congelamento.

Os resultados dos testes triangulares apresentados na Tabela 13 mostram que para os palitos de polpa de mandioca, o congelamento e a pré-fritura + congelamento provocaram alterações perceptíveis ao nível de 5% de probabilidade. Segundo os comentários dos provadores, os palitos apenas congelados, quando comparados com os palitos frescos e pré-fritos congelados, apresentavam a crosta superficial “esbranquiçada”, “mais dura”, “borrachenta” e “aderente aos dentes”, enquanto os palitos pré-fritos congelados eram mais crocantes. De acordo com Szczesniak & Kahn (1971), a crocância é um termo altamente versátil e conhecido universalmente como uma característica de textura que apresenta várias conotações positivas, como frescor e boa qualidade. Para estas amostras, os comentários não coincidem com a avaliação objetiva da textura

(Tabela 11). Do ponto de vista da avaliação objetiva da cor, a amostra de palitos de polpa congelada apresentou maior valor de L (Tabela 12), concordando com os comentários já descritos.

Tabela 13. Resultados dos testes triangulares entre palitos de polpa e de farinha de mandioca

Amostras	Julgamentos			Resultados
	Certos	Errados	Totais	5% de Probabilidade
Polpa				
PF – Palito Fresco X PC – Palito Congelado	11	6	17	Houve diferença significativa
PC – Palito Congelado X PFC – Palito Pré-frito Congelado	10	7	17	Houve diferença significativa
PF – Palito Fresco X PFC – Palito Pré-Frito Congelado	14	3	17	Houve diferença significativa
Farinha				
PF – Palito Fresco X PC – Palito Congelado	7	10	17	Não houve diferença significativa
PC – Palito Congelado X PFC – Palito Pré-Frito Congelado	10	7	17	Houve diferença significativa
PF – Palito Fresco X PFC – Palito Pré-Frito Congelado	12	5	17	Houve diferença significativa

Para os palitos de farinha de mandioca, os resultados mostraram que a pré-fritura provocou alterações significativas ao nível de 5% de probabilidade e neste caso, na opinião dos provadores, os palitos pré-fritos congelados apresentaram-se mais crocantes. Estes resultados também não coincidem com a avaliação objetiva da textura. Embora, teoricamente, a força máxima de cisalhamento, obtida no pico mais alto da curva de ruptura típica de cisalhamento de alimentos crocantes, represente a crocância da crosta destes produtos (Salgado, 2000), fatores como a heterogeneidade da massa dos palitos podem ter influenciado esta análise e, neste caso, o maior valor para a textura pode indicar que a crosta do produto estava resistente e dura.

Os resultados da avaliação sensorial indicaram que a etapa da pré-fritura melhorou a qualidade do produto final.

b) Teste de Ordenação – Preferência:

Na Tabela 14 são apresentados os resultados da avaliação de ordenação–preferência dos palitos de polpa e de farinha de mandioca, frescos, congelados e pré-fritos congelados.

Tabela 14. Resultados do teste de ordenação–preferência dos palitos de polpa e de farinha de mandioca

Amostras	Ordenação*
Polpa	
Mais preferida - PF	49,00 ^b
PFC	60,00 ^{a,b}
Menos Preferida - PC	71,00 ^a
Farinha	
Mais preferida - PF	49,00 ^b
PFC	55,00 ^{a,b}
Menos Preferida - PC	71,00 ^a

Resultado expresso como a soma total de pontuação dada pela equipe de consumidores segundo a ordem de preferência.

Valor crítico ao nível de erro 5%: 19 para as amostras de palitos de polpa e de farinha de mandioca.

A Tabela 14 mostra os resultados do teste de ordenação–preferência dos palitos de polpa e de farinha de mandioca frescos (antes do congelamento), congelados e pré-fritos congelados. Tanto nos palitos de polpa como nos de farinha, de acordo com a escala utilizada (1-melhor; 3-pior), o produto fresco foi o preferido pela equipe de provadores em relação ao produto congelado, ambos não diferiram significativamente do produto pré-frito congelado. Nesta avaliação, a menor média corresponde a maior preferência, pois foi solicitado aos provadores que ordenassem as amostras em ordem crescente de preferência. Em relação aos resultados obtidos na determinação de lipídeos totais (Tabela 10), os resultados do teste ordenação–preferência indicam que a absorção de gordura influenciou positivamente a qualidade sensorial das amostras de palito de mandioca, sugerindo que a pré-fritura+congelamento propiciam a elaboração de um produto com características sensoriais tão aceitáveis quanto o produto fresco, o que provavelmente ocorre devido ao fato de que a absorção de gordura influenciar a crocância e o sabor dos alimentos (Kinsella, 1988). A manutenção da qualidade dos produtos é objetivo de

tudo método de conservação de alimentos. Assim sendo, à partir destes resultados definiu-se como mais indicado para os testes de estabilidade ao armazenamento congelado e aceitabilidade, os palitos submetidos a pré-fritura+congelamento.

4.5.4. Efeito da adição de sal (NaCl) sobre a qualidade dos palitos de polpa de mandioca cozida e de farinha de mandioca pré-fritos congelados

4.5.4.1. Análises químicas

a) Teor de NaCl:

A Tabela 15 apresenta os resultados da avaliação do teor de NaCl (Cloreto de sódio) nos palitos de polpa e de farinha de mandioca.

Os resultados apresentados na Tabela 15 mostram os teores de NaCl, após a fritura final, dos palitos de polpa e de farinha de mandioca. Estas amostras foram preparadas com 0%, 1%, 2% e 3% de NaCl e o acréscimo de NaCl encontrado após a fritura final dos palitos é justificado pela desidratação que ocorre durante o processo de fritura.

Tabela 15. Teor final de NaCl em palitos de mandioca pré-fritos congelados processados com zero, 1, 2 e 3% de sal

Amostras	Teor Final de	Amostras	Teor Final de
Palitos de Polpa processados	Cloreto de sódio (NaCl) – (g/100g)	Palitos de Farinha	Cloreto de sódio (NaCl) – (g/100g)
Sem sal	0.024(0,0)*	sem sal	0.081(0,03)*
Com 1% de sal	1.31(0,027)*	com 1% de sal	1.38(0.016)*
Com 2% de sal	2.39(0,027)*	com 2% de sal	2.41(0,058)
Com 3% de sal	3.70(0,042)*	com 3% de sal	3.13(0,085)*

Média de três repetições analíticas(estimativa de desvio padrão).

b) Teor de lipídeos e umidade:

Os resultados apresentados na Tabela 16 mostram os teores de lipídeos e de umidade dos palitos de polpa e de farinha de mandioca após a fritura final. As

diferentes quantidades de NaCl adicionadas aos palitos não provocaram aumento de absorção de gordura ou perda excessiva de umidade. Estes resultados encontram-se na mesma faixa dos resultados obtidos por Paschoalino (1983) e Dobarganes (1994), para batatas pré-fritas congeladas, utilizando o mesmo método analítico para determinação do teor de lipídeos.

TABELA 16. Teores finais de lipídeos e umidade em palitos de mandioca pré-fritos congelados, processados com zero, 1, 2 e 3% de sal

	Amostras							
	Palitos de polpa de mandioca				Palitos de farinha de mandioca			
	Sem sal	1% sal	2% sal	3% sal	Sem sal	1% sal	2% sal	3% sal
Teor de lipídeos (%)	12,8	10,7	9,0	9,5	11,0	10,5	14,4	14,0
Umidade (%)	40,5	42,0	45,0	48,9	45,8	46,2	43,4	42,0

*Média de três repetições analíticas.

4.5.4.2. Análises sensoriais

Na Tabela 17 estão apresentados os resultados da avaliação de ordenação–preferência dos palitos de polpa e de farinha com a adição de diferentes quantidades de NaCl.

Os resultados mostram que, tanto para os palitos de polpa como para os palitos de farinha de mandioca, de acordo com a escala utilizada (1-Melhor, 4-Pior), a preferência da equipe de consumidores em potencial do produto foi para as amostras contendo 1 e 2% de cloreto de sódio. As amostras sem adição e com adição de 3% de cloreto de sódio foram consideradas as piores, em ambos os casos. Estes resultados indicam a importância da adição de sal para a qualidade sensorial dos palitos e permitiram definir a quantidade de 1% a ser utilizada nos testes de estabilidade ao armazenamento congelado e aceitabilidade.

Tabela 17. Resultados de ordenação–preferência entre palitos de polpa e de farinha de mandioca processados sem sal e com 1, 2 e 3% de sal

Amostras	Ordenação*
Polpa	
Mais preferida: 1% NaCl	38,0 ^b
2% NaCl	37,0 ^b
Menos preferida: 0% NaCl	70,0 ^a
3% NaCl	67,0 ^a
Farinha	
Mais preferida: 1% NaCl	46,0 ^a
2% NaCl	48,0 ^a
Menos preferida: 0% NaCl	88,0 ^b
3% NaCl	77,0 ^b

Resultado expresso como a soma total de pontuação dada pela equipe de consumidores segundo a ordem de preferência.

Valor crítico ao nível de erro 5%: 19 para as amostras de palitos de polpa e de farinha de mandioca.

4.5.5. Efeito do tempo de fritura final sobre a qualidade dos palitos de polpa de mandioca e de farinha de mandioca pré-fritos congelados

4.5.5.1. Análises químicas

Na Tabela 18 estão apresentados os resultados da avaliação do teor de lipídeos e umidade em amostras de palitos de polpa de mandioca e de farinha de mandioca submetidos a diferentes tempos de fritura final.

O comportamento das amostras de palitos de mandioca elaborados à partir da polpa e da farinha foi semelhante, ou seja, em ambos casos os tempos de fritura final mais longos acarretaram maior absorção de gordura por parte do produto. Os palitos de polpa apresentaram, em média, uma absorção de 10,33% de gordura a cada minuto de

acréscimo no tempo de fritura final. Para os palitos de farinha, esta absorção foi mais severa e chegou a 19,70%.

As perdas de umidade para as amostras de palitos de polpa e de farinha de mandioca, se situaram em média em, 9,8% e 11,35% respectivamente, a cada acréscimo de tempo de um minuto de fritura final. A absorção de gordura e perda de umidade durante a fritura são variáveis que influenciam diretamente as características de textura e devem ocorrer de tal forma que os produtos fritos apresentem a camada superficial crocante e a massa interior macia.

TABELA 18. Teores finais de lipídeos e umidade em palitos de mandioca pré-fritos e congelados (PFC) submetidos a diferentes tempos de fritura final

Amostras	Teor de lipídeos(%)	Umidade(%)
Polpa		
2,5 min de fritura	12,3	42,7
3,5 min de fritura	13,8	41,8
4,5 min de fritura	14,5	34,4
5,5 min de fritura	16,5	31,1
Farinha		
2,5 min de fritura	10,8	41,2
3,5 min de fritura	13,3	36,8
4,5 min de fritura	16,2	32,6
5,5 min de fritura	18,5	28,7

*Média de três repetições analíticas (estimativa de desvio-padrão).

4.5.5.2. .Análises físicas

a) Avaliação de textura:

Os resultados obtidos nas determinações em texturômetro dos palitos de polpa e de farinha de mandioca pré-fritos congelados (PFC) submetidos a diferentes tempos de fritura final são apresentados na Tabela 19.

Para as amostras de palitos de polpa de mandioca, os diferentes tempos de fritura provocaram alterações de textura. Para um tempo de espera de 3,0 minutos, os palitos submetidos a 2,5 minutos de fritura final diferiram significativamente das demais amostras e apresentaram um valor de resistência ao corte menor, conforme era esperado. As demais amostras não apresentaram diferença significativa entre si.

Quanto aos demais tempos de espera de 6,0 e 9,0 minutos, as amostras de palitos de polpa de mandioca submetidas a 2,5 e 3,5 minutos de fritura final, diferiram significativamente das amostras submetidas a 4,5 e 5,5 minutos de fritura final. O aumento do tempo de fritura final provocou o acréscimo dos valores de resistência ao corte, caracterizando o endurecimento da crosta e conseqüente perda de textura dos palitos.

No que diz respeito ao comportamento da cada amostra durante os nove minutos de avaliação, não foram verificadas diferenças significativas para nenhuma delas.

Para as amostras de palitos de farinha de mandioca não foram verificadas diferenças significativas entre os diferentes tempos de fritura final, assim como durante o período de avaliação após a fritura final.

Tabela 19. Resultados da resistência ao corte dos palitos de polpa e de farinha de mandioca pré-fritos congelados submetidos a diferentes tempos de fritura final

Amostras	Força(g) ¹		
	Tempo de espera (min.)		
	3,0	6,0	9,0
Polpa			
2,5 min de fritura	1803,27 ± 155,79 ^{aa}	1907,56 ± 566,16 ^{aa}	1773,85 ± 455,62 ^{aa}
3,5 min de fritura	2904,01 ± 169,25 ^{ba}	2207,98 ± 148,81 ^{aa}	2160,64 ± 338,26 ^{aa}
4,5 min de fritura	2671,02 ± 227,69 ^{ba}	2657,48 ± 30,00 ^{ba}	3612,02 ± 384,22 ^{ba}
5,5 min de fritura	3263,85 ± 115,96 ^{ba}	4437,08 ± 330,03 ^{ba}	4460,22 ± 406,22 ^{ba}
Farinha			
2,5 min de fritura	2292,29 ± 479,79 ^{aa}	2674,26 ± 166,68 ^{aa}	2092,51 ± 128,35 ^{aa}
3,5 min de fritura	2353,75 ± 244,18 ^{aa}	1929,13 ± 430,19 ^{aa}	1439,61 ± 101,14 ^{aa}
4,5 min de fritura	2456,08 ± 178,82 ^{aa}	1972,47 ± 128,55 ^{aa}	2162,56 ± 287,87 ^{aa}
5,5 min de fritura	2474,88 ± 176,46 ^{aa}	2686,68 ± 128,55 ^{aa}	2451,36 ± 207,10 ^{aa}

Resultado médio de três determinações ± erro padrão da média. Médias seguidas com a mesma letra na vertical (comparação entre as amostras) e na horizontal em *italico* (comparação entre os tempo de espera) não diferem significativamente ao nível de erro de 5%.

b) Avaliação de cor:

Os resultados obtidos nas determinações de cor dos palitos de polpa e de farinha de mandioca submetidos a diferentes tempos de fritura final estão dispostos na Tabela 20.

Quanto aos parâmetros L (luminosidade) e b*(amarelo), tanto para os palitos de polpa como para os de farinha, submetidos a diferentes tempos de fritura final, não foi estabelecida diferença significativa. Para o parâmetro a*(vermelho), as amostras de palitos de polpa e de farinha de mandioca apresentaram diferença significativa entre os tempos de fritura final de 2,5 e 3,5 minutos e 4,5 e 5,5 minutos. Os maiores teores de vermelho foram encontrados para as amostras submetidas a 4,5 e 5,5 minutos de fritura, indicando uma coloração mais escura destas amostras, devido às reações de caramelização dos açúcares e de Maillard que ocorreram mais intensamente nestes casos.

Tabela 20. Resultados da avaliação objetiva de cor de amostras de palitos de polpa e de farinha de mandioca pré-fritos congelados submetidos a diferentes tempos de fritura final

Amostras	Cor		
Polpa	L*	a*	b*
2,5 min de fritura	45,90 ± 1,38 ^a	0,82 ± 0,28 ^b	23,85 ± 3,00 ^a
3,5 min de fritura	46,60 ± 0,51 ^a	0,98 ± 0,36 ^b	22,42 ± 1,94 ^a
4,5 min de fritura	47,71 ± 1,45 ^a	1,64 ± 0,56 ^a	22,69 ± 1,10 ^a
5,5 min de fritura	48,21 ± 2,40 ^a	1,77 ± 0,51 ^a	22,15 ± 1,56 ^a
Farinha	L*	a*	b*
2,5 min de fritura	45,17 ± 1,09 ^a	0,75 ± 0,11 ^a	18,33 ± 1,25 ^a
3,5 min de fritura	45,77 ± 10,53 ^a	1,20 ± 0,23 ^a	19,03 ± 0,54 ^a
4,5 min de fritura	46,19 ± 0,44 ^a	2,07 ± 0,22 ^b	19,72 ± 0,33 ^a
5,5 min de fritura	47,72 ± 1,03 ^a	2,37 ± 0,17 ^b	20,12 ± 0,62 ^a

Médias de seis determinações ± erro padrão da média. Médias seguidas com a mesma letra na vertical (comparação entre as amostras) não diferem significativamente ao nível de erro de 5%.

4.5.5.3. Análises sensoriais

Na Tabela 21 estão apresentados os resultados da avaliação de ordenação–preferência dos palitos de polpa e de farinha submetidos a diferentes tempos de fritura final.

Observando os resultados mostrados na Tabela 21, pode-se verificar que em termos de tempo de fritura final, os palitos de polpa, com 2,5 minutos de fritura final foram considerados de menor preferência pela equipe de consumidores em potencial do produto e diferiram significativamente das demais, as quais não diferiram entre si ao nível de 5% de erro. Neste caso, utilizou-se uma escala onde o valor 1= melhor e 4=pior. Segundo os comentários dos provadores, esta amostra apresentava “boa crocância da camada externa, maciez na parte interna, sabor intenso de mandioca, pouco sabor de fritura”, enquanto as demais amostras foram consideradas com a “superfície dura,

amargas e com muito gosto de óleo”. Estes resultados concordam com a avaliação objetiva da textura.

Tabela 21. Resultados do teste de ordenação–preferência entre palitos de polpa e farinha de mandioca pré-fritos congelados submetidos a diferentes tempos de fritura final

Amostras	Ordenação
Polpa	
2,5 min de fritura	95,0 ^a
3,5 min de fritura	71,0 ^b
4,5 min de fritura	70,0 ^b
5,5 min de fritura	64,0 ^b
Farinha	
2,5 min de fritura	71,00 ^a
3,5 min de fritura	69,0 ^a
4,5 min de fritura	78,0 ^a
5,5 min de fritura	82,0 ^a

Resultado expresso como a soma total de pontuação dada pela equipe de consumidores segundo a ordem de preferência.

Valor crítico ao nível de erro 5%:19 para as amostras de palitos de polpa e de farinha de mandioca.

Quanto aos palitos de farinha de mandioca, não foi verificada diferença significativa ao nível de 5% entre as amostras, em termos de preferência. Estes resultados coincidem com os resultados da avaliação objetiva de textura. Desta forma, tomou-se como tempo de fritura final indicado para os palitos de polpa e de farinha de mandioca 2,5 minutos, em gordura hidrogenada à 180°C. Estas condições de fritura foram utilizadas nos testes de estabilidade ao armazenamento congelado e aceitabilidade.

4.5.6. Avaliação da estabilidade ao armazenamento congelado dos palitos de polpa de mandioca cozida e de farinha de mandioca pré-fritos congelados

4.5.6.1. Análises químicas

As determinações de umidade e dos teores de lipídeos, ácidos graxos livres e índice de peróxidos estão apresentadas nas Tabelas 22, 23, 24 e 25 respectivamente.

Tabela 22. Teor de umidade dos palitos de polpa e de farinha de mandioca pré-fritos congelados, após fritura final, com 0 e 1% de sal, durante o armazenamento congelado

Épocas de avaliação (dias)							
Amostras	1	30	60	90	120	150	180
Palitos de Polpa							
0% NaCl	40.2 ^{aa} ± 0.90	39.8 ^{ab} ± 2.34	40.1 ^{ab} ± 2.83	41.7 ^{ab} ± 1.45	41.8 ^{ab} ± 2.67	39.2 ^{ab} ± 2.37	39.9 ^{ab} ± 2.68
1% NaCl	42.0 ^{aa} ± 0.97	38.0 ^{ab} ± 1.38	39.4 ^{ab} ± 0.07	41.0 ^{ab} ± 1.31	37.8 ^{ab} ± 1.80	38.1 ^{ab} ± 1.80	35.0 ^{ab} ± 1.14
Palitos de Farinha							
0% NaCl	45.8 ^{aa} ± 1.63	39.2 ^{ab} ± 1.13	40.8 ^{ab} ± 1.25	39.0 ^{ab} ± 2.85	41.1 ^{ab} ± 1.67	38.6 ^{ab} ± 1.74	38.0 ^{ab} ± 3.38
1% NaCl	46.2 ^{aa} ± 0.85	42.7 ^{ab} ± 1.60	38.5 ^{ab} ± 1.28	38.9 ^{ab} ± 0.51	38.5 ^{ab} ± 0.56	37.3 ^{ab} ± 0.67	36.2 ^{ab} ± 0.90

Resultado médio de três determinações ± erro padrão da média. Médias seguidas com a mesma letra na vertical (comparação entre as amostras) e na horizontal em *itálico* (comparação entre as épocas de armazenamento) não diferem significativamente ao nível de erro de 1%.

Observando-se os resultados mostrados pela Tabela 22, verifica-se que o armazenamento congelado provocou perdas de umidade em todas as amostras avaliadas. Este fato é comum durante o armazenamento congelado e pode ser evitado utilizando-se embalagens que não permitam a passagem do vapor de água. Não havendo ressecamento da crosta superficial do produto, esta perda de umidade pode ser benéfica e não causar depreciação da qualidade do produto, uma vez que o teor de água tem influencia direta na absorção de óleo durante a fritura

O teor de lipídeos determinado durante os 6 meses de armazenamento congelado manteve-se estável e dentro da faixa de valores encontrada nos demais ensaios deste trabalho de pesquisa.

Tabela 23. Teor de lipídeos dos palitos de polpa e ou farinha de mandioca, pré-fritos congelados, após fritura final, com 0 e 1% de sal, durante o armazenamento congelado

Épocas de avaliação (dias)							
Amostras	1	30	60	90	120	150	180
Palitos de Polpa							
0% NaCl	11.7 ^{ab} ±0.2	11.7 ^{ab} ±0.3	11.7 ^{ab} ±0.0	10.0 ^{ab} ±0.0	10.3 ^{ab} ±0.1	11.2 ^{ab} ±0.4	11.4 ^{ab} ±0.2
1% NaCl	10.0 ^{ab} ±0.2	12.5 ^{ab} ±0.4	11.7 ^{ab} ±0.0	11.0 ^{ab} ±0.0	10.0 ^{ab} ±0.0	11.9 ^{ab} ±0.1	12.5 ^{ab} ±0.0
Palitos de Farinha							
0% NaCl	10.8 ^{ab} ±0.2	10.7 ^{ab} ±0.2	10.9 ^{ab} ±0.0	11.6 ^{ab} ±0.4	11.7 ^{ab} ±0.1	11.2 ^{ab} ±0.2	12.7 ^{ab} ±0.0
1% NaCl	10.4 ^{ab} ±0.0	9.8 ^{ab} ±0.2	9.3 ^{ab} ±0.0	11.6 ^{ab} ±0.0	12.5 ^{ab} ±0.0	12.6 ^{ab} ±0.0	11.8 ^{ab} ±0.3

Resultado médio de três determinações ± erro padrão da média. Médias seguidas com a mesma letra na vertical (comparação entre as amostras) e na horizontal em *italico* (comparação entre as épocas de armazenamento) não diferem significativamente ao nível de erro de 1%.

Tabela 24. Teor de ácidos graxos livres dos palitos de polpa e de farinha de mandioca, pré-fritos congelados, após fritura final, com 0 e 1% de sal, durante o armazenamento congelado

Épocas de avaliação (dias)							
Amostras	1	30	60	90	120	150	180
Palitos de Polpa							
0% NaCl	0.13 ^{ab} ±0.1	0.14 ^{ab} ±0.0	0.18 ^{ab} ±0.0	0.20 ^{ab} ±0.0	0.13 ^{ab} ±0.0	0.10 ^{ab} ±0.0	0.11 ^{ab} ±0.0
1% NaCl	0.14 ^{ab} ±0.1	0.14 ^{ab} ±0.0	0.12 ^{ab} ±0.0	0.13 ^{ab} ±0.0	0.14 ^{ab} ±0.0	0.10 ^{ab} ±0.0	0.11 ^{ab} ±0.0
Palitos de Farinha							
0% NaCl	0.12 ^{ab} ±0.0	0.13 ^{ab,b} ±0.0	0.10 ^{ab,b} ±0.0	0.10 ^{ab,c} ±0.0	0.11 ^{ab,b,c} ±0.0	0.08 ^{ac} ±0.0	0.10 ^{abc} ±0.0
1% NaCl	0.13 ^{ab} ±0.0	0.13 ^{ab,b} ±0.0	0.12 ^{ab,b} ±0.0	0.10 ^{ab,c} ±0.0	0.10 ^{ab,b,c} ±0.0	0.08 ^{ac} ±0.0	0.10 ^{abc} ±0.0

Resultado médio de três determinações ± erro padrão da média. Médias seguidas com a mesma letra na vertical (comparação entre as amostras) e na horizontal em *italico* (comparação entre as épocas de armazenamento) não diferem significativamente ao nível de erro de 1%.

As Tabelas 24 e 25 mostram os resultados da avaliações dos teores de ácidos graxos livres e índice de peróxidos durante os seis meses de armazenamento congelado. Durante o período de armazenamento, ocorreram oscilações destes valores. À partir do trigésimo dia de armazenamento, as amostras diferiram significativamente quanto ao teor de ácidos graxos livres. Para o índice de peróxido, as variações não foram estatisticamente significativas. Segundo Lin, (1991), quando o grau de oxidação de um óleo é medido através do índice de peróxido, este valor diminuirá ao se iniciar a decomposição dos hidroperóxidos em outros compostos como aldeídos e cetonas. Os valores de índice de peróxidos encontrados são inferiores ao padrão máximo exigido pela

Legislação Brasileira para óleos ou gordura refinadas que é igual a 10 meq/kg de produto (Brasil, 1977).

Tabela 25. Índice de peróxidos dos palitos de polpa e de farinha de mandioca, pré-fritos congelados, após fritura final, com 0 e 1% de sal, durante o armazenamento congelado

Épocas de avaliação (dias)							
Amostras	1	30	60	90	120	150	180
Palitos de Polpa							
0% NaCl	3.5 ^{aa} ± 0.0	4.3 ^{aa} ± 0.1	6.6 ^{aa} ± 0.2	6.0 ^{aa} ± 0.0	4.1 ^{aa} ± 0.1	4.9 ^{aa} ± 0.0	4.7 ^{aa} ± 0.1
1% NaCl	3.1 ^{aa} ± 0.0	4.55 ^{aa} ± 0.1	6.0 ^{aa} ± 0.2	4.86 ^{aa} ± 0.0	4.0 ^{aa} ± 0.1	5.5 ^{aa} ± 0.1	4.4 ^{aa} ± 0.0
Palitos de Farinha							
0% NaCl	5.5 ^{aa} ± 0.1	4.8 ^{aa} ± 0.0	3.0 ^{aa} ± 0.0	3.5 ^{aa} ± 0.0	4.6 ^{aa} ± 0.0	3.1 ^{aa} ± 0.0	5.2 ^{aa} ± 0.1
1% NaCl	4.8 ^{aa} ± 0.0	5.11 ^{aa} ± 0.0	3.1 ^{aa} ± 0.0	3.7 ^{aa} ± 0.0	5.8 ^{aa} ± 0.0	4.7 ^{aa} ± 0.0	8.1 ^{aa} ± 0.1

Resultado médio de três determinações ± erro padrão da média. Médias seguidas com a mesma letra na vertical (comparação entre as amostras) e na horizontal em *italico* (comparação entre as épocas de armazenamento) não diferem significativamente ao nível de erro de 1%.

4.5.6.2. Análises físicas

a) Avaliação da cor:

Os resultados da avaliação objetiva da cor dos palitos de polpa e de farinha de mandioca com e sem adição de cloreto de sódio, pré-fritos congelados, após fritura final, durante 6 meses de armazenamento congelado estão apresentados na Tabela 26. Para todas as amostras avaliadas, os resultados mostraram um aumento significativo da luminosidade (L) e, para os palitos de polpa de mandioca, aumento do valor de a*(vermelho). Embora os parâmetros a* e b* tenham apresentado diferença significativa entre os diversos períodos de armazenamento, estes valores encontram-se dentro da faixa de valores encontrada nos demais ensaios deste trabalho de pesquisa.

b) Avaliação de textura:

A Tabela 27 apresenta os resultados da avaliação de textura dos palitos de polpa e de farinha de mandioca, com e sem adição de cloreto de sódio, durante 6 meses de armazenamento congelado. Os resultados apontam que para os palitos de polpa de mandioca, aos 60 e 120 dias de armazenamento congelado, as amostras diferiram

significativamente das demais. Porém estes valores isolados não indicam a ocorrência de alterações da textura do produto durante o período de armazenamento, e sim, refletem a heterogeneidade da massa de preparo dos palitos. Para os palitos de farinha de mandioca, os resultados médios mantiveram-se estáveis durante todo o período de armazenamento.

Tabela 26. Parâmetros de cor dos palitos de polpa e de farinha de mandioca, pré-fritos congelados, após fritura final, com 0 e 1% de sal(NaCl), durante o armazenamento congelado

Época (dias)							
NaCl	Cor Polpa	0	30	60	90	120	180
0%	L	46,60 (0,21)bc	49,06 (0,69)abc	45,58 (0,89)c	46,00 (0,62)c	50,43 (1,63)ab	52,15 (1,06)a
	a	0,82 (0,11)b	0,60 (0,07)b	0,71 (0,13)b	1,09 (0,21)ab	1,44 (0,14)a	1,14 (0,09)ab
	b	22,40 (0,80)a	18,91 (0,58)b	20,22 (0,76)ab	21,19 (0,73)ab	22,59 (1,15)a	20,95 (0,73)ab
1%	L	48,73 (1,30)b	47,40 (0,79)bc	43,58 (0,46)c	43,67 (1,07)c	46,19 (0,53)cb	54,93 (1,37)a
	a	1,57 (0,1)b	1,28 (0,13)bc	1,35 (0,18)bc	1,04 (0,09)bc	0,85 (0,09)c	2,18 (0,19)a
	b	23,16 (0,92)ab	22,66 (1,01)abc	20,94 (0,54)abc	19,68 (1,10)c	19,97 (0,47)bc	23,60 (0,50)a
Época (dias)							
NaCl	Cor Farinha	0	30	60	90	120	180
0%	L	42,47 (0,56)d	43,00 (1,23)cd	46,72 (0,92)bc	49,00 (0,60)ab	49,63 (0,87)ab	51,56 (1,12)a
	a	1,24 (0,18)a	1,94 (0,39)a	1,26 (0,19)a	1,86 (0,28)a	2,04 (0,20)a	1,55 (0,22)a
	b	19,68 (0,77)a	18,05 (1,14)a	16,60 (0,53)a	18,30 (1,10)a	19,40 (0,71)a	19,51 (1,21)a
1%	L	43,74 (0,88)b	44,04 (0,70)b	49,89 (0,79)a	49,20 (0,58)ab	48,45 (0,44)a	49,82 (1,34)a
	a	1,45 (0,27)ab	1,89 (0,50)ab	2,46 (0,42)a	2,05 (0,29)a	2,20 (0,31)ab	0,89 (0,15)b
	b	17,81 (0,51)b	16,59 (0,72)b	19,74 (1,05)ab	20,03 (0,87)ab	21,57 (0,78)ab	19,62 (0,81)ab

Letra minúscula iguais horizontalmente não diferem entre si ao nível de erro de 5%.

Letra maiúscula iguais verticalmente não diferem entre si ao erro de 5%.

Letra minúscula em *italico* iguais verticalmente não diferem entre si ao erro de 5% *Valor médio dos três tempos de espera (3, 6 e 9 min.).

Tabela 27. Resistência ao corte dos palitos de polpa e de farinha de mandioca, pré-fritos congelado, após fritura final, com 0 e 1% e sal, durante o armazenamento congelado (medidas em gf, com 3 tempos de espera)

		Época (dias)						
NaCl	Cor Polpa	0	30	60	90	120	150	180
0%	3 min.	2473,6 ^{aA}	1935,3 ^{aA}	2197,4 ^{aA}	1911,8 ^{aA}	2596,5 ^{aA}	2416,9 ^{aA}	3136,3 ^{aA}
	6 min.	2699,5 ^{aA}	1668,2 ^{aA}	1934,9 ^{aA}	2421,6 ^{aA}	2717,6 ^{aA}	2155,5 ^{aAB}	3212,2 ^{aA}
	9 min.	2524,5 ^{aA}	1565,5 ^{aA}	2839,8 ^{aA}	2438,1 ^{aA}	2087,1 ^{aA}	1673,6 ^{aB}	2193,4 ^{aA}
	Média*	2565,8 ^a	1723,0 ^a	2324,0 ^b	2257,2 ^a	2467,0 ^b	2082,0 ^a	2847,3 ^a
1%	3 min.	1890,0 ^{abA}	1365,0 ^{bA}	3059,8 ^{aAB}	2720,9 ^{abA}	3327,7 ^{aA}	2124,0 ^{abA}	1338,3 ^{bA}
	6 min.	2003,8 ^{abA}	1861,1 ^{abA}	2308,8 ^{abB}	2525,9 ^{abA}	3757,7 ^{aA}	2607,7 ^{abA}	1481,3 ^{bA}
	9 min.	2302,3 ^{bA}	2242,0 ^{bA}	4343,1 ^{aA}	3045,1 ^{abA}	3116,0 ^{abA}	2002,5 ^{bA}	1694,8 ^{bA}
	Média*	2065,4 ^a	1822,7 ^a	3237,2 ^a	2764,0 ^a	3400,5 ^a	2244,7 ^a	1504,8 ^b
		Época (dias)						
NaCl	Cor Farinha	0	30	60	90	120	150	180
0%	3 min.	2300,3 ^{aA}	2146,4 ^{aA}	1521,5 ^{aA}	1317,2 ^{aA}	1896,2 ^{aA}	1651,0 ^{aA}	1509,1 ^{aA}
	6 min.	2665,1 ^{aA}	2278,9 ^{abA}	1993,6 ^{abcaA}	1835,5 ^{abcaA}	2523,2 ^{aA}	1083,6 ^{bcbB}	853,8 ^{cA}
	9 min.	1738,4 ^{aA}	1764,1 ^{aA}	2033,2 ^{aA}	1698,1 ^{aA}	1691,9 ^{aA}	1593,7 ^{aA}	1744,4 ^{aA}
	Média*	2234,6 ^a	2063,1 ^b	1849,4 ^a	1617,0 ^a	2037,1 ^a	1442,8 ^a	1369,1 ^a
1%	3 min.	2501,4 ^{aA}	2613,3 ^{aA}	1586,1 ^{aA}	1986,8 ^{aA}	1690,9 ^{aA}	1410,0 ^{aA}	1575,7 ^{aA}
	6 min.	3140,3 ^{aA}	2759,0 ^{abA}	1556,8 ^{bcaA}	1484,4 ^{bcaA}	1296,9 ^{cA}	2083,8 ^{abcaA}	1434,1 ^{bcaA}
	9 min.	2633,1 ^{abA}	2817,3 ^{aA}	2036,3 ^{abA}	1890,6 ^{abA}	1421,7 ^{bA}	1962,4 ^{abA}	1525,6 ^{bA}
	Média*	2758,3 ^a	2729,9 ^a	1726,4 ^a	1787,3 ^a	1469,8 ^b	1818,7	1511,8 ^a

Letra minúscula iguais horizontalmente não diferem entre si ao erro de 5%.
 Letra maiúscula iguais verticalmente não diferem entre si ao erro de 5%.
 Letra minúscula em itálico iguais verticalmente não diferem entre si ao erro de 5% *Valor médio dos três tempos de espera (3, 6 e 9 min.).

4.5.6.3. Análise sensorial

a) Teste de armazenamento – sabor ranço:

A Tabela 28 mostra os resultados obtidos pela avaliação sensorial, em termos de sabor ranço, realizada com os palitos de polpa e de farinha de mandioca, com e sem adição de cloreto de sódio, durante 6 meses de armazenamento congelado.

Os resultados apresentados pela Tabela 28 mostram que, de maneira geral, quanto ao desenvolvimento do gosto ranço durante os seis meses de armazenamento congelado, as amostras apresentaram um bom desempenho, ou seja, as avaliações médias dos provadores indicaram a inexistência do sabor (1= Nenhum). Tal fato pode ser justificado pelo uso, na etapa de pré-fritura dos palitos, de gordura hidrogenada que contém em sua composição agentes sinergistas, como o ácido cítrico, um agente quelante que atua como sequestrante de metais que são pró-oxidantes (Hartman, [198-]). Este tipo de gordura tem maior estabilidade à rancificação que o óleo vegetal comum, devido a menor % de ácidos graxos polinsaturados, propicia menor absorção de óleo durante a fritura, conferindo maior qualidade nutricional aos produtos fritos (O'Brien, 1995). Estas características resultam da hidrogenação, que modifica a composição do óleo e aumenta a saturação dos ácidos graxos (Moretto & Felt, 1998). De acordo com a escala utilizada nesta avaliação, ao final do período de armazenamento congelado, todas as amostras encontravam-se praticamente isentas de sabor ranço.

Tabela 28. Resultados da avaliação sensorial quanto ao sabor dos palitos de polpa e de farinha de mandioca com 0 e 1% de sal, pré-fritos congelados durante o armazenamento congelado

Épocas de armazenamento (dias) – Médias das notas dos provadores								
Amostras	0	30	60	90	120	150	180	F
Palitos de Polpa								
0% NaCl	0.16 ^a	0.13 ^a	0.27 ^a	0.19 ^a	0.57 ^b	0.35 ^{a,b}	0.12 ^a	3.40*
1% NaCl	0.15 ^a	0.17 ^a	0.11 ^a	0.25 ^a	1.28 ^b	0.58 ^a	0.18 ^a	6.61*
Palitos de Farinha								
0% NaCl	0.29	0.75	0.55	0.28	0.30	0.48	0.85	1.78 ^{n.s.}
1% NaCl	0.41 ^a	0.38 ^a	0.48 ^a	0.51 ^a	0.51 ^a	0.75 ^a	1.34 ^b	4.20*

Médias seguidas com a mesma letra na vertical (comparação entre as amostras) e na horizontal em *itálico* (comparação entre as épocas de armazenamento) não diferem significativamente ao nível de erro de 5%.

b) Teste de aceitabilidade:

Para avaliar a aceitabilidade das amostras de palitos recém processados de polpa e de farinha de mandioca com e sem adição de sal (NaCl), pré-fritos congelados, foram julgados, através de escala hedônica, os atributos de maciez, crocância, gosto salgado, sensação de oleosidade na boca, sabor de mandioca, aparência geral, cor, aroma, textura geral e sabor geral. Estes resultados estão apresentados na Tabela 29 e nos histogramas de frequência apresentados nas Figuras 20 a 29.

Tabela 29. Resultados do teste de aceitabilidade de palitos de polpa e de farinha de mandioca pré-fritos congelados

Médias das notas dos provadores					
Amostras					
Atributos	POLPA		FARINHA		F
	SEM SAL	1% (P/P) SAL	SEM SAL	1% (P/P) SAL	
Maciez	2.97	2.95	2.75	2.83	0.61 ^{n.s.}
Crocância	3.58 ^{a,b}	3.17 ^b	3.63 ^a	3.35 ^{a,b}	3.36*
Gosto salgado	1.58 ^b	2.55 ^a	1.58 ^b	2.67 ^a	28.25*
Sensação de oleosidade	2.88	3.03	3.13	2.97	0.70 ^{n.s.}
Sabor de mandioca	2.08 ^b	2.75 ^a	2.17 ^b	2.63 ^a	8.08*
Aparência geral	5.88	5.88	5.78	5.75	0.23 ^{n.s.}
Cor	5.78	5.90	5.78	5.88	0.39 ^{n.s.}
Aroma	5.13 ^b	5.68 ^a	5.10 ^b	5.50 ^{a,b}	4.93*
Textura	5.28 ^{b,c}	6.07 ^a	5.05 ^c	5.82 ^{a,b}	6.94*
Sabor	4.25 ^b	6.05 ^a	3.83 ^b	5.82 ^a	30.27*

Notas seguidas da mesma letra na horizontal (comparação entre as amostras) não diferem significativamente ao nível de erro de 5%; n.s. → Não significativo.

Os resultados da Análise de Variância (Testes F e Tukey) apresentados na Tabela 29 mostram que para os atributos maciez, sensação de oleosidade, aparência geral e cor não foi encontrada diferença significativa entre as amostras de palito de polpa e de farinha de mandioca, em termos de preferência.

Em termos de crocância, as amostras apresentaram diferença estatisticamente significativa ao nível de erro de 5% entre si e a amostra preferida foi o palito de farinha de mandioca com adição de sal, obtendo média 3,63, correspondente ao termo "Crocante do jeito que eu gosto" na escala utilizada para esta avaliação.

Para o atributo sensação de oleosidade, não foi detectada diferença estatisticamente significativa ao nível de erro de 5% entre as amostras, mas através da Figura 24, verifica-se que as amostras de palitos de polpa e de farinha de mandioca com 1% de sal obtiveram maiores freqüências notas correspondentes ao termo "Oleoso do jeito que eu gosto". Por se tratar de produtos fritos, este é um atributo que influencia diretamente sua qualidade. Desta forma, estes resultados indicam que a quantidade de gordura absorvida nas etapas de pré-fritura e fritura final foram adequadas, não interferindo na qualidade dos mesmos.

Quanto ao atributo sabor de mandioca, pode-se verificar que a diferença estatisticamente significativa ao nível de erro de 5% apresentada entre as amostras teve influência da adição de sal, ou seja, a diferença entre o gosto da polpa e o gosto da farinha de mandioca não foi observada, porém a presença de sal corresponde ao sabor de mandioca "do jeito que eu gosto" na escala utilizada, enquanto as amostras sem adição de sal alcançaram médias correspondentes a "Um pouco mais fraco do que eu gosto". Quanto à aceitação dos palitos de polpa e de farinha de mandioca, para os atributos aparência geral e cor geral não foi detectada diferença estatisticamente significativa ao nível de erro de 5% entre as amostras (Tabela 29). De acordo com os resultados apresentados pelos histogramas de freqüência de notas para estes atributos apresentados pelas Figuras 25 e 26, a maior percentagem de notas correspondeu ao termo "gostei" da escala utilizada.

Para os atributos aroma, textura e sabor geral as amostras diferiram significativamente ao nível de erro de 5%. Observando estes resultados, pode-se verificar que a diferença encontrada ocorreu entre as amostras com e sem adição de sal (NaCl). Este resultados indicam que em termos de aceitação, o sabor dos palitos de polpa e de farinha de mandioca com 1% de NaCl foram bem aceitos pelo grupo de consumidores em potencial que avaliou o produto. A amostra, palitos de polpa de mandioca com 1% de NaCl, apresentou maior grau de aceitação, tendo obtido 77,5% das notas recebidas correspondentes aos termos "gostei" e "gostei muito" da escala utilizada, conforme mostra a Figura 29. A amostra de palitos de farinha de mandioca com 1% de NaCl não apresentou diferença significativa quando comparada com a amostra de palitos de polpa com 1% de NaCl e obteve 75% das notas recebidas correspondentes aos termos "gostei"

apresentou diferença significativa quando comparada com a amostra de palitos de polpa com 1% de NaCl e obteve 75% das notas recebidas correspondentes aos termos “gostei” e “gostei muito” da escala utilizada, conforme mostra a Figura 29. As amostras sem adição de sal obtiveram médias correspondentes a “não gostei nem desgostei” para o atributo sabor e “gostei pouco” para o aroma e textura. Em um teste de aceitação, para que uma amostra seja considerada aceitável é necessário que 75% dos julgamentos dos provadores correspondam ao termo “gostar” da escala hedônica utilizada.

As Figuras 30 e 31 mostram os palitos de polpa e de farinha de mandioca, submetidos ao congelamento, à pré-fritura + congelamento e após a fritura final.

Notas	Maciez	POLPA		FARINHA	
		0% de sal	1% de sal	0% de sal	1% de sal
1	Muito mais macio do que eu gosto	5,0	2,5	15,0	7,5
2	Um pouco mais macio do que eu gosto	20,0	15,0	20,0	20,0
3	Macio do jeito que eu gosto	47,5	72,5	42,5	57,5
4	Um pouco menos macio do que eu gosto	27,5	5,0	20,0	12,5
5	Muito menos macio do que eu gosto	0,0	5,0	2,5	2,5

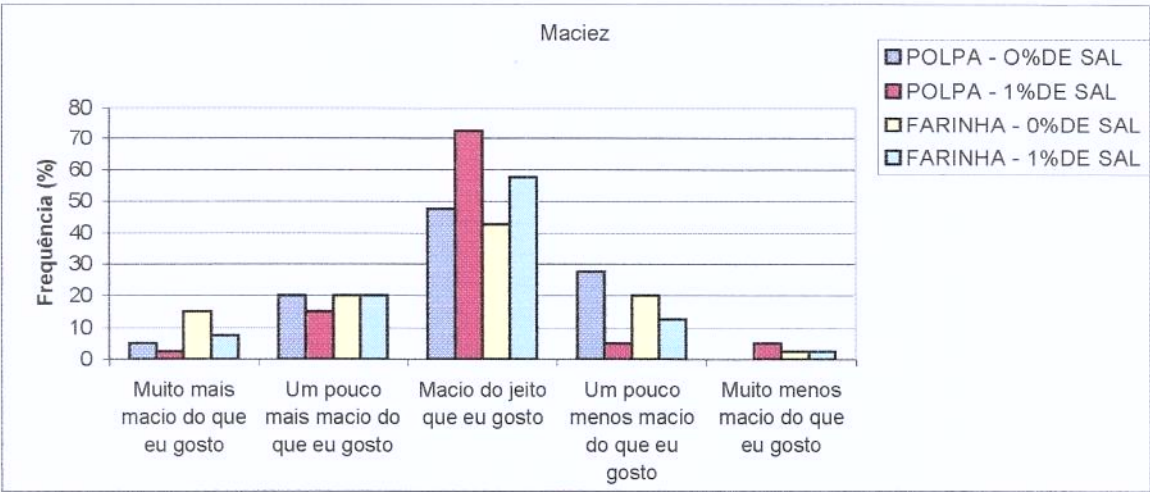


Figura 20. Histograma de frequência de notas da avaliação de aceitabilidade - Maciez

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

Notas	Crocância	POLPA		FARINHA	
		0% de sal	1% de sal	0% de sal	1% de sal
1	Muito mais crocante do que eu gosto	2,5	2,5	0,0	2,5
2	Um pouco mais crocante do que eu gosto	5,0	5,0	5,0	5,0
3	Crocante do jeito que eu gosto	37,5	72,5	37,5	55,0
4	Um pouco menos crocante do que eu gosto	42,5	12,5	47,5	30,0
5	Muito menos crocante do que eu gosto	12,5	7,5	10,0	7,5

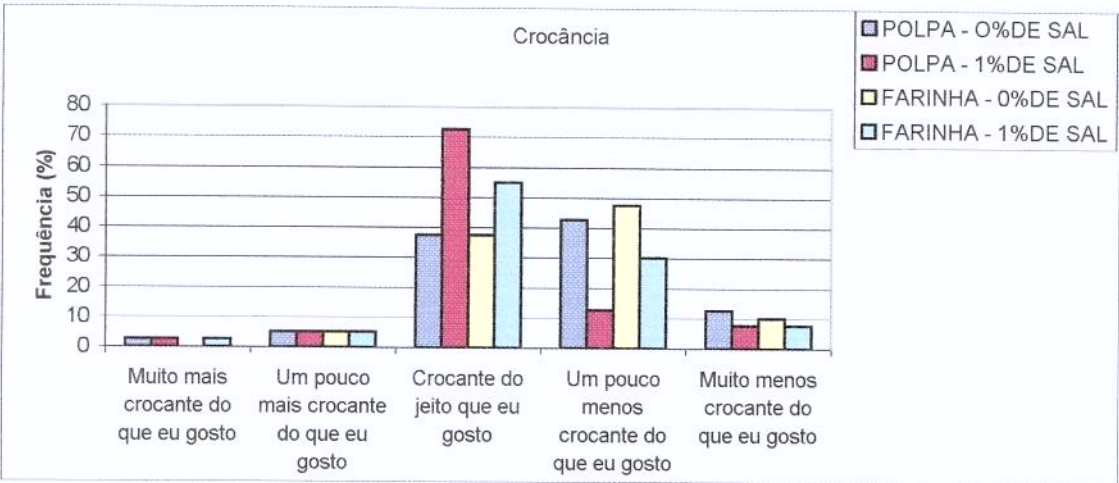


Figura 21. Histograma de frequência de notas da avaliação de aceitabilidade – Crocância

Notas	Salgado	POLPA		FARINHA	
		0% de sal	1% de sal	0% de sal	1% de sal
1	Muito mais salgado do que eu gosto	60,0	10,0	57,5	5,0
2	Um pouco mais salgado do que eu gosto	27,5	25,0	37,5	27,5
3	Salgado do jeito que eu gosto	10,0	65,0	0,0	62,5
4	Um pouco menos salgado do que eu gosto	0,0	0,0	0,0	5,0
5	Muito menos salgado do que eu gosto	2,5	0,0	5,0	0,0

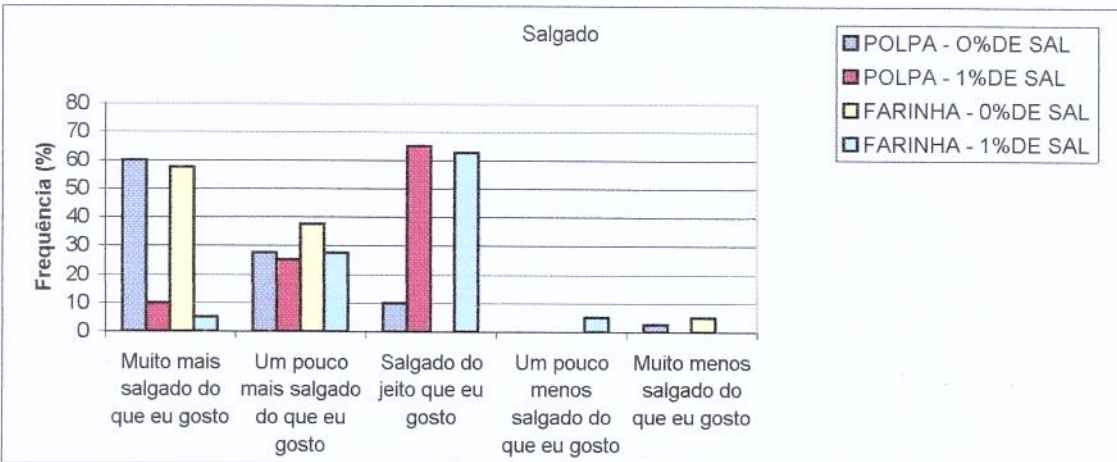


Figura 22. Histograma de frequência de notas da avaliação de aceitabilidade – Gosto salgado

Notas	Sensação de oleosidade	POLPA		FARINHA	
		0% de sal	1% de sal	0% de sal	1% de sal
1	Muito mais oleoso do que eu gosto	12,5	0,0	7,5	5,0
2	Um pouco mais oleoso do que eu gosto	25,0	17,5	20,0	17,5
3	Oleoso do jeito que eu gosto	32,5	65,0	40,0	55,0
4	Um pouco menos oleoso do que eu gosto	22,5	15,0	17,5	20,0
5	Muito menos oleoso do que eu gosto	7,5	2,5	15,0	2,5

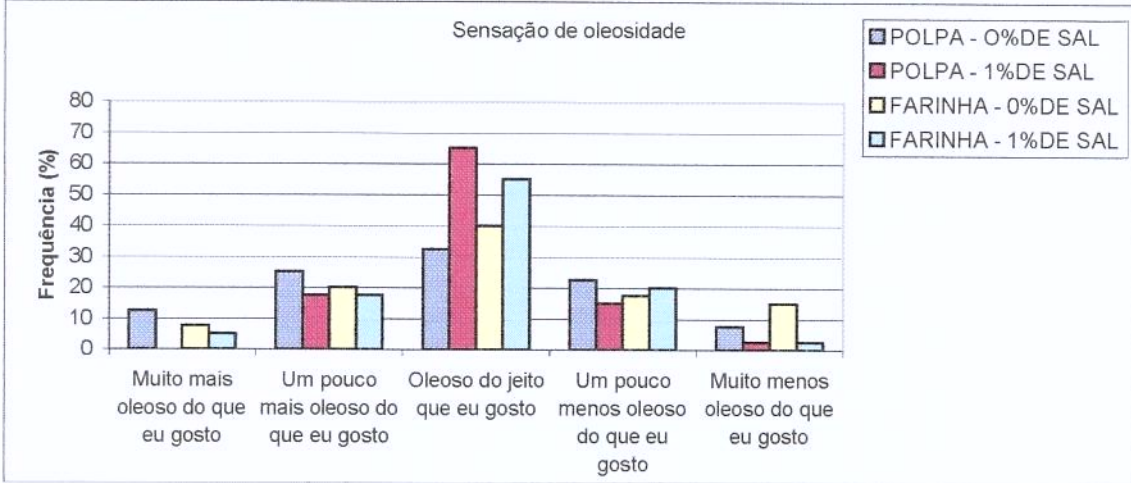


Figura 23. Histograma de frequência de notas da avaliação de aceitabilidade – Sensação de oleosidade

Notas	Sabor de mandioca	POLPA		FARINHA	
		0% de sal	1% de sal	0% de sal	1% de sal
1	Muito mais fraco do que eu gosto	32,5	0,0	32,5	2,5
2	Um pouco mais fraco do que eu gosto	35,0	30,0	35,0	40,0
3	Sabor do jeito que eu gosto	27,5	65,0	20,0	50,0
4	Um pouco mais forte do que eu gosto	2,5	5,0	7,5	7,5
5	Muito mais forte do que eu gosto	2,5	0,0	5,0	0,0

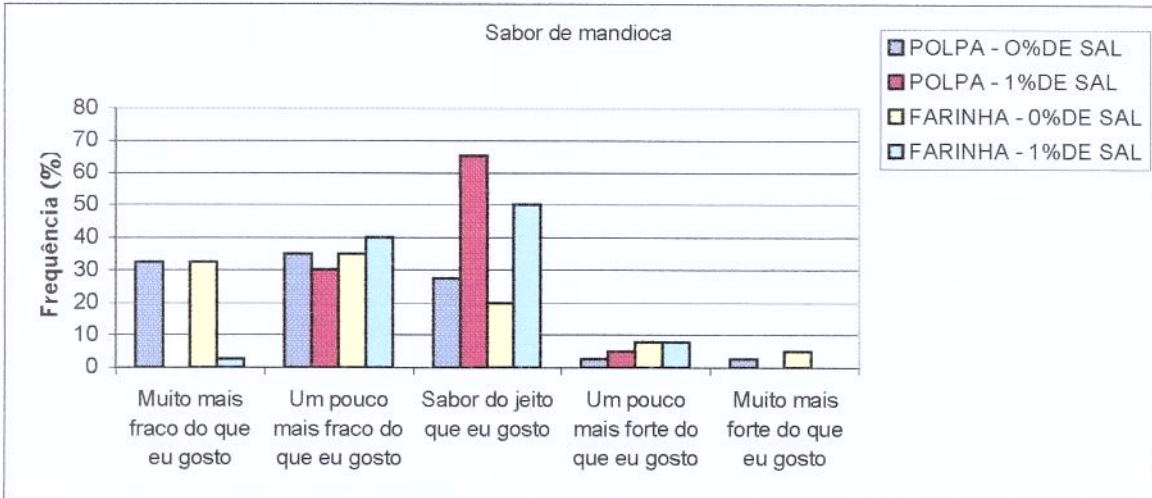


Figura 24. Histograma de frequência de notas da avaliação de aceitabilidade – Sabor de mandioca

Notas	Aparência geral	POLPA		FARINHA	
		0% de sal	1% de sal	0% de sal	1% de sal
1	Desgostei muito	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Desgostei	0,0	5,0	2,5	0,0
3	Desgostei pouco	5,0	5,0	5,0	7,5
4	Não gostei nem desgostei	5,0	2,5	2,5	5,0
5	Gostei pouco	15,0	5,0	15,0	7,5
6	Gostei	47,5	50,0	52,5	65,0
7	Gostei muito	27,5	32,5	22,5	15,0

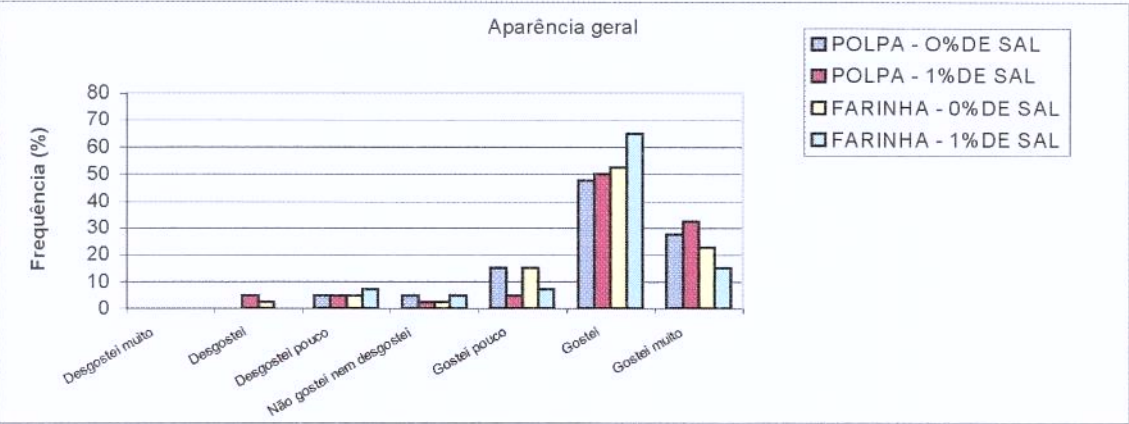


Figura 25. Histograma de frequência de notas da avaliação de aceitabilidade – Aparência geral

Notas	Cor geral	POLPA		FARINHA	
		0% de sal	1% de sal	0% de sal	1% de sal
1	Desgostei muito	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Desgostei	0,0	0,0	2,5	2,5
3	Desgostei pouco	7,5	2,5	2,5	0,0
4	Não gostei nem desgostei	2,5	10,0	7,5	5,0
5	Gostei pouco	20,0	17,5	7,5	15,0
6	Gostei	45,0	35,0	62,5	55,0
7	Gostei muito	25,0	35,0	17,5	22,5

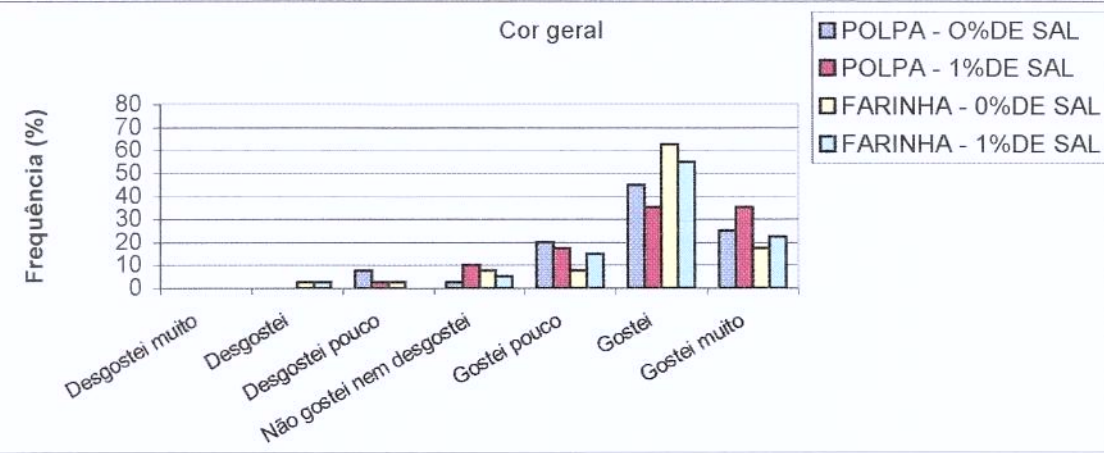


Figura 26. Histograma de frequência de notas da avaliação de aceitabilidade – Cor geral

Notas	Aroma geral	POLPA		FARINHA	
		0% de sal	1% de sal	0% de sal	1% de sal
1	Desgostei muito	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Desgostei	2,5	2,5	7,5	5,0
3	Desgostei pouco	12,5	5,0	5,0	0,0
4	Não gostei nem desgostei	20,0	15,0	12,5	10,0
5	Gostei pouco	15,0	5,0	27,5	25,0
6	Gostei	35,0	45,0	40,0	45,0
7	Gostei muito	15,0	27,5	7,5	15,0

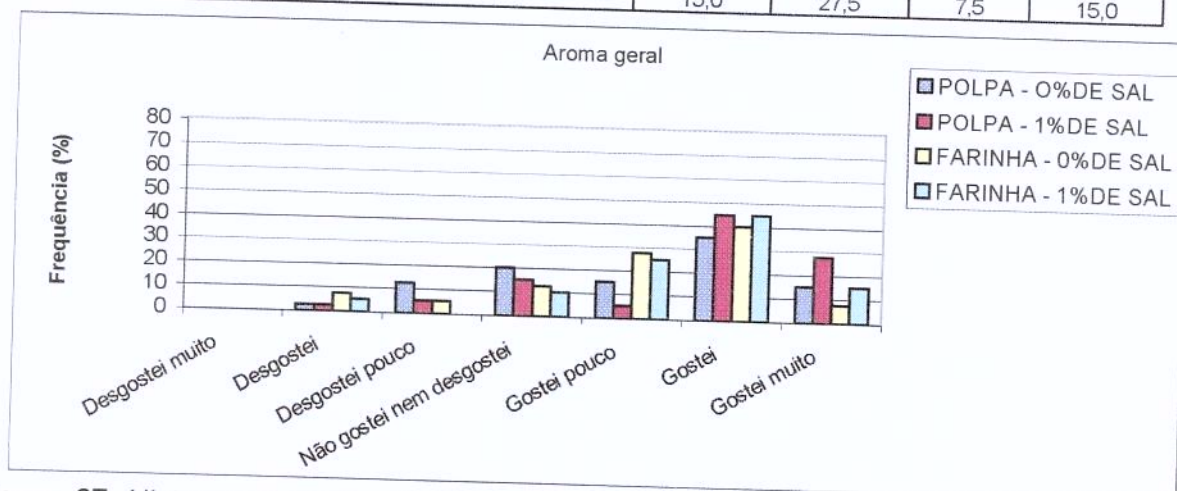


Figura 27. Histograma de frequência de notas da avaliação de aceitabilidade – Aroma geral

Notas	Textura geral	POLPA		FARINHA	
		0% de sal	1% de sal	0% de sal	1% de sal
1	Desgostei muito	5,0	0,0	2,5	0,0
2	Desgostei	0,0	0,0	2,5	5,0
3	Desgostei pouco	12,5	2,5	10,0	0,0
4	Não gostei nem desgostei	2,5	5,0	15,0	7,5
5	Gostei pouco	27,5	7,5	22,5	15,0
6	Gostei	30,0	52,5	37,5	40,0
7	Gostei muito	22,5	32,5	10,0	32,5

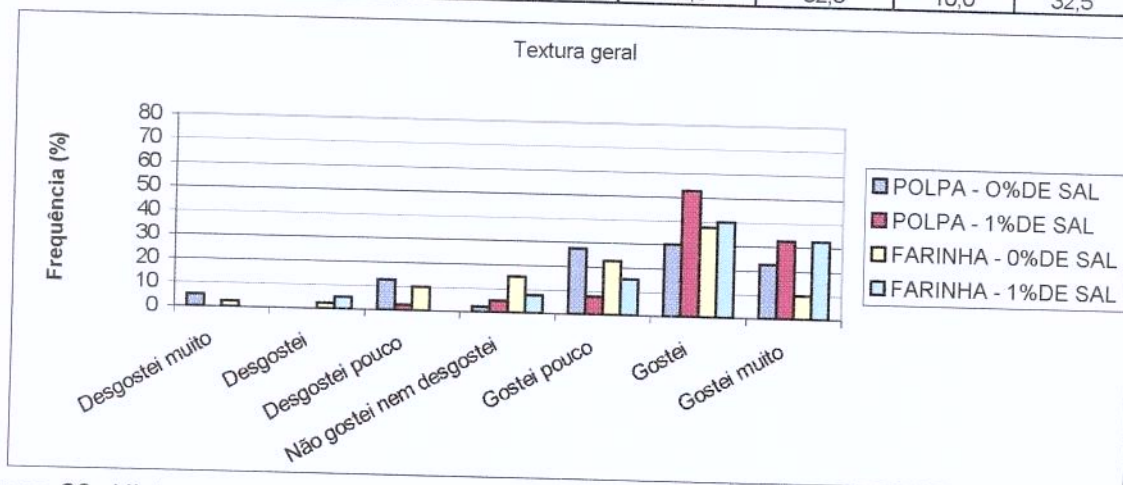


Figura 28. Histograma de frequência de notas da avaliação de aceitabilidade – Textura geral

Notas	Sabor Geral	POLPA		FARINHA	
		0% de sal	1% de sal	0% de sal	1% de sal
1	Desgostei muito	7,5	0,0	10,0	2,5
2	Desgostei	15,0	2,5	12,5	0,0
3	Desgostei pouco	15,0	2,5	22,5	5,0
4	Não gostei nem desgostei	10,0	2,5	12,5	5,0
5	Gostei pouco	25,0	15,0	27,5	12,5
6	Gostei	15,0	35,0	12,5	42,5
7	Gostei muito	12,5	42,5	2,5	32,5

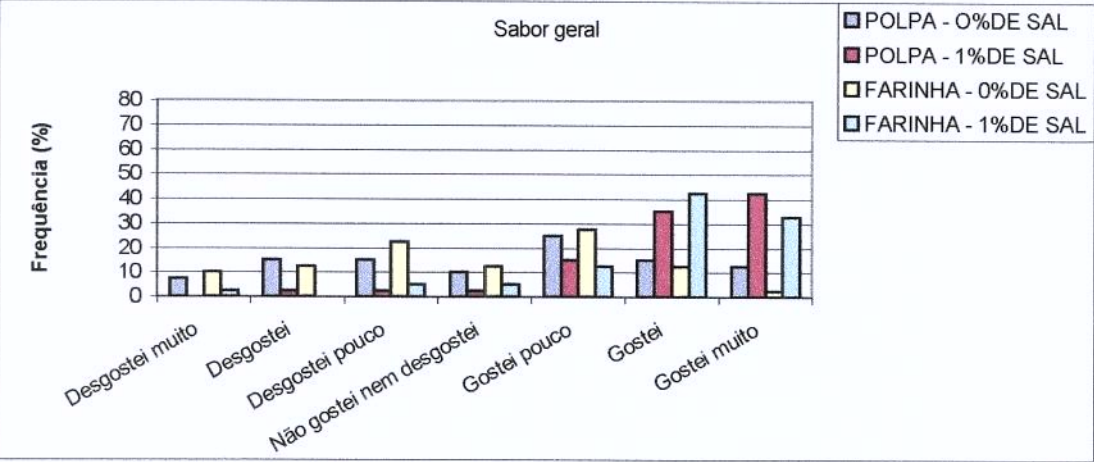


Figura 29. Histograma de frequência de notas da avaliação de aceitabilidade – Sabor geral



Figura 30. Produto final – Palitos de polpa de mandioca



Figura 31. Produto final – Palitos de farinha de mandioca

5. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos neste trabalho de pesquisa pode-se concluir que:

- O processamento de palitos estruturados ou formatados, utilizando-se polpa de mandioca cozida ou farinha pré-gelatinizada, apresenta um bom rendimento, em termos de massa dos produtos pré-fritos e congelados por massa de matéria-prima, 15% superior ao obtido no processamento de palitos à partir da raiz cortada em cubos;
- A etapa da pré-fritura antes do congelamento trouxe benefícios ao processamento dos palitos de polpa e de farinha de mandioca, tomando-os sensorialmente semelhantes aos produtos frescos;
- A substituição da polpa cozida pela farinha pré-gelatinizada para elaboração de palitos é possível, conforme demonstraram as avaliações químicas, físicas e especialmente sensoriais, oferecendo as vantagens de evitar os problemas de alta perecibilidade e desuniformidade de gelatinização que ocorre durante o cozimento da raiz ;
- Do ponto de vista do processo de congelamento, o período de tempo necessário para atingir -25°C para os palitos de farinha de mandioca foi inferior ao dos palitos de polpa, o que representa uma vantagem econômica para o produto;
- A adição de 1% de cloreto de sódio melhorou a aceitação dos palitos de polpa e de farinha de mandioca e não interferiu em sua estabilidade ao armazenamento congelado;
- O tempo de fritura final de 2,5 minutos em gordura hidrogenada a 180°C, é suficiente para conferir aos palitos de polpa e de farinha de mandioca cor e textura sensorialmente aceitáveis;
- Os palitos de polpa e de farinha de mandioca mantiveram-se estáveis, quanto aos desenvolvimento do gosto ranço, sendo considerados aceitáveis quanto a este aspecto durante os 6 meses de armazenamento congelado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Aproved methods**. 8 ed. Saint Paul, 1990.
2. AACC. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Aproved methods**. 9 ed. Saint Paul, 1995.
3. AGUIRRE, J. M. de Desidratação de hortaliças. In: AGUIRRE, J. M. de & GASPARINO FILHO, J. **Desidratação de frutas e hortaliças – Manual Técnico**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1997. cap. 4, p. 1-43.
4. ALMAZAN, A. M. Influence of sugar and cyanide concentrations and paste viscosities of cassava flour on fried cassava chip quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 42, n.1, p. 67-75, 1988.
5. AMENY, M. A. Traditional post-harvest technology of cassava in Uganda. **Tropical Science**, London, v.30, n.1, p.41-50, 1990.
6. ANJOS, V. D. de A. Avaliação instrumental de textura em alimentos. In: MOURA, S. C. S. R. de & VISSOTTO, F. Z. **Seminário Propriedades Termofísicas Aplicadas na Garantia da Qualidade dos Alimentos**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2000.
7. AOAC. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF THE ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 15 ed. Arlington, Virginia, 1990
8. AOAC. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS OF THE ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. 16 ed. Arlington, Virginia, 1998.
9. AOCS. OFFICIAL METHODS AND RECOMENDED PRACTICES OF THE AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY. 5 ed. Vol I-II, Champaign, 1998.

10. AVANCES SOBRE ALMIDON DE YUCA, 1991, Cali. **Resumos...** Cali: Centre d'études et d' Experimentation en Mecanisation Agricole et technologie Alimentaire, 1991.
11. BALAGOPALAN, C.; PADMAJA, G.; NANDA, S.K. & MOORTHY, S.N. Cassava Foods. In: BALAGOPALAN, C. *et al.* (Ed.) **Cassava in food, feed and industry**. Boca Raton: CRC Press, 1988. cap.8, p.97-100, 103-111.
12. BENDER, F. E.; DOUGLASS, L. W. & KRAMER, A. Factorial Experiments. In: BENDER, F. E.; DOUGLASS, L. W. & KRAMER, A. **Statistical Methods for Food Agriculture**. Westpor: Avi Pu. Co., 1982. cap. 9, p.129.
13. BOOTH, R. H. Storage of fresh cassava (*Manihot esculenta* Crantz). Post harvest deterioration and its control. **Experimental Agriculture**, London, v. 12, p. 103-111, 1976.
14. BRASIL. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Resolução 22/77 de seis de setembro de 1977. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 set. 1977.
15. CADDEN, A. M. Comparative effects of particle size reduction on physical structure and water binding properties of several plant fibers. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 52, n.6, p. 1595 –99, 1631, 1987.
16. CÂMARA, G. M.; GODOY, O. P.; MARCOS FILHO, J. ; LIMA, V.A. **Mandioca, produção, pré-processamento e transformação industrial**. (Série Extensão Agroindustrial). São Paulo: São Paulo: Secretaria da Ind., Com., Ciência e Tec., 1982 n°4, 80p.
17. CAMARGO, C.; COLONNA, P.; BULEONA, A. & RICHARD-MOLARD, D. Functional properties of sour cassava (*Manihot utilissima*) starch. Polvilho azedo. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London. v. 45, n. 3, p. 273-289, 1988.
18. CARVALHO, L. E. **Estudo sobre a viabilidade de uma farinha mista de mandioca e soja: características físicas, químicas, sensoriais e econômicas**. 1982. 133p.

Tese (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

19. CARVALHO, P.C.L. de; FUKUDA, W.M.G.; CRUZ, P.J. & COSTA, J.A. Avaliação agronômica e tecnológica de cultivares de mandioca para consumo "in natura". **Revista Brasileira de Mandioca**, XIV (1/2), p. 7-16, dez., 1995.
20. CEREDA, M.P.; SARMENTO, S.B.S.; WOSIACKI, G.; ABBUD, N.S. & TAKEDA, I.J.M. A mandioca (*Manihot esculenta*, C.) cultivar pioneira 1- Características das raízes. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.33, n.1, p. 105-116, mar. 1990(a).
21. CEREDA, M.P.; SARMENTO, S.B.S.; WOSIACKI, G.; ABBUD, N.S. & TAKEDA, I.J.M. A mandioca (*Manihot esculenta*, C.) cultivar pioneira 3- Características culinárias. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.33, n.3, p. 511-525, out. 1990(b).
22. COELHO, A. H. R. **Efeito da idade de colheita sobre o grau de deterioração fisiológica e composição química das raízes de três cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).** 1992. 107p. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Universidade Federal de Lavras, Lavras.
23. COX, P. M. Principios físicos de la congelación de los alimentos y valor nutritivo de los mismos. In: COX, P. M. **Ultracongelacion de alimentos**. Zaragoza: Ed. Acribia, 1987, p. 6-25.
24. CHUZEL, G.; ZAKHIA, N.; CEREDA, M.P. Potencialités de nouveaux produits dérivés du manioc au Brésil. In: EGBE, T. A.; BRAUMAN, A.; GRIFFON, D.; TRECHE, S. (Ed.). **Transformation alimentaire du manioc**. Paris: Orstom, 1995. p. 571-579.
25. CIACCO, C. F. & CRUZ, R. Características tecnológicas do amido. In: CIACCO, C. F. & CRUZ, R. **Fabricação de amido e sua utilização**. (Série Tecnologia Agroindustrial 07). São Paulo: Secretaria da Ind., Com., Ciência e Tec., [198-]. p. 19-49.

26. EGGLESTON, G.; OMOAKA, P.E. & AROWSHEGBE, A.U. Flavor, starch and alternative (wheatless) breadmaking quality of various cassava clones. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.62, n.1, p. 61-66, 1993.
27. DOBARGANES, M. C. **Fritura Industrial de Alimentos**. Campinas: Sociedade Brasileira de Óleos e Gorduras. nov. 1994, 35p.
28. DIEMAIR, W. **LABORATORIUMSBUCH FÜR LEBENSMITTEL-CHEMIKER**. 8 aufl. Drisdén: Verlag Von Theodor Steinkopff, 1963.
29. EMBOLA, E. N. & BOKANGA, M. Biochemical indicators of cassava cooking quality. **IFT Annual Meeting 1995**, (Conference –Proceedings), p.107, 1995.
30. FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Production Yearbook. Rome, vol. 50, 1997.
31. FAO. **Championing the cause of cassava**.
<http://www.fao.org/NEWS/2000/000405.e.htm>.2000.
32. FIRMIN, A. A simple technique for the production of dehydrated attiéké in rural areas in Côté d'Ivoire. **Tropical Science**, London. v. 29, n. 1, p.39 –45, 1989.
33. FIRMIN, A. Chemical changes in cassava tubers (*Manihot esculenta* Crantz) during of placali. **Tropical Science**, London. v. 32, n. 1, p.353 –360, 1992.
34. FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9ª ed. São Paulo: Atheneu, 1998. p. 68-91, 134, 162.
35. GRIZOTTO, R. K. **Mandioca “Chips” Uma tecnologia para aproveitamento da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. 2000. 130p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

36. HARTMAN, L. & ESTEVES, W. **Tecnologia de óleos e gorduras Vegetais**. São Paulo: Secret. da Ind. Com. Cien. e Tec., [198-]. 200p. (Série Tecnologia Agroindustrial, v. 13).

37. HOLLEMAN, L. W. J. & ATEN, A. **Processing of cassava and cassava products in rural industries**. Rome: FAO, 1956. 115p. (FAO Agricultural Development Paper , n. 54).

38. IMO. INDUSTRIES INC. BAIRD ANALYTICAL INSTRUMENTS DIVISION. **ICP 2000 Spectrometer user's guide**. Bedford, Massachusetts, Dec. 1990.

39. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3.ed. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. São Paulo, 1985.

40. INTERNATIONAL INSTITUTE OF REFRIGERATION. Definitions and explanations. In: **Recomendations for the processing na handling of frozen foods**. 3rd Ed. Paris, 1986, p.30-40.

41. ISO. **International Organization for Standardization**. Sensory analysis: methodology – triangular test . Swtzerland, ISO 4120-1983. 8p.

42. ISO. **Sensory Analysis** – Methodology Ranking ISO/ DIS 8587, International Standard Organization, 1988, 8p.

43. KINSELLA, J. E. Food lipids and fatty acids: importance in food quality, nutrition and health. **Food Technology**, Chicago, v.42, n. 10, p.124-144, oct. 1988.

44. LEITÃO, R. F. de F.; VITTI, P. & MORI, E. E.M. A mistura de trigo, milho, mandioca e soja em pastas alimentícias. **Boletim do ITAL**. Campinas, v.50, p.187-204, 1977.

45. LIMA, U. A. Industrialização da mandioca. In: CÂMARA, G. M. S.; GODOY, C. P.; MARCOS F.º, J.; LIMA, U. A. **Mandioca: Produção, pré-processamento e transformação agroindustrial**. São Paulo: Secretaria da Ind., Com., Ciência e Tec., 1982. p. 1-44. (Série Agroindustrial nº4)

46. LIN, S.S. Fats and oils oxidation. In: AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY. **Introduction to fats and oils technology**. Champaign: Peter J. Wan, 1991. Chapter 12, p. 211-231.
47. LORENZI, J.O. Variação na qualidade culinária das raízes de mandioca. **Bragantia**, Campinas, v. 53, n.2, p. 237-245 - 391-401, 1994.
48. LORENZI, J.O.; ELIAS,R.; VALLE, T.L.; PERESSIN, V.A. & SCARPARE FILHO, J.A. A variedade de mandioca de mesa IAC 576-70. **Comunicado Técnico**. Campinas: Insituto Agronômico de Campinas, 1989.
49. LORENZI, J.O.; MONTEIRO, D.A.; CARVALHO, A. P. de; ASSIS, C.M. de O. A.; DEAK, L.G. & IGUE, T. Testes regionais de variedades de mesa no Estado de São Paulo. **Bragantia**,_Campinas. v.49, n.2, p.391-401, 1990.
50. LORENZI, J.O.; MONTEIRO, D.A.; NAGAI, V. Cozimento culinário das raízes de mandioca cultivadas em dois tipos de solo em função da idade das plantas. In: **Congresso Brasileiro De Mandioca**, 5. Fortaleza, 1986. Anais... Fortaleza, SBM, 1986. p.75
51. MACHADO, J. E. **Quantificação da deterioração da mandioca durante a secagem em barcaça por conversão forçada de ar aquecido com coletor solar**. 1980. 98p. Tese (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
52. MATTOS, P.L.P. de; SOUZA, L. da S.; CALDAS, R.C; PORTO, M.C.M. Adaptação de espaçamentos em fileiras duplas para a cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: **Anais do 1º Congresso Brasileiro de Mandioca**, Cruz das Almas: BA, 1981.
53. MENEZES, T. J. B. Matérias-primas alternativas para produção de etanol. In: **Congresso Brasileiro de Alcoolquímica**, 1. São Paulo. 1981. v. 1, p. 271-286.

54. MONTALDO, A. Vascular streaking of cassava root tubers. **Tropical Science**, London. v.15, n.1, p. 39-46, 1973.
55. MORAES, M.A.C. **Métodos para avaliação sensorial dos alimentos**. 5 ed. Editora da UNICAMP. Campinas, 1985. p.74
56. MORETTO, E. & FELT, R. Comportamento dos óleos e gorduras na fritura. In: _____. **Tecnologia de óleos e gorduras vegetais na indústria de alimentos**. São Paulo: Varela, 1998. cap. 6, p. 101-104
57. MORI, E. E. M. **Suco de melancia (*Citrullus lanatus* (Tunberg) Matsumura e Nakai): formulação, processamento, caracterização física, química e microbiológica e aceitabilidade**, 1996, 119 f. Tese(Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
58. NEWELL, A.J. & MACFARLANE, J.D. Expanded tables for multiple comparison procedures in the of ranked data. **Journal of Food Science**, Chicago. v. 52, n.6, p.1721-1725, 1987.
59. NORMANHA, E. S. O mau cozimento dos aipins: uma hipótese. **O Agrônomo**, Campinas, v.40, n.1, 1988.
60. O'BRIEN, R. D. Soybean Oil Products utilization: Shortenings. In: **Practical Handbook of Soybean Processing and Utilization**. St. Louis: Ed. D.R. Erickson. 1995, Chapter 20, p.363-380.
61. O'BRIEN, R. D. Fats and oils analysis. In: _____. **Fats and oils – Formulating and Processing for Applications**. Texas, 1998. Chapter 5, p. 204-209.
62. OKIGBO, B. N. Nutritional implications of projects giving high priority to the production of staples of low nutritive quality: The case for cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in the humid tropics of west Africa. **Food and Nutrition Bulletin**, Tokyo, v. 2, n. 4, 1980.

63. PADMAJA, G.; BALAGOPAL, C. & POTTY, V. P. Polyfenols and vascular streaking in cassava. **Cassava Newsletter**, CIAT, Colômbia. n.10, p. 5-6, mar.1982.
64. PASCHOALINO, J. E.; PEREIRA, A. S.; BERNHARDT, L.W.; FIGUEIREDO, I. B. & SHIROSE, I. Avaliação de algumas variedades de mandioca ao processo de congelamento. **Boletim do ITAL**, Campinas. v. 17, n.1, p. 73-82, 1980.
65. PASCHOALINO, J. E. **Congelamento da Batatinha (*Solanum tuberosum* L. cv. BINTJE), parcialmente frita, por contato direto com salmoura**. 1983. 68p. Tese (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
66. PENTEADO, M. de V. C. & ALMEIDA de, L. B. Ocorrência de carotenóides em raízes de cinco cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) do Estado de São Paulo. **Revista de Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 24, n.1: 39-49, jan./jun., 1988.
67. PEREIRA, A.S.; LORENZI, J.O.; VALLE, T.L. Avaliação do tempo de cozimento e padrão de massa cozida em mandioca de mesa. **Revista Brasileira da Mandioca**, Cruz das Almas, v.4, n.1, p. 27-32, 1985.
68. PEREIRA, J.F.; SEIGLER, D.S.; SPLITTSTOESSER, W.E. Cyanogenesis in sweet and better cultivars of cassava. **Hortscience**, Ames, v.16, n.6, p. 776-777, 1981.
69. PIZZINATO, A. & VITTI, P. Emprego da farinha de raspa de mandioca pré-gelatinizada em pão e biscoito. **Coletânea do ITAL**, v.6, n.2, p. 409-429, 1975.
70. PIZZINATO, A. Avaliação da atividade de α - Amilase pelo amilógrafo. In: PIZZINATO, A. **Qualidade da farinha de trigo: Conceito, Fatores determinantes, Parâmetros de avaliação e Controle**. , Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1997, cap. V, p.25-31.
71. PLATA-OLVEDO, M. S. V. **Efeito do tratamento ácido nas propriedades físico-químicas e funcionais do amido de mandioca**. 1991. 135p. Tese (Mestrado) -

Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

72. SAFO-KANTANKA, O. & OWUSU-NIPAH, J. Cassava varietal screening for cooking quality: relationship between dry matter, starch content, mealiness and certain microscopic observation of the raw and cooked tuber. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London. v. 60, n.1, p. 99-104, 1992.
73. SALGADO, M. C. B. Aplicações de Textura. In: MOURA, S. C. S. R. de & VISSOTTO, F. Z. **Seminário sobre propriedades termofísicas aplicads na garantia da qualidade de alimentos**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2000.
74. SECRETARIA DA AGRICULTURA, DO ABASTECIMENTO E REFORMA AGRÁRIA. Portaria nº554 de 30 de agosto de 1995. **Diário Oficial**, Brasília, 1 set.,1995. Seção 1, p.13515-17.
75. SILVA, J. R. da. Mandioca. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.29, n. 12, p. 74-77, dez.1999.
76. SILVA, J. R. da; VEGRO, C.L.R.; ASSUMPÇÃO, R. de & PONTARELLI, C. T. G. A agroindústria de farinha de mandioca nos estados de São Paulo e do Paraná, 1995. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.26, n. 3, p. 69-83, mar.1996.
77. SILVA, S. de O. e. Cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e problemas relativos à sua nomenclatura. **Anais do 1ºCongresso Brasileiro de Mandioca**. Cruz das Almas: BA, v. 1 – Pesquisas Agronômicas. EMBRAPA, 1979. p. 559-568.
78. SZCZESNIAK, A.S. & KAHN, E. L. Consumer awareness and attitudes to food texture. I. Adults. **Journal of Texture Studies** , Westport. v.2, n.3, p. 280-295, 1971.
79. TAUSZIG, L. Controle e medição de cor a aparência na indústria de alimentos. In: MOURA, S. C. S. R. de & VISSOTTO, F. Z. **Seminário sobre propriedades termofísicas aplicads na garantia da qualidade de alimentos**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2000.

80. TELES, F.F.F. Toxidade crônica da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) na África e na América Latina. **Revista Brasileira da Mandioca**, Cruz das Almas – BA, v.14, n. ½, p. 7-15, 1995.
81. VILLELA, O.V.; PEREIRA, A. S.; LORENZI, J. O.; VALLE, T. L.; MONTEIRO, D. A.; RAMOS, M.T.B. & CEMBRANELLI, N. S. Competição de clones de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) selecionados para mesa e indústria. **Bragantia**, Campinas, v.44, n.2, p. 559-568, 1985.
82. VITTI, P.; LEITÃO, R. F. F.; PIZZINATO, A. & CAMPOS, S. D. S. Variedades de mandioca para o preparo de "pellets". **Boletim do ITAL**, Campinas. n. 58, p.47-61, julho/agosto, 1978.
83. WHEATLEY, C. & GOMEZ, G. Evaluation of some quality characteristics in cassava storage roots. **Qualitas Plantarum Plant Foods for Human Nutrition**, The Hage, v.35, n.2, p. 121-129, 1985.
84. WHOLEY, D. W. & BOOTH, R. H. A comparison of simple methods for estimating starch content of cassava roots. **Journal of the Science and Food Agriculture** London, v. 30, n. 2, p. 158-164, fev. 1979.

