

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CURSO DE MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**UTILIZAÇÃO DOS AMIDOS DE MILHO E DE BATATA NA  
ELABORAÇÃO DE TAPIOCA**

**CRISTIANE DUARTE ALEXANDRINO**

**Orientador: Professor Dr. Claudio Ernani Mendes da Silva**

FORTALEZA  
2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CURSO DE MESTRADO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**UTILIZAÇÃO DOS AMIDOS DE MILHO E DE BATATA NA  
ELABORAÇÃO DE TAPIOCA**

**CRISTIANE DUARTE ALEXANDRINO**

**Orientador: Professor Dr. Claudio Ernani Mendes da Silva**

*Dissertação apresentada junto  
à Coordenação do curso de Pós-  
Graduação em Tecnologia de  
Alimentos, para obtenção do  
título de Mestre em Tecnologia  
de Alimentos pela Universidade  
Federal do Ceará.*

FORTALEZA

2006

Esta Dissertação foi submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos, outorgado pela Universidade Federal do Ceará.

Dissertação Aprovada em 30 de Agosto de 2006

---

Cristiane Duarte Alexandrino

## **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Claudio Ernani Mendes da Silva  
Orientador

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria do Carmo Passos Rodrigues  
Membro

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Sueli Rodrigues  
Membro

---

Prof. Dr. José Maria  
Suplente

*À minha família pelo apoio constante  
e compreensão nos momentos de ausência,*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, presente em todos os momentos.

A Nossa Senhora de Fátima por me iluminar sempre.

À Universidade Federal do Ceará (UFC) e ao Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), pelo auxílio financeiro que viabilizou a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Claudio Ernani Mendes da Silva, pela orientação, compreensão e convívio durante esse período.

À Profa. Dra. Maria do Carmo Passos Rodrigues, pelas sugestões e colaboração na execução deste trabalho.

À Profa. Conceição Liberato pela sua atenção, incentivo, amizade e dedicação.

A todos os demais professores do curso, pelos conhecimentos transmitidos.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) pela análise de textura e ao pesquisador Manoel Alves pela dedicação e apoio na execução das análises.

A Mariza Sabóia, pelo seu auxílio, na realização dos experimentos.

À aluna de iniciação científica Camilla Salviano, pela incansável dedicação, generosidade e competência na fase experimental.

A Anida e a Francisca, verdadeiros anjos, bênçãos de Deus, iluminados pela profunda demonstração de amizade que ambas tiveram, através de suas palavras de incentivo, encorajamento, dedicação, sugestões e auxílio na realização deste trabalho.

À minha grande e querida amiga Ana Galvão, pela sua inesgotável generosidade, disponibilidade e capacidade de doação, sempre presente nos momentos de alegria e nos momentos difíceis.

Aos meus grandes amigos Francisco José e Williams Pereira, pelo auxílio e sugestões na realização deste trabalho.

À Soraya Sancho pela formatação deste trabalho.

À Roberta Duarte pelo auxílio nas referências.

A Antônia, por sua amizade e por seu espírito de companheirismo, sempre disponível a ajudar.

A Paloma, pela sua serenidade, e gentileza em ajudar no que fosse necessário.

A Gerlândia Pereira pelo auxílio nos experimentos.

À Rejane Albuquerque, do Laboratório de Cereais por sua constante disposição para auxiliar.

Ao Paulo Mendes, secretário do mestrado, pela atenção demonstrada.

A todos que, de uma maneira ou de outra, tornaram realidade este trabalho.

***OBRIGADA.***

## RESUMO

Formulações de tapiocas elaboradas com amido de batata e de milho com e sem adição de Estearoil-2-lactil-2-lactato de Sódio (SSL), foram submetidas à análise de perfil de textura, grau de gelatinização, teor de amido resistente e analisada sensorialmente tendo como padrão uma formulação de uma tapioca de mandioca comercial. Foi verificado que a tapioca de mandioca apresentou o maior grau de gelatinização (61,63%) dentre as tapiocas formuladas com os outros amidos mencionados, bem como o maior teor de amido resistente (42,23%). Os perfis de textura (dureza, elasticidade, coesividade, mastigabilidade, força máxima de corte e gomosidade) das tapiocas com e sem SSL num tempo de armazenamento de 48 horas não apresentaram diferenças significativas (intervalo de confiança 95%) ao serem comparados. Para as tapiocas sem adição de SSL, os parâmetros do perfil de textura apresentaram as seguintes variações de valores: dureza (20,0-140,0 N), elasticidade (0,75-0,90), (Coesividade) (0,5-0,80) mastigabilidade (10-60N), Força máxima de corte (50-300N) e gomosidade (15-35N) e para as tapiocas com adição de SSL: dureza (10-140N), elasticidade, (0,75-0,95) Coesividade (0,40-0,90) mastigabilidade (5-55), Força máxima de corte (50-250N) e gomosidade ((15-35N)). Os resultados da análise sensorial indicaram os seguintes resultados para os atributos analisados: *aroma*, a tapioca de milho =7,03, *aparência*-tapioca de mandioca =6,70, *cor*-tapioca de mandioca=6,90; *sabor*-tapioca de milho=6,63; *textura*-tapioca de mandioca=5,98 e *impressão global*-tapioca de milho=6,0. Dos resultados obtidos, podemos concluir que é possível elaborar tapiocas com outros amidos com as mesmas características da tapioca tradicional formulada a partir do amido de mandioca.

Palavras-chave: Amido, amido de batata, amido de milho, amido de mandioca, gelatinização.

## ABSTRACT

The tapiocas were made with potato starch and corn starch with and without Sodium Stearoyl-2Lactylate (SSL). Were evaluated the texture profile, degree of gelatinization, resistant starch and sensory analyzed. The tapioca with cassava showed the biggest degree of gelatinization(61,63%) and resistant starch(42,23%). The texture profile (hardness, springness, cohesiveness, chewiness, force and gumminess).with and without SSL, didn't show with storage of 48 hours significant difference. without SSL, hardness (20,0-140,0 N), springness (0,75-0,90), cohesiveness (0,5-0,80) chewiness (10-60N), force (50-300N) e gumminess, (15-35N) and the sample with SSL: hardness (10-140N), springness (0,75-0,95) (cohesiveness (0,40-0,90) chewiness (5-55), force (50-250N) e gomosidade ((15-35N)). The results of sensory showed for attributes: *flavor*, the tapioca of corn =7,03, *aspect*,-tapioca of cassava =6,70, *color*-tapioca of cassava=6,90; *savor*,-tapioca of corn=6,63; *texture*-tapioca of cassava=5,98 e *print global*-tapioca of corn=6,0. According to the outcomes obtained we can accomplish with the others starches with the same characteristics, of cassava

Keywords: Starch, potato starch, corn starch, cassava starch , gelatinization

## SUMARIO

	Página
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	Xi
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	Xii
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	14
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	16
<b>2.1 O grânulo do Amido.....</b>	16
<b>2.2 Amido de Mandioca.....</b>	20
2.2.1 Polvilho Azedo.....	20
<b>2.3 Amido de Milho.....</b>	21
<b>2.4 Amido de Batata.....</b>	22
<b>2.5 Tapioca.....</b>	23
<b>2.6 Amido Resistente.....</b>	24
<b>2.7 Emulsificantes.....</b>	26
<b>2.8 Textura.....</b>	27
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	28
<b>3.1 Materiais.....</b>	28
3.1.1 Matéria-prima.....	28
3.1.2 Reagentes químicos.....	28
3.1.3 Ingredientes.....	28
3.1.4 Aparelhos e Equipamentos.....	29
<b>3.2 Métodos.....</b>	29
3.2.1 Composição química dos amidos.....	29
3.2.1.1 Umidade.....	29
3.2.1.2 Cinzas.....	30
3.2.1.3 Proteínas.....	30
3.2.1.4 Lipídios.....	30
3.2.1.5 Cálcio.....	30
3.2.1.6 Ferro.....	30
3.2.1.7 Fósforo.....	310
3.2.2 Grau gelatinização do amido (GG).....	31
3.2.2.1 Grau de gelatinização do amido nas tapiocas.....	31
3.2.3 Teor de amido resistente (AR).....	32
3.2.4 Ensaio Preliminares.....	32
3.2.4.1 Determinação da quantidade de água a ser adicionada nas formulações das tapiocas à base de amidos de mandioca, milho e batata.....	32
3.2.4.2 Tempo e temperatura de cocção.....	33
<b>3.3 Otimização dos parâmetros instrumentais na elaboração das tapiocas.....</b>	33
3.3.1 Análise instrumental das tapiocas para escolha da formulação base das tapiocas.....	35
3.3.2 Adição de emulsificantes (SSL) após teste de bancada.....	35
3.3.3 Análises de textura das formulações com adição de emulsificante	37
3.3.4 Análise sensorial das tapiocas.....	37

3.4	Análise estatística.....	38
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	39
4.1	<b>Composição centesimal dos amidos.....</b>	39
4.2	<b>Composição química da tapioca controle.....</b>	39
4.3	<b>Perfil de textura das tapiocas.....</b>	40
4.3.1	Sem adição de emulsificante (SSL).....	40
4.3.2	Com adição de emulsificante (SSL).....	46
4.4	<b>Grau de gelatinização (G.G) das tapiocas.....</b>	50
4.5	<b>Teor de amido resistente das tapiocas.....</b>	50
4.6	<b>Análise sensorial das tapiocas.....</b>	52
5	<b>CONCLUSÕES</b>	58
6	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	59
	<b>APÊNDICE.....</b>	65
	<b>ANEXOS.....</b>	68

**LISTA DE TABELAS**

	Página
Tabela 01	Formulação da tapioca padrão utilizada na cidade de Fortaleza-Ce ..... 23
Tabela 02	Formulações adaptadas para o desenvolvimento da tapioca de amido de mandioca ..... 23
Tabela 03	Formulações adaptadas para o desenvolvimento da tapioca de amido de milho ..... 23
Tabela 04	Formulações adaptadas para o desenvolvimento da tapioca de fécula de batata ..... 24
Tabela 05	Formulação para a tapioca de amido de mandioca ..... 25
Tabela 06	Formulação para a tapioca de amido de milho ..... 25
Tabela 07	Formulação padrão para a tapioca de fécula de batata ..... 26
Tabela 08	Composição centesimal dos amidos de mandioca, milho e batata ..... 28
Tabela 09	Composição centesimal da tapioca padrão ..... 29
Tabela 10	Grau de gelatinização das tapiocas ..... 39
Tabela 11	Determinação de amido resistente (A.R.) nas tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento ..... 40

## LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 01	Estrutura da amilose	17
Figura 02	Amilopectina	18
Figura 03	Variação da dureza das tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento sem adição de SSL	41
Figura 04	Variação de elasticidade das tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento sem adição de SSL	42
Figura 05	Variação de coesividade das tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento sem adição de SSL	43
Figura 06	Variação de mastigabilidade das tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento sem adição de SSL.	44
Figura 07	Variação de força máxima de corte das tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento sem adição de SSL	45
Figura08	Variação de gomosidade das tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento sem adição de SSL	45
Figura 09	Variação da dureza das tapiocas de mandioca, milho, batata e com o tempo de armazenamento com adição de SSL	47
Figura 10	Variação de elasticidade das tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento com adição de SSL	47
Figura 11	Variação de coesividade das tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento com adição de SSL	48
Figura12	Variação de mastigabilidade das tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento com adição de SSL	48
Figura13	Variação de força máxima de corte das tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento com adição de SSL	49
Figura14	Variação de gomosidade das tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento com adição de SSL	49

Figura 15	Frequência das notas obtidas na avaliação sensorial das tapiocas de amido de mandioca, de milho e de batata .....	54
Figura 16	Frequência das notas obtidas na avaliação sensorial das tapiocas de amido de mandioca, de milho e de batata .....	54
Figura 17	Frequência das notas obtidas na avaliação sensorial das tapiocas de amido de mandioca, de milho e de batata .....	54
Figura 18	Frequência das notas obtidas na avaliação sensorial das tapiocas de amido de mandioca, de milho e de batata .....	55
Figura 19	Frequência das notas obtidas na avaliação sensorial das tapiocas de amido de mandioca, de milho e de batata .....	56
Figura 20	Frequência das notas obtidas na avaliação sensorial das tapiocas de amido de mandioca, de milho e de batata .....	56
Figura 21	Frequência das notas obtidas na avaliação sensorial das tapiocas de amido de mandioca, de milho e de batata .....	57

## 1. INTRODUÇÃO

O amido é utilizado como matéria-prima para diversos segmentos industriais, como para a fabricação de papéis, explosivos, bebidas alcoólicas, roupas, dentre outros (BRAUTLECHT, 1953). Suas aplicações são direcionadas conforme as propriedades que determinados amidos possuem. O conhecimento dessas propriedades é de fundamental importância para definir suas aplicações.

O comportamento do amido pode ser modificado através da introdução de certos compostos na sua estrutura ou por meio de tratamentos físicos. Essas modificações permitem “moldar” o amido de acordo com a finalidade desejada (CIACCO & CRUZ, 1982).

Há uma diversidade de fontes amiláceas, entretanto, determinadas fontes botânicas oferecem dificuldades para a extração de amido, e ou oferecem uma quantidade relativamente pequena do mesmo. Tais fatores geram muitas vezes certo obstáculo para se estudar tais carboidratos e, dessa forma, impedem o conhecimento das propriedades que os mesmos podem oferecer e assim direcionar suas aplicações, de acordo com suas características.

As principais fontes amiláceas são os cereais (arroz, milho e trigo), tubérculos e raízes (batata, mandioca, cará, etc.) e leguminosas (feijão, lentilha, ervilha, etc.) (CIACCO & CRUZ, 1982).

Dos produtos tradicionalmente processados no Brasil, oriundos da mandioca, o que solicita maiores investimentos em equipamentos e que possui tecnologia mais evoluída é o amido. Conhecida por fécula, polvilho ou goma seca, essa substância nobre da raiz de mandioca possibilita a obtenção de vários produtos (CONCEIÇÃO, 1979).

Um desses produtos é a tapioca, alimento regional, feito com a fécula da mandioca que constitui uma das variedades típicas nordestinas, apreciada não só pelos habitantes da região, como também pelos turistas, uma vez que vem ganhando notoriedade entre estes e tem agradado a paladares mais exigentes.

Esse produto com fortes raízes culturais, vem mostrando tanta popularidade que alguns restaurantes resolveram adicionar em seus cardápios essa comida típica da região.

Este trabalho tem como objetivo a elaboração de tapiocas à base de amidos de milho e batata, bem como a verificação da influência dos níveis de umidade das formulações contendo os amidos de mandioca, milho e batata, assim como verificar o teor de amido resistente que os mesmos podem oferecer, propriedade essa que pode trazer diversos benefícios à saúde e estender o tempo de vida de prateleira dos produtos elaborados.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 O grânulo de amido

O amido é um carboidrato de reserva das plantas, onde é armazenado na forma de grânulos semicristalinos e se formam em organelas subcelulares especializadas, os amiloplastos. É encontrado em sementes, tubérculos e raízes cujo tamanho e forma varia conforme a origem botânica. Os grânulos dos amidos podem medir de 0 a 100 µm. Quanto sua forma, grânulos dos amidos dos cereais como os milhos são poliédricos, em relação ao dos tuberosos como os de batatas são elípticos e o das leguminosas como lentilhas, são ovóides (DE LEMOS, 2002; GOMES, 2003; MISHRA & RAI, 2005).

Quimicamente, o amido é constituído por dois tipos de polímeros: amilose e amilopectina que se encontram presentes no grânulo de forma associada e em proporções que variam de acordo com a espécie vegetal e com o grau de maturação. As proporções de amilose e amilopectina influem na viscosidade e no grau de gelatinização do amido. Encontram-se, porém em pequenas quantidades, lipídios, proteínas, fósforo e minerais, que apesar de apresentarem teores baixos podem influenciar as propriedades do amido (HOSENEY, 1996 &, ATHIE, 1998).

Na maioria dos amidos, o teor de amilose varia em torno de 20 a 25% do peso do grânulo, mas pode atingir 60% ,como ocorre na ervilha em que se pode encontrar até 60% de amilose e em algumas variedades de milho com elevado teor de amilose. Porém, em alguns cereais, denominados de cerosos, o teor de amilose é muito baixo, em média de 1,0% a 3,0% (COULTATE, 2004).

*In natura* o grânulo é semicristalino com variação dos níveis de cristalinidade, os quais encontram-se associadas à amilopectina, enquanto que as regiões amorfas são representadas pela amilose (ZOBEL, 1988a 1998b). Os grânulos podem se apresentar como agregados individuais (grânulos simples), como os dos amidos de arroz e aveia (HOSENEY, 1996).

A amilose (Figura 01) é um polímero formado por cadeias lineares de unidades  $\alpha$ -D - glucose as quais se encontram unidas por ligações glicosídicas  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 4, embora ocorram moléculas com leve grau de ramificação em  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 6. O número de moléculas de glucose varia de centenas a milhares, dependendo das espécies e apresentam um grau de polimerização de 200 a 10.000. Seu peso molecular situa-se em redor de 250.000 daltons (1.500 unidades de glucose anidra) essas variações são possíveis não apenas entre as espécies de plantas como dentro de uma mesma espécie, conforme o estado de maturidade da planta (ZOBEL, 1988; FENNEMA, 1993 & (ORDÓÑEZ, 2005). As soluções diluídas de amilose são instáveis. Elas formam géis firmes e irreversíveis. A amilose é 100% atacada pela  $\alpha$ -amilase, resultando na formação de  $\beta$ -maltose.

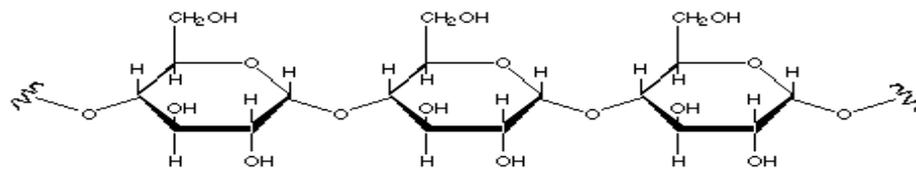


Figura 01 -Estrutura da amilose

Fonte: CIACCO & CRUZ (1982).

Na forma cristalina, a molécula de amilose tem uma conformação helicoidal. Esta hélice, devido à conformação das unidades de glucose, tem um interior hidrofóbico (CIACCO & CRUZ, 1982). Regiões lineares da cadeia de amilose formam um complexo azul escuro entre este polissacarídeo e o iodo em soluções aquosas à temperatura ambiente. Esta interação é a base para determinação da amilose (PARKER & RING, 2001).

A amilopectina é uma molécula muito maior, possuindo em torno de  $10^6$  unidades de glucose por molécula. Como na amilose, as unidades de glucose estão unidas por ligações glicosídicas  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 4; porém, cerca de 4 a 5% dessas unidades de glucose também estão envolvidas em ligações  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 6, criando pontes de ramificação (COULTATE, 2004).

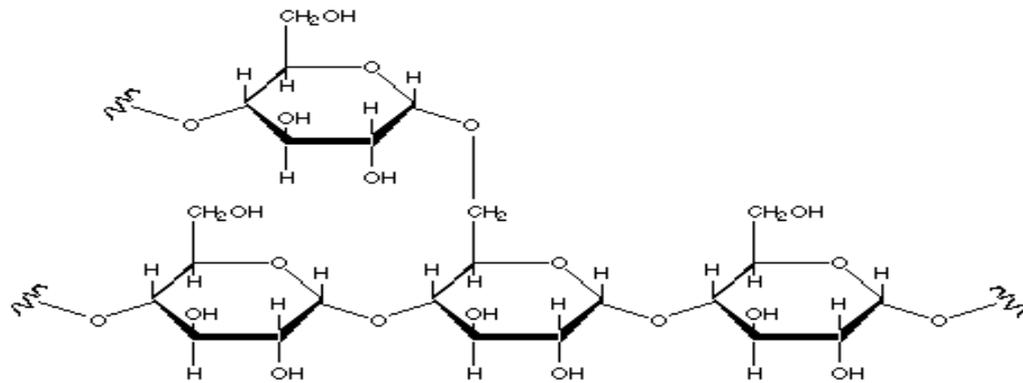


Figura 02 - Amilopectina

Fonte: CIACCO & CRUZ (1982).

A reação do iodo com amilopectina ocorre sem padrão definido, dando coloração que varia de vermelha púrpura ou violeta. Cada volta da hélice contém 6 unidades de glucose e inclui uma molécula de iodo. A cor efetiva produzida depende do número de voltas da hélice e conseqüentemente, do comprimento da cadeia linear (EL-DASH *et al.*, 1982).

A amilopectina consiste de uma cadeia que contém um único extremo redutor, denominada cadeia C, a qual tem numerosas ramificações, chamadas cadeia B. As cadeias curtas de amilose sem grupos OH no carbono 6 comprometidos formam a cadeia A. Seu peso molecular vai desde  $10^7$  até  $5 \times 10^8$ , fazendo com que as moléculas de amilopectina encontrem-se entre as maiores, senão a maior dentre as moléculas existentes na natureza ( CIACCO & CRUZ, 1982 & FENNEMA, 2000).

A amilose e amilopectina estão presentes no grânulo de forma associada, porém a amilose pode ser separada das soluções de amido por apresentar solubilidade reduzida em solventes orgânicos como o butanol (COULTATE, 2004).

Os grânulos dos amidos estão dispostos em anéis radiais concêntricos que crescem a partir de um eixo central denominado de *hilum* para a superfície do grânulo. O número e o tamanho dos anéis dependem da origem botânica do amido (FRENCH, 1984).

O uso do amido na indústria alimentícia tem sido descrito pela literatura. São comumente usados em alimentos líquidos, como sopas e molhos. Frequentemente as propriedades funcionais do amido são obtidas através da gelatinização e da retrogradação. A gelatinização é um fenômeno que acontece durante o aquecimento de uma suspensão dos grânulos numa faixa de temperatura característica com a perda da cristalinidade dos grânulos (ATKIN, *et al.*, 1998). Quando a temperatura de gelatinização é atingida, o inchamento torna-se irreversível e a estrutura do grânulo é significativamente alterada. Nesta temperatura o grânulo perde a birrefringência e ocorre a difusão do material solúvel para a água com mudanças na viscosidade da suspensão (MILLER *et al.* 1973).

A retrogradação é descrita como um processo onde a pasta de amido ao ser resfriada, pode-se formar um precipitado de natureza cristalina. (ORDÓÑEZ, 2005). As moléculas, que se encontram num estado caótico, tendem a agregar-se e cristalizar. Como as cadeias de amilose são lineares, podem orientar-se paralelamente uma às outras, facilitando a interação dos grupos hidroxílicos que através das pontes de hidrogênio, formam agregados de baixa solubilidade. Em concentrações elevadas a pasta torna-se firme, formando um gel. Com o tempo e/ou a redução de temperatura, as cadeias tendem a interagir entre si, causando um aumento da rigidez e encolhimento do gel, com conseqüente eliminação de água presente no sistema, este fenômeno é denominado de *sinérese*. Em baixas concentrações, a pasta torna-se turva com o tempo ou com o abaixamento da temperatura (OLKKU & RHA, 1978; OWUSU *et al.*, 1983. & HOSENEY, 1996) por causa da recristalização das moléculas de amido gelatinizado. Essa recristalização ocorre pela forte tendência de formação de pontes de hidrogênio entre as moléculas adjacentes (CIACCO & CRUZ, 1984).

## **2.2 Amido de Mandioca**

O amido ou fécula de mandioca é proveniente das espécies de *Manihot esculenta* Crantz. O teor de amido aumenta à medida que as raízes vão crescendo,

atingindo seu teor máximo entre o 8° e 12° mês de plantio. Após esse período, o teor de amido diminui e o teor de fibras aumenta (MOOTRHY & RAMANUJAM, 1986).

Segundo dados do Cepea (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada) a produção total de fécula de mandioca no Brasil em 2004 foi de 395.350 toneladas, tendo as indústrias de papel e papelão como seus principais consumidores.

Dos produtos tradicionalmente processados no Brasil oriundos da mandioca, o que requer maiores investimentos em equipamentos e que possui uma tecnologia mais evoluída, é o amido, também conhecido por fécula, polvilho doce ou “goma”, com a qual se obtém vários produtos industriais, como mingaus, sopas, pudins e também produtos regionais como as “tapiocas” nordestinas. (CONCEIÇÃO, 1979 & GOMES, 2003).

As raízes tuberosas da mandioca são usadas como matéria-prima industrial para a produção de polvilho doce e azedo, assim como farinhas de vários tipos. O consumo de raízes frescas cozidas já teve mais importância no hábito alimentar brasileiro, mas os cereais consumidos em diferentes formulações alimentares ou como ingredientes de uma gama muito grande de produtos industrializados, têm substituído a mandioca por serem mais fáceis ou mais rápidos de preparar (PEREIRA & BELEIA, 2004).

### 2.2.1 O Polvilho Azedo

O polvilho azedo é um produto resultante da fermentação natural, usualmente sem inoculação e sem suplemento nutricional, em que o único substrato empregado para o desenvolvimento da acidificação é a fécula doce (CARVALHO, CANHOS & VILELA, 1995). A fermentação do amido de mandioca é realizada por uma microflora diversificada com a produção simultânea de ácidos orgânicos, como os ácidos lácticos, propiônico, butírico, acético, succínico, etc, que determinam as propriedades funcionais do polvilho azedo. Sua obtenção se dá após um período de 30 a 40 dias com posterior secagem ao sol (CEREDA, 1987).

O amido fermentado tem sabor forte e característico, muitas aplicações na culinária local e no processamento de biscoitos de polvilho azedo e pão de queijo (CAMARGO *et al.*, 1988). A fabricação do polvilho azedo é feita de forma empírica em pequenas e médias indústrias e envolve as seguintes etapas de fabricação: lavagem das raízes, descascamento, ralação, extração (onde se separa o leite de fécula da massa), purificação da fécula, fermentação e secagem ao sol (ASQUIERI, 1993).

Existem duas populações de grânulos no amido de mandioca de formas poligonal e cilíndrica: uma variando de 25-35  $\mu\text{m}$ , a população de grânulos grandes; e outra, de 5-15  $\mu\text{m}$ , a população de grânulos pequenos. O amido de mandioca produz pastas excessivamente viscosas e instáveis. A faixa de gelatinização para o amido de mandioca se encontra entre 56,0- 66,0°C (CIACCO & CRUZ, 1982).

O amido de mandioca natural possui um sabor suave e pasta clara. As dispersões de fécula de mandioca apresentam uma viscosidade mais uniforme durante um maior período de tempo, se comparadas com as viscosidades de outros amidos, o que provavelmente se deve, à menor tendência à retrogradação.(GOMES, 2003).

Segundo GOMES (2003) as dispersões de fécula de mandioca mantêm um período de tempo maior, se comparada com as viscosidades de outros amidos, tal fenômeno se deve provavelmente à menor tendência à retrogradação que os amidos de fécula de mandioca possuem.

### **2.3 Amido de Milho**

O amido de milho é o principal produto obtido da moagem úmida dos grãos. Nos Estados Unidos da América do Norte, 60% de sua produção é destinada a produção de adoçantes e 40% usada para fins alimentícios e industriais. Os adoçantes comerciais encontrados classificam-se em: xaropes comuns de milho, xaropes de milho com alto teor de frutose e maltodextrinas, (WHITE & POLAK, 1995).

De acordo com o mesmo autor, o amido de milho é um produto utilizado em diversos alimentos (açúcar de confeitaria, pudins, alimentos infantis) tanto na forma de pó pela sua capacidade de evitar a formação de grumos, assim como na forma modificada (amido de milho fosfatado) em alimentos onde são requeridas a formação de pastas claras (molhos).

O amido de milho tem um diâmetro que varia de 5 a 25  $\mu\text{m}$ , forma poliédrica, baixa claridade de pasta com média viscosidade, gelatiniza na faixa de temperatura 62°- 72,0°C e apresenta uma alta tendência à retrogradação.

O grande número de grânulos de amido quebrados indica que a união entre proteínas e o amido devem ser fortes. Os grânulos das partes opacas e translúcidas do endosperma possuem formas diferentes. Uma possível explicação se deva ao fato que em uma única semente se encontra dois tipos de amido que durante o processo de dessecação natural a proteína perde água e se reduz. A aderência entre a proteína e o amido é suficientemente forte para atrair os grânulos. É nesta etapa que os grânulos de amido são flexíveis e como são comprimidos fortemente adquirem formas poliédricas (HOSENEY, 1991).

## **2.4 Amido de Batata**

O amido de batata é obtido a partir da *Solanum tuberosum L.*, possui uma interessante variedade de propriedades que o tornam desejáveis para alimento e aplicação na indústria, possui maior viscosidade do que os outros amidos comercialmente disponíveis e possui baixos níveis de proteína residual (normalmente abaixo de 0,1%). Suas pastas são extremamente claras e com pouca tendência a formar gel ou retrogradar. Isto se deve também devido ao elevado peso molecular das frações de amilose e das substituições por grupos fosfatos (ALEXANDER, 1995). A temperatura de gelatinização do amido de batata é entre 56°C e 66°C, conforme menciona (CIACCO & CRUZ, 1982).

Seu maior poder de hidratação associado ao maior tamanho do grânulo, proporciona gomosidade. A claridade e o brilho são semelhantes às do amido de mandioca, mas apresenta resíduos de proteínas e lipídios (CÂNDIDO, 1995).

Foram verificados em trabalhos, mudanças nos intervalos de temperatura de gelatinização e entalpia de gelatinização com annealing a 50°C as quais foram acompanhados por um número de amostras de amido de batata com diferentes graus de fosforilação, usando diferente calorimetria de varredura. O aumento da temperatura de gelatinização com a extensão do tempo de annealing a um tempo máximo de 1280 minutos e a clara relação com os graus de fosforilação foram observados. A entalpia de gelatinização mudou muito lentamente durante o período inicial de annealing, mas mais rápido e mais demorado. Os níveis de fosfato restante quase não foram afetados durante o processo (MUHRBECK & ERIK, 1996).

## **2.5 Tapioca**

Na língua inglesa o termo tapioca refere-se à fécula *in natura* de mandioca e no nosso meio especificamente no Nordeste brasileiro, ao produto de consumo popular tendo como ingredientes essenciais, amido de mandioca parcialmente gelatinizado, sal e água e como adicionais, queijo, doces regionais e outros ingredientes que variam de acordo com o imaginário de quem a fabrica. Conhecida como primeiro pão brasileiro, a tapioca, massa feita de fécula extraída da mandioca, descoberta pelos índios é hoje sucesso absoluto.

Foram os índios que ensinaram aos portugueses a extrair da mandioca uma farinha branca. A tapioca vem ganhando status, nos últimos anos em. Hoje em dia a tapioca é uma espécie de cultura. Esse produto representa atualmente um dos principais atrativos da culinária nordestina, com reconhecimento mundial.

Economicamente, a fabricação de tapioca representa uma excelente fonte de renda e emprego para muitas famílias de baixa renda estabelecidas às margens das principais rodovias do estado. O consumo de tapioca tem se tornado um hábito de final de semana por famílias quando retornam de seu lazer para a cidade.

Para elaborar a tapioca tradicionalmente tem se usado exclusivamente amido ou fécula de mandioca pelas propriedades peculiares que esse amido possui, ou seja, de formar facilmente uma liga de textura agradável e de aroma peculiar. Entretanto, a tapioca poderia ter um custo ainda mais baixo se fosse elaborada com outros amidos comerciais de preço mais baixo como os amidos de milho e batata.

## **2.6 Amido Resistente**

O interesse do consumidor em alimentos específicos que contenham um papel na manutenção da saúde tem crescido nos últimos anos. O termo alimentos funcionais refere-se a estes gêneros alimentícios, os quais podem proporcionar benefícios nutricionais, dietéticos e metabólicos específicos, e contribuir para o controle e redução dos riscos de doenças (LOBO & SILVA, 2003). O autor cita ainda que o conceito de carboidratos complexos têm sido modificado pelas recentes descobertas relacionadas aos seus efeitos fisiológicos e nutricionais.

Para propostas nutricionais, alimentos amiláceos podem ser classificados como glicêmicos ou resistentes. Os amidos glicêmicos são aqueles que são degradados a glucose por enzimas no trato digestivo, podendo, além disso, ser classificados em rapidamente digerível e lentamente digerível (Englyst *et al.*, 1992). EERLINGEN & DELCOUR (1995), definiram o amido com base na sua resistência à hidrólise enzimática. De acordo com estes pesquisadores, Amido resistente (AR) pode ser definido como a parcela do grânulo, ou de seus produtos de degradação, que não são absorvidos no intestino delgado de indivíduos saudáveis, podendo, entretanto, ser fermentado no intestino grosso.

O amido resistente pode ser classificado em amido fisicamente inacessível (AR<sub>1</sub>), grânulos de amido resistente (AR<sub>2</sub>) e amido retrogradado (AR<sub>3</sub>), considerando sua resistência à digestão (Walter, 2005). Os conhecimentos das propriedades físico-químicas do amido nos alimentos permitem aos pesquisadores entender melhor os fenômenos envolvidos na formação do amido resistente. Além disso, evidencia-se a importância de conhecer o real conteúdo do amido resistente nos

produtos alimentícios, tanto *in natura* quanto processados, para elaboração de dietas mais adequadas e o desenvolvimento de alimentos funcionais que possibilitem uma melhor nutrição, promoção de saúde e diminuição dos riscos de doenças (LOBO & SILVA, 2003). Algumas vantagens podem ser notadas quando se ingere um amido resistente, importantes efeitos fisiológicos, semelhantes à fibra dietética podem ser atribuídos aos produtos ricos em amido resistente. No cólon, sua fermentação aumenta o bolo fecal que é importante na prevenção de constipação, diverticulite e hemorróidas. O amido resistente por não ser digerido no intestino delgado diminui o valor calórico dos alimentos e como resultado de sua fermentação no cólon pela microflora ali existente, observa-se também a produção de metabólitos desejáveis, como ácidos graxos de cadeia curta (butírico, propiônico, acético) relacionados com a integridade do trato intestinal e a função imunológica (EVANS & SHRONTZ, 1992), redução do pH fecal, e significativo aumento da excreção diária do butirato (CUMMINGS *et al.*, 1996).

Conforme GEE & WORTLEY (1992) e VAN MUNSTER & NAGENGAST (1992), cita, a produção de butirato é indicador de saúde colônica em humanos. O amido resistente pode proteger contra câncer do cólon por aumentar o volume fecal e estabilizar a ploriferação de microrganismos colônicos.

O amido resistente é um componente natural presente em muitos alimentos. Determinados métodos de processamento de alimentos tais como assamento ou secagem em altas temperaturas são conhecidas por aumentar os níveis de amido resistente. No entanto, em outros produtos tais como cozimento o amido pode perder a resistência.

Amido resistente tipo 1, representa o grânulo de amido fisicamente inacessível na matriz do alimento, fundamentalmente por causa das paredes celulares e proteínas, pertencendo a este grupo grãos inteiros ou parcialmente moídos de cereais, leguminosas e outros materiais contendo amido nos quais o tamanho ou a sua composição impede ou retarda a ação das enzimas digestivas;

O tipo 2 refere-se aos grânulos de amido nativo, encontrados no interior da célula vegetal, apresentando lenta digestibilidade devido às características intrínsecas da estrutura cristalina dos seus grânulos (Englyst & Kingman, 1992 & Colonna *et al.*, 1998).

O tipo 3 é uma fração do amido não digerível formada após tratamento térmico e pode estar presente em produtos como batatas e ervilhas cozidas e resfriadas ( ENGLYST, KINGMAN & CUMMINGS, 1992). O amido tipo 3 tem alto conteúdo de amilose e é produzido quando o amido é resfriado após gelatinização. A amilose retrogradada é altamente resistente a enzimas, enquanto que a amilopectina retrogradada é menos resistente e pode ser revertida por reaquecimento. É considerado o tipo mais comum de amido resistente na dieta humana e a partir do ponto de vista tecnológico é o tipo mais importante, porque é formado principalmente como resultado do processamento do alimento como, por exemplo, em pães e cereais matinais (retrogradação gerada pelo processamento do alimento) (BAGHURST, 1996).

## **2.7 Emulsificantes**

Os emulsificantes são aditivos comumente utilizados na indústria alimentícia. Além de suas propriedades ativas nas superfícies, eles são conhecidos por afetar a gelatinização do amido. Em trabalhos anteriores foi verificado que os emulsificantes foram capazes de adiar o inchamento e o lixiviamento da amilose em 8% da pasta de amido de trigo à altas temperaturas (RICHARDSON *et al.*, 2003).

Do ponto de vista químico, o emulsificante é uma molécula composta de uma porção solúvel em água (hidrofílica) e de outra insolúvel (hidrofóbica). O grupo hidrofílico é preparado a partir de esterificação das cadeias de ácido graxo e pode ter origem em diferentes tipos de poliálcoois, tais como: o glicerol ou sorbitol.

O Estearoil-2-lactil-lactato de Sódio é um éster de ácido láctico parcialmente neutralizado (KROG, 1979). Conhecido mais pela sigla inglesa SSL, este aditivo tornou-se disponível para uso em certos alimentos em outubro de 1967,

desde então, emendas para sua regulamentação tem sido emitidas, expandindo seu uso (TENNEY *et al.*,1968). No Brasil, o SSL tem seu uso regulamentado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 1999).

## **2.8 Textura**

Assim como o sabor, a textura é um importante indicador de qualidade de um alimento. De acordo com SZCZESNIAK (2002), textura é a manifestação sensorial e funcional de propriedades estruturais, mecânicas e superficiais de alimentos detectados através dos sentidos de visão, audição, tato e sinestesia, que engloba os seguintes conceitos: propriedade sensorial perceptível e descrita somente pelo homem. Neste caso os avaliadores de textura detectam e quantificam certos parâmetros físicos que posteriormente são interpretados em termos de percepção sensorial. Atributo de múltiplos parâmetros. Para tal é derivada da estrutura do alimento e detectada por vários sentidos, sendo os mais importantes o tato e a pressão.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Materiais**

##### 3.1.1 Matéria-prima

- Fécula de mandioca (JURITI);
- Amido de milho (MAIZENA);
- Fécula de batata (YOKI).

##### 3.1.2 Reagentes químicos

Todos os reagentes químicos utilizados apresentaram o grau de pureza analítica exigida pelos métodos de análise empregados.

##### 3.1.3 Ingredientes

- Sal de cozinha (Cloreto de Sódio, Cisne);
- Água Potável
- Coco ralado
- Amido de mandioca
- Amido de milho
- Fécula de batata
- Estearoil – 2 – Lactil lactato de Sódio;

### 3.1.4 Aparelhos e Equipamentos

- Aparelho para determinação de proteína tipo micro KJELDAHL;
- Analisador de textura STABLE micro Systems modelo TA-XT2i;
- Balança digital, HELMAC modelo HM 330;
- Banho-Maria com agitação QUIMIS, modelo 226D2;
- Centrífuga refrigerada - SIGMA, modelo 2K15;
- Conjunto de peneiras GRANUTEST;
- Espectrofotômetro – UV (GRATING, modelo 752);
- Estufa FABBE, modelo 119;
- Estufa com circulação forçada de ar QUIMIS, modelo 314D222;
- Fôrma de flander para as tapiocas;
- Mufla - QUIMIS, modelo 318-21;
- pHmetro - HANNA Instruments, modelo 8417;
- Fogão elétrico QUIMIS.

## 3.2 Métodos

### 3.2.1 Composição química dos amidos

Para determinação da composição química dos amidos de mandioca, de milho e de batata foram utilizados os métodos: American Association of Cereal Chemists, AACC (1989).

#### 3.2.1.1 Umidade

Determinado através de secagem em estufa com ventilação forçada de ar a 130,0°C durante 1,0 hora pelo método 44 – 15A da AACC (1989).

### 3.2.1.2 Cinzas

Determinado após calcinação em mufla por 2,0 horas a 600,0°C, de acordo com método 08-03 da AACC (1989).

### 3.2.1.3 Proteínas

O nitrogênio foi determinado em aparelhagem micro Kjeldahl, e o teor de proteínas, calculado utilizando-se o fator de conversão  $N \times 5,7$ , de acordo com o método 46-12 AACC (1989).

### 3.2.1.4 Lipídios

Os lipídios totais foram determinados através de extração em Soxhlet, utilizando-se álcool metílico como solvente de acordo com método 20-30 da AACC (1989).

### 3.2.1.5 Cálcio

O percentual de cálcio presente na amostra foi determinado pelo método do Ministério da Agricultura – Laboratório de Referencia Animal (LANARA).

### 3.2.1.6 Ferro

Foi determinado de acordo com o método colorimétrico pelo uso da Fenantrolina. Segundo o Instituto Adolf Lutz 2005.

### 3.2.1.7 Fósforo

Foi determinado pelo método de PEARSON, (1962) (método colorimétrico )com a utilização de vanadato de amônia.

### 3.2.2 Grau de gelatinização do amido (GG)

Cerca de 10 g das amostras de amido de mandioca, amido milho e fécula de batata e 100 ml de água destilada foram colocados em erlenmeyers, previamente tarados e levados para autoclave, por 1 h. Após atingir a temperatura ambiente, o amido gelatinizado foi colocado em uma estufa com circulação forçada de ar, a 40°C por 12,0 h. O amido gelatinizado após secagem em estufa, foi devidamente macerado em um pistilo e peneirado em peneira com granulometria de 42 mesh. A partir dessa etapa foram dissolvidos 0,2 g do amido gelatinizado e peneirado na granulometria, citada anteriormente, em 98 ml de água destilada. A mistura foi homogeneizada e transferida posteriormente para um balão volumétrico de 100 ml. A seguir, o volume foi completado com solução KOH 10,0 M e agitado durante 5 minutos. A suspensão de amido foi então colocada em tubos e centrifugada a uma rotação de 3000 x g por 30 minutos. Após o período de centrifugação, foi retirada uma alíquota de 1 ml e transferida para um balão volumétrico de 10 ml. Foram adicionados 0,4 mL de uma solução de HCl 0,5 M e o volume completado com água destilada. Em seguida, adicionou-se 0,1 ml da solução de iodo/iodeto seguido de agitação por 5 minutos e transferido posteriormente para a centrífuga sob as mesmas condições mencionados anteriormente, para finalmente realizar-se e a leitura no espectrofotômetro a um comprimento de onda de 600 nm.

#### 3.2.2.1 Grau de gelatinização do amido nas tapiocas

Após a definição das formulações para o processamento das tapiocas à base do amido mandioca, amido de milho e fécula de batata, foi determinado o grau

de gelatinização do amido nas mesmas formulações e o resultado obtido foi calculado através da relação abaixo:

$$G.G = \frac{\text{Absorbância da amostra de tapioca}}{\text{Absorbância da amostra totalmente gelatinizada}} \times 100$$

### 3.2.3 Teor de amido resistente (AR)

Foi determinado pela metodologia descrita por Champ (1992). Foram dissolvidos 0,100 g das formulações de tapiocas à base de amido de mandioca, amido de milho e fécula de batata, em 10,0 ml de uma solução de  $\alpha$ -amilase 0,2% tamponada (pH = 6,91) deixando-as em banho-maria sob agitação constante, por 16,0 horas à temperatura de 37,0°C. À suspensão de amido formada, adicionou-se 40 ml de etanol deixando-a em repouso por 1,0 h. Em seguida, centrifugou-se a uma rotação 5000x g por 30,0 minutos. Retirou-se o sobrenadante lavando o resíduo remanescente com etanol a 80%. O mesmo foi seco em estufa com circulação de ar, à 60,0°C por 12 horas. Ao resíduo seco adicionou-se 1,5 ml de água destilada e 1,5 ml de KOH 4,0 M, agitou-se a mistura por 30,0 minutos à temperatura ambiente. Ajustou-se o pH para 4,5 com ácido acético 2,0 M. Em seguida adicionou-se 1,0 ml de uma solução de amiloglucosidase 1,01% e colocou-se em banho-maria com agitação, por 90,0 min à 65,0°C. O material digerido foi transferido para um balão volumétrico e retirou-se uma alíquota 0,2 ml para a determinação dos açúcares redutores pelo método de Nelson (1944).

### 3.2.4 Ensaio Preliminares

3.2.4.1 Determinação da quantidade de água a ser adicionada nas formulações das tapiocas à base de amido de mandioca, amido de milho e batata.

Para a fabricação das tapiocas foi feita uma correção no percentual final de umidade da massa de preparo das mesmas, onde os valores de umidade foram sendo variados a partir de 30% para cada amido utilizado. A correção foi feita sobre o percentual de umidade encontrado para cada tipo de amido e foi calculada a partir da metodologia desenvolvida por Lin *et al.*; (2001).

$$\text{Quantidade de água adicionada} = \left[ \frac{100 - U_{\text{amostra}}}{100 - U_{\text{desejada}}} - 1 \right] \times P_{\text{amostra}}$$

Onde:

$U_{\text{amostra}}$  = umidade da amostra

$U_{\text{desejada}}$  = umidade desejada

$P_{\text{amostra}}$  = peso da amostra

#### 3.2.4.2 Tempo e temperatura de cocção

A massa obtida na etapa anterior foi misturada manualmente e deixada em repouso por 1 h, em seguida, foram peneiradas e adicionou-se coco ralado na quantidade desejada para cada formulação. As massas foram colocadas em forma de flander com as seguintes dimensões: diâmetro externo (7,4 cm); altura da forma (2,0 cm) sob uma chapa de alumínio. As massas foram assadas a 170,0° C por 10 minutos. O tempo e temperatura de cocção foram definidos mediante ensaio prévio.

### 3.3 Otimização dos parâmetros instrumentais na elaboração das tapiocas.

Para elaboração das tapiocas à base dos amidos de mandioca, milho e fécula de batata foram utilizadas como parâmetro a tapioca tradicional disponível no comércio de Fortaleza (Tabela 01), e a partir desta formulação foram feitas adaptações. Inicialmente foram testadas três formulações para cada tipo de amido, conforme apresentadas nas tabelas 02, 03 e 04, variando-se a quantidade de coco adicionado.

Após definir as formulações das tapiocas contendo os diferentes tipos de amido, estas foram submetidas à análise de aroma, sabor, textura e aceitação global. Das três formulações testadas para os três tipos de amido, selecionou-se a formulação, que apresentou o melhor resultado referente à média geral dos atributos analisados e, dessa forma, se estabeleceu as formulações a serem utilizadas nesta dissertação.

Tabela 01: Formulação da tapioca padrão utilizada na cidade de Fortaleza-ce

<b>Ingredientes</b>	<b>Tapioca Tradicional</b>
Amido	100 partes
Coco	20 partes
Sal	0,63 partes
Água	50 partes

Tabela 02: Formulações adaptadas para o desenvolvimento da tapioca de amido de mandioca

<b>Ingredientes</b>	<b>Formulação 1 (F1)</b>	<b>Formulação 2 (F2)</b>	<b>Formulação 3 (F3)</b>
Amido	100 partes	100 partes	100 partes
Coco	10 partes	30 partes	15 partes
Sal	2,5 partes	2,5 partes	2,5 partes
Água	55 partes	55 partes	55 partes

Tabela 03: Formulações adaptadas para o desenvolvimento da tapioca de amido de milho

<b>Ingredientes</b>	<b>Formulação 1 (F1)</b>	<b>Formulação 2 (F2)</b>	<b>Formulação 3 (F3)</b>
Amido	100 partes	100 partes	100 partes
Coco	60 partes	80 partes	100 partes
Sal	2,5 partes	2,5 partes	2,5 partes
Água	55 partes	55 partes	55 partes

Tabela 04: Formulações adaptadas para o desenvolvimento da tapioca de fécula de batata

<b>Ingredientes</b>	<b>Formulação 1 (F1)</b>	<b>Formulação 2 (F2)</b>	<b>Formulação 3 (F3)</b>
Amido	100 partes	100 partes	100 partes
Coco	10 partes	30 partes	15 partes
Sal	2,5 partes	2,5 partes	2,5 partes
Água	55 partes	55 partes	55 partes

### 3.3.1 Análise instrumental das tapiocas para escolha da formulação base das tapiocas.

Para avaliar o aroma, sabor, textura e aceitação global para os três tipos tapiocas. O teste foi aplicado no laboratório de Cereais com 20 provadores e usando a escala hedônica. Neste estudo foram avaliados os atributos sensoriais aceitação global empregando o método da escala hedônica de 9 pontos, em que cada provador marcava o quanto gostava ou desgostava de cada formulação, sendo valor 1 a nota mínima “desgostei muitíssimo” e o 9 a nota máxima “gostei muitíssimo”

Após a escolha da melhor formulação, base para os três tipos de amidos, conforme descrito nas tabelas 02, 03 e 04, foram elaboradas as tapiocas de mandioca, milho e batata de acordo com as formulações descritas nas tabelas 05, 06 e 07.

### 3.3.2 Adição de emulsificantes (SSL) após teste de bancada

Utilizando-se as formulações base descritas, as tapiocas foram elaboradas com adição 0,5 g de SSL, com base no limite máximo permitido pela resolução n°383, de 5 de agosto de 1999 com objetivo de verificar sua ação na textura , após o processamento com 0, 12, 24 e 48 horas.

Tabela 05: Formulação para a tapioca de amido de Mandioca

<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidades</b>
Amido de Mandioca	100 partes
Coco	30 partes
Sal	2,5 partes
Água	55 partes

Tabela 06: Formulação para a tapioca de amido de Milho

<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidades</b>
Amido de Milho	100 partes
Coco	100 partes
Sal	2,5 partes
Água	55 partes

Tabela 07: Formulação padrão para a tapioca de fécula de Batata

<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidades</b>
Amido de Batata	100 partes
Coco	30 partes
Sal	2,5 partes
Água	55 partes

Esses produtos foram submetidos à análise de aroma, sabor, textura e aceitação global.

### 3.3.3 Análises de textura das formulações com adição de emulsificante

Os testes de TPA (Análise de Perfil de Textura) e as medidas de força máxima de corte foram realizados com texturômetro TA.XT2i (SMS) com capacidade de 25 Kg ("250N load cell") e com programa de aplicação fornecido com aparelho (Texture Expert for Windows, versão 1.19). Nos testes de TPA foi utilizado um probe cilíndrico de 25 mm de diâmetro (SMS P/25), velocidade de deformação de 0,8 mm.s<sup>-1</sup>, taxa de deformação de 50%, e um período de repouso de 2s entre os ciclos. Foram realizadas 3 medições em pontos diferentes de cada tapioca. Para os testes de cisalhamento foi utilizado um probe tipo lâmina (SMS HDP/BS), fazendo-se passar a lâmina através da amostra a uma velocidade de 2,0 mm.s<sup>-1</sup>. Foram realizados 3 cortes em pontos diferentes de cada tapioca, obtendo-se o valor de força máxima necessária para o corte.

Foram avaliadas a textura das tapiocas nos amidos de milho, mandioca e batata. A análise foi realizada para verificar a influência do Estearoil-2-Lactil-lactato de Sódio (SSL) sobre a textura das formulações. Os resultados em questão se encontram dispostos nos gráficos.

Para as formulações foram avaliados os parâmetros de dureza, elasticidade, coesividade, mastigabilidade, força máxima de corte e gomosidade nos intervalos de tempo de 0, 12, 24, 48 horas com e sem adição de SSL. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos de polietileno a uma temperatura de 30° até o instante da realização das análises.

### 3.3.4 Análise sensorial das tapiocas

A análise sensorial das tapiocas foi realizada com o recrutamento de 40 provadores não treinados, na faixa etária entre 18 e 50 anos com grau de escolaridade variando entre curso superior completo e/ou incompleto, em que os mesmos provadores avaliaram grau de aceitação global, aroma, aparência, cor, textura, sabor, impressão e intenção de compra de cada formulação dos três

tipos de tapiocas selecionadas (mandioca, milho e batata), e a tapioca comercial (padrão).

Em relação ao potencial de consumo do produto pelos provadores, foram utilizados os critérios “gostei extremamente” e “desgostei extremamente”, parâmetros esses necessários para total aproveitamento do número de provadores.

Neste estudo foram avaliados os atributos de aceitação global empregando o método da escala hedônica de 9 pontos, onde cada provador marcava o quanto gostava ou desgostava de cada formulação, sendo valor 1 a nota mínima “desgostei extremamente” e o 9 a nota máxima “gostei extremamente”. Para avaliar a medida de atitude de compra empregou-se a escala estruturada de 5 pontos (1=certamente não compraria, 3=talvez comprasse/talvez não comprasse e 5=certamente compraria). A avaliação foi feita em cabines individuais sobe luz branca. Cada provador recebeu as amostras as quais foram servidas de forma monádica e codificadas com 3 dígitos escolhidos ao acaso, usando-se a tabela de sugestão para codificação das amostras.

### **3.4 Análise estatística**

Os dados obtidos nas análises sensoriais foram submetidas ao teste DUNNET.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Composição centesimal dos amidos

A composição centesimal dos amidos de mandioca, milho e batata utilizados na produção das tapiocas encontram-se na Tabela 8 e estão de acordo com os dados encontrados na literatura (GERMANI,1981; PALERMO,1982 GROSSMANN,1986 & ALEXANDER, 1995) .

Tabela 08: Composição centesimal dos amidos de mandioca, milho e batata

<b>Componentes</b>	<b>Mandioca (%)</b> (*)	<b>Milho (%)</b> (*)	<b>Batata (%)</b> (*)
Umidade	10,34 ± 0,63	12,40 ± 0,08	17,08 ± 0,13
Fração protéica	0,09 ± 0,07	0,26 ± 0,03	0,01 ± 0,02
Fração lipídica	0,33± 0,13	1,52 ± 1,14	0,27 ± 0,14
Fração mineral	0,04 ± 0,03	0,06 ± 0,03	0,05 ± 0,07
Amido	78,67 ± 1,83	77,60 ± 0,60	70,81 ± 0,55

(\*) média ± desvio padrão; n = 3;  $\alpha = 0,95$ .

### 4.2 Composição química da tapioca controle

A composição centesimal da tapioca controle é apresentada na Tabela 09 e os valores dos parâmetros encontrados servem apenas como indicativo do seu valor nutricional.

Tabela 09: Composição centesimal da tapioca padrão

<b>Parâmetros</b>	<b>Teor (*)</b>
Umidade (%)	39,74±0,10
Fração protéica (%)	0,34 ± 0,0
Fração lipídica (%)	0,39 ± 0,05
Fração mineral (%)	0,65±0,01
Cálcio, em Ca (mg/100g)	59,35± 2,28
Ferro, em Fe (mg/100g)	0,35± 0,17
Fósforo, em P (mg/100g)	18,30± 2,12
Fração carboidrato**	58,88

(\*) média ± desvio padrão; n = 3;  $\alpha = 0,95$ .

\*\* Valor obtido por diferença

### 4.3 Perfil de textura das tapiocas

#### 4.3.1 Sem adição de emulsificante (SSL)

As Figuras 03, 04, 05, 06, 07 e 08 mostram o comportamento da dureza, elasticidade, mastigabilidade, força de corte e gomosidade para a tapioca de mandioca, milho e batata respectivamente sem adição de emulsificante com o tempo de armazenamento.

Na figura 03 pode-se visualizar a variação da dureza das tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento. Como seria de se esperar a dureza das tapiocas aumentou com o tempo de armazenamento, possivelmente em função da retrogradação desses amidos, pois as formulações ensaiadas não continham nenhum tipo de agente anti-staling. Outra observação que pode ser feita é que os resultados aqui encontrados estão de acordo com suas velocidades de retrogradação apenas para os amidos de mandioca e batata até 24 horas de tempo de armazenamento. Acima de 24 horas, apenas a tapioca de mandioca manteve o comportamento esperado na retrogradação desse amido. Para o amido de batata, acima de 24 horas de armazenamento, os lipídios presentes na formulação da tapioca de batata, parecem ter iniciado um processo de dissociação da estrutura do complexo formado se refletindo na redução da sua dureza.

A interação dos lipídios com o amido de milho na formulação de sua tapioca, parece ter sido mais intensa e uniforme, porque apesar de se esperar uma intensidade de retrogradação no amido de milho maior do que nos outros dois amidos utilizados nas outras formulações de tapioca, a retrogradação observada, através do aumento de dureza atingiu níveis bem abaixo dos encontrados para os amidos de batata e mandioca nas mesmas condições de ensaio, embora crescentes.

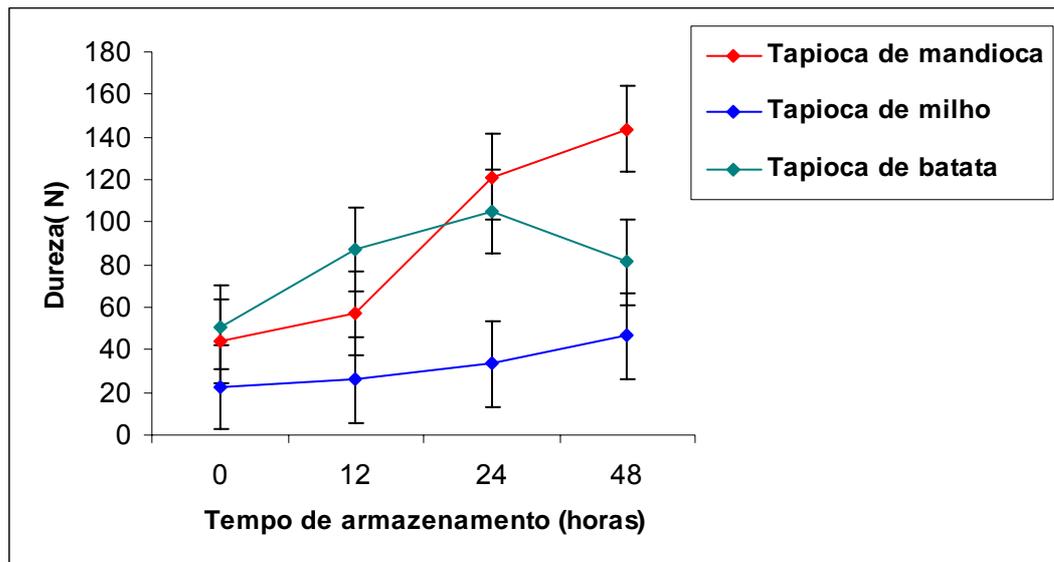


Figura 03. Variação da dureza das tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento sem adição de SSL.

Na figura 04 podemos observar a variação de elasticidade das tapiocas de mandioca, milho e batata, onde a tapioca de batata e de amido de milho no tempo zero apresentaram maior elasticidade do que a formulação à base de amido de mandioca. A partir do tempo de 24 horas a tapioca de mandioca apresentou maior elasticidade do que a tapioca de batata e milho, em função do aumento da rigidez (dureza) dos amidos estudados que promovem uma falta de elasticidade na textura. A menor elasticidade, para a formulação à base de amido de milho, deve-se possivelmente ao fato de amido de milho por ser proveniente de um cereal, ter um comportamento diferente, não formando uma consistência semelhante à observada na tapioca elaborada à base de fécula de mandioca.

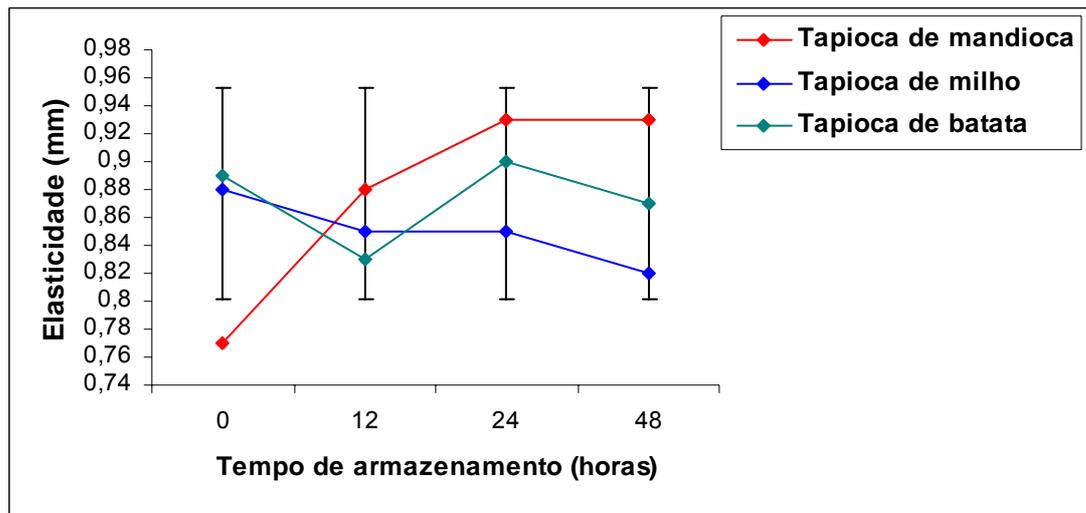


Figura 04: Variação de elasticidade das tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento sem adição de SSL.

Na figura 05, pode-se observar que na formulação de tapioca, tanto à base de fécula de mandioca e quanto à base de fécula de batata, a coesividade diminuiu com o tempo de armazenamento. Porém a tapioca formulada com amido de milho, até o instante de 24 horas, exibiu uma diminuição de sua coesividade, quando a partir daí, foi observado um brusco aumento desse parâmetro estudado, possivelmente pela interação dos lipídios do coco da formulação, com as moléculas de amido de milho.

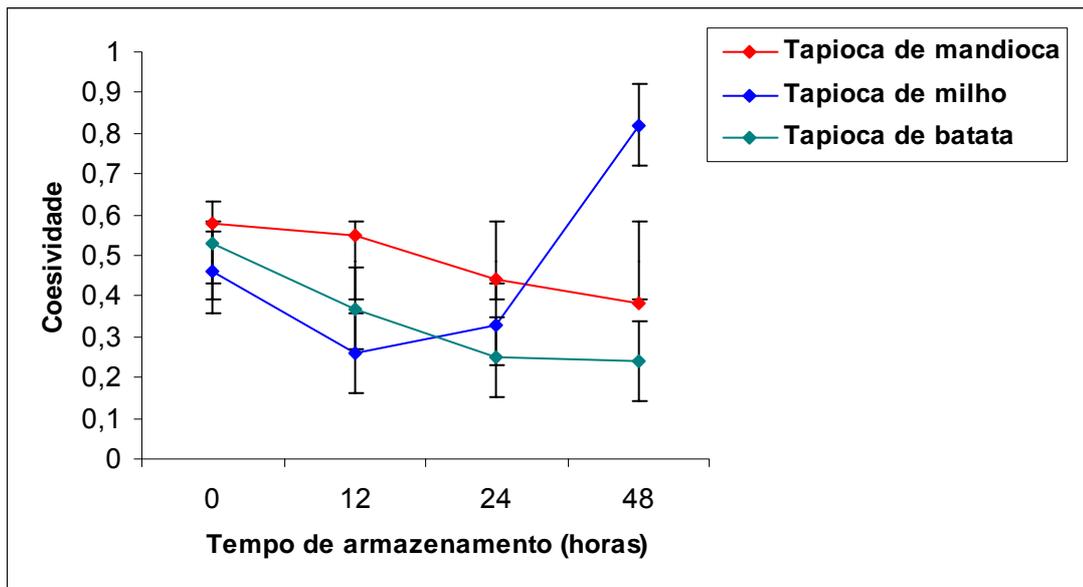


Figura 05: Variação de coesividade das tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento sem adição de SSL.

De acordo com a figura 06, no instante inicial, a tapioca de batata apresentou maior mastigabilidade, do que a tapioca de mandioca e milho nessa ordem, porém a partir deste instante, foi verificado que a tapioca de mandioca exibiu perfil resistente de mastigabilidade. Por apresentar um maior grau de gelatinização que os amidos de batata e milho é de se esperar que a tapioca de mandioca apresente maior mastigabilidade, uma vez possui uma maior quantidade de forma de grumos elásticos com aspecto de “liga”, característica peculiar deste produto.

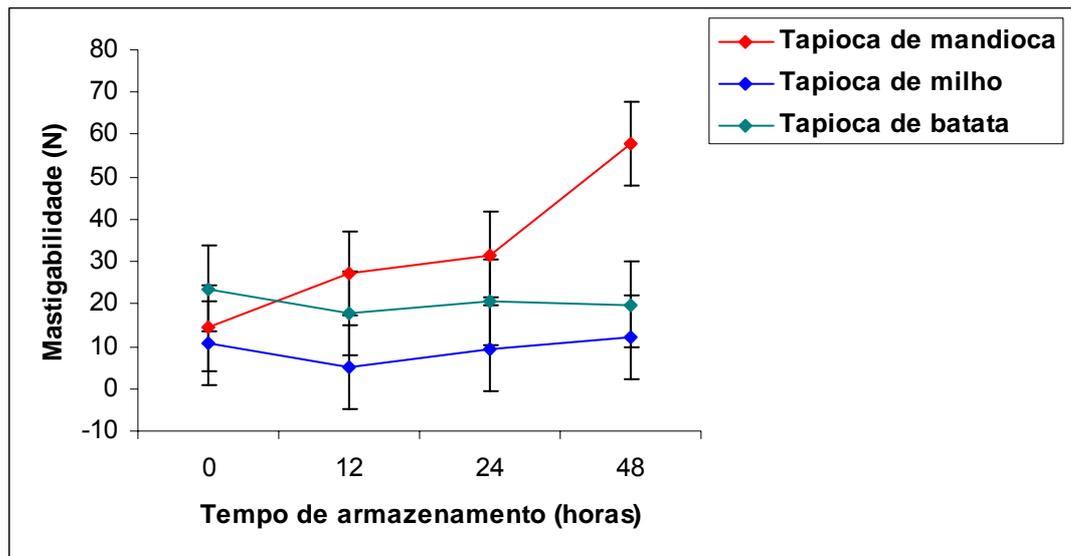


Figura 06: Variação de matigabilidade das tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento sem adição de SSL.

Na figura 07 a tapioca de mandioca apresentou inicialmente menor força de corte do que a tapioca de batata e milho respectivamente. Durante os ensaios observa-se que a tapioca de milho em função como mencionado anteriormente de ter comportamento diferente por ser cereal, não apresentava “liga” e por isso observava-se não haver dificuldade na hora do cisalhamento em relação à formulação.

O comportamento da força de força de corte com o tempo de armazenamento pode ser visto na Figura 07. Inicialmente as tapiocas de batata e mandioca apresentam altos valores de tensão de cisalhamento provavelmente porque os graus de hidratação desses amidos são mais elevados do que o amido de milho e, portanto facilitam suas cocções produzindo graus de gelatinização mais elevados e conseqüentemente desenvolvendo maiores elasticidades iniciais dificultando assim a ruptura das tapiocas.

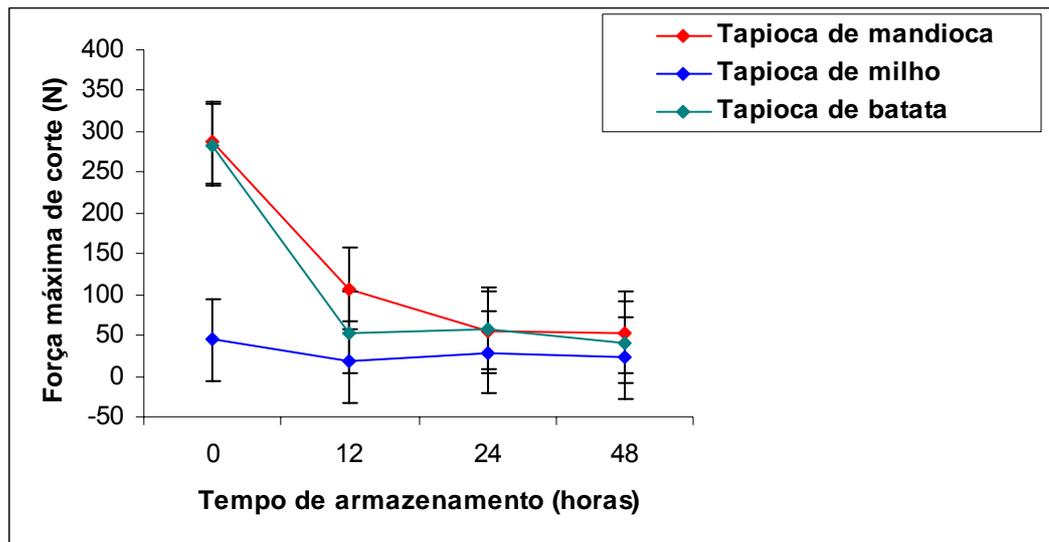


Figura 07. Variação de força máxima de corte das tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento sem adição de SSL.

De acordo com a Figura 08 como era de se esperar quem apresentou maior gomosidade, por ter um comportamento “gelatinoso” em função de ser um amido proveniente de um tubérculo, foi a tapioca de mandioca, que a partir do tempo de 24 horas apresentou uma diminuição brusca na sua gomosidade. A tapioca de batata, entretanto, apresentou um discreto crescimento na gomosidade nos tempos observados. Em relação à tapioca de milho, essa gomosidade reduz-se no instante 12 horas, mas volta a crescer novamente.

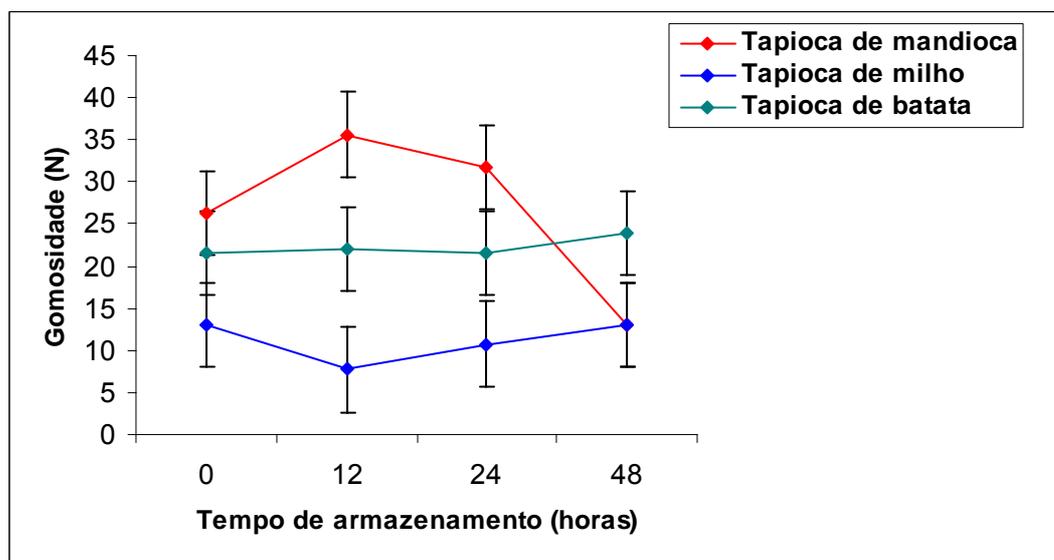


Figura 08. Variação de gomosidade das tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento sem adição de SSL.

#### 4.3.2 Com adição de emulsificante (SSL)

Pela observação dos gráficos 09, 10, 11, 12, 13, 14 obtidos a partir dos parâmetros constituintes do perfil de textura das tapiocas elaboradas com o tempo de armazenamento, podemos notar apenas pequenas variações em alguns pontos de ensaio dos gráficos, possivelmente em função da variação de uniformidade dos produtos elaborados. Reduções, como por exemplo, na dureza das tapiocas na presença de SSL com o tempo de armazenamento, não foram observada provavelmente pela não efetiva ação do SSL. A literatura disponível (KROG,1979) sobre a atuação de emulsificantes como agentes inibidores do aumento de dureza, em alimentos onde existe predominantemente amido, que foi submetido a processos de cocção, mostram a atuação dos emulsificantes sempre em excesso de água, o que certamente não ocorreu no desenvolvimento do presente estudo, onde a proporção de amido/água foi de 1:0,55, teor de água próximo a quantidade mínima necessária para que haja alguma gelatinização, condição *sine qua non* para que aconteça a interação de emulsificantes com o amido. RICHARDSON et al.,2004 verificaram que os emulsificantes formam uma rede estrutural com a amilose, alterando as propriedades do gel que podem ser influenciadas pela presença de íons como o  $\text{Na}^+$  provenientes do cloreto de sódio e do SSL utilizado nas formulações. O mecanismo de ação dos emulsificantes ainda é pouco conhecido.

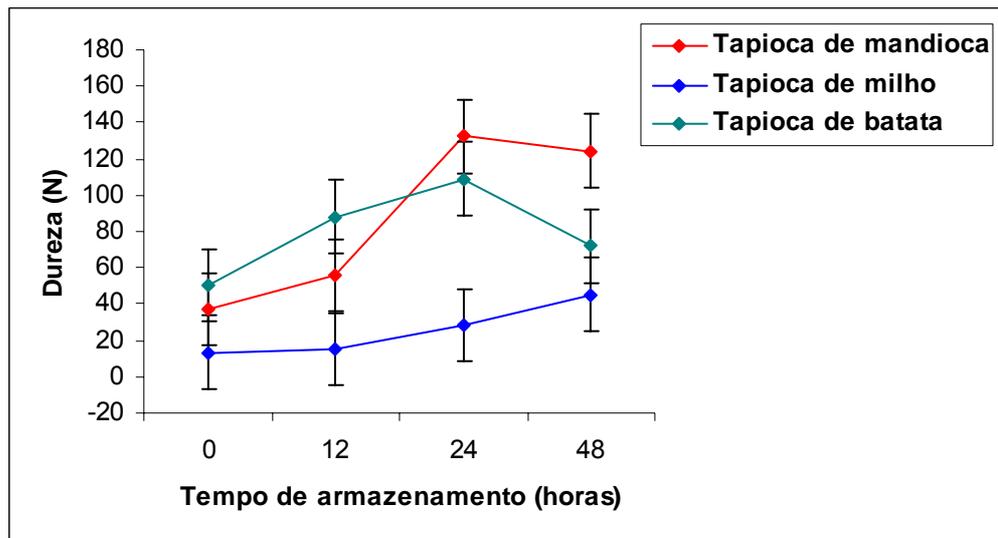


Figura 09. Variação da dureza das tapiocas de mandioca, milho, batata e com o tempo de armazenamento com adição de SSL.

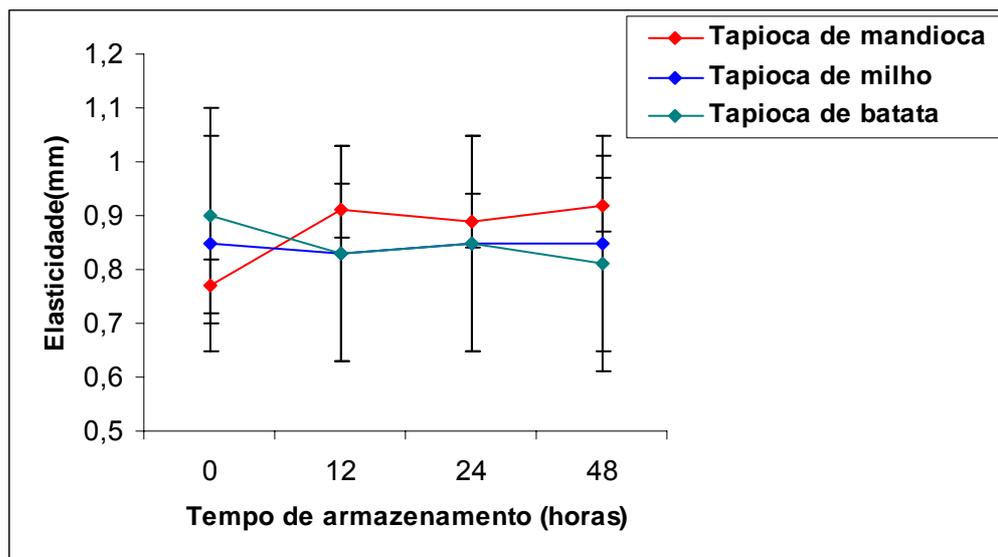


Figura 10: Variação de elasticidade das tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento com adição de SSL.

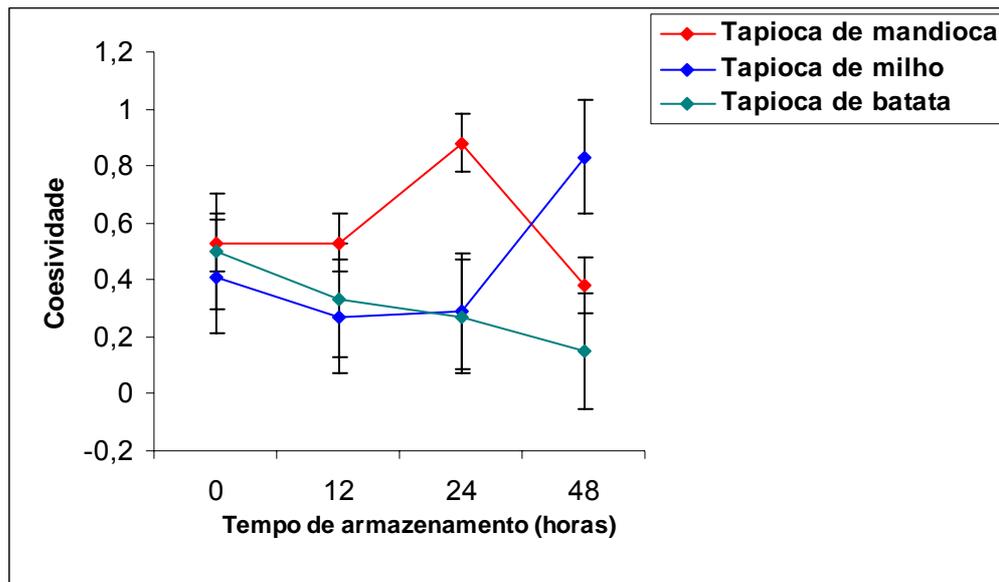


Figura 11: Variação de coesividade das tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento com adição de SSL.

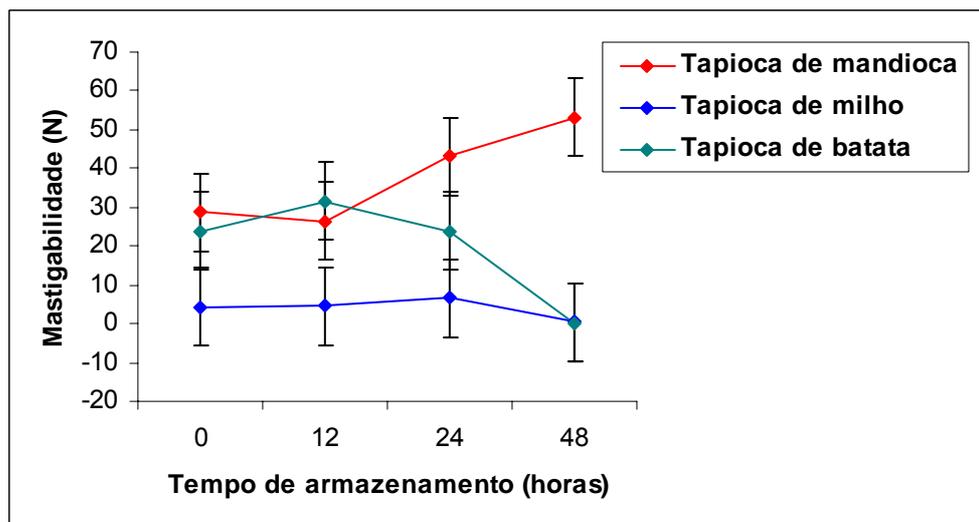


Figura 12: Variação de mastigabilidade das tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento com adição de SSL.

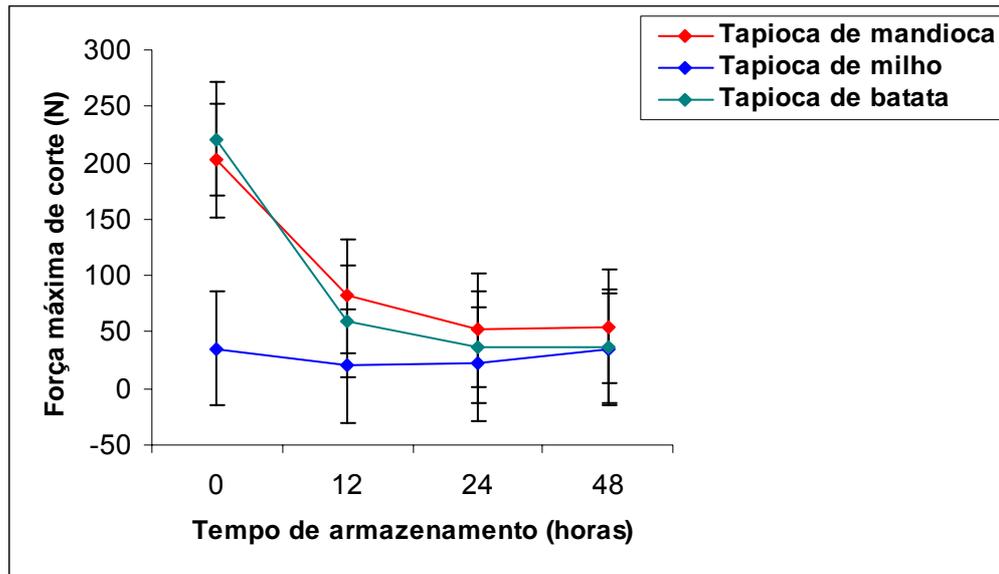


Figura13 Variação de força máxima de corte das tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento com adição de SSL.

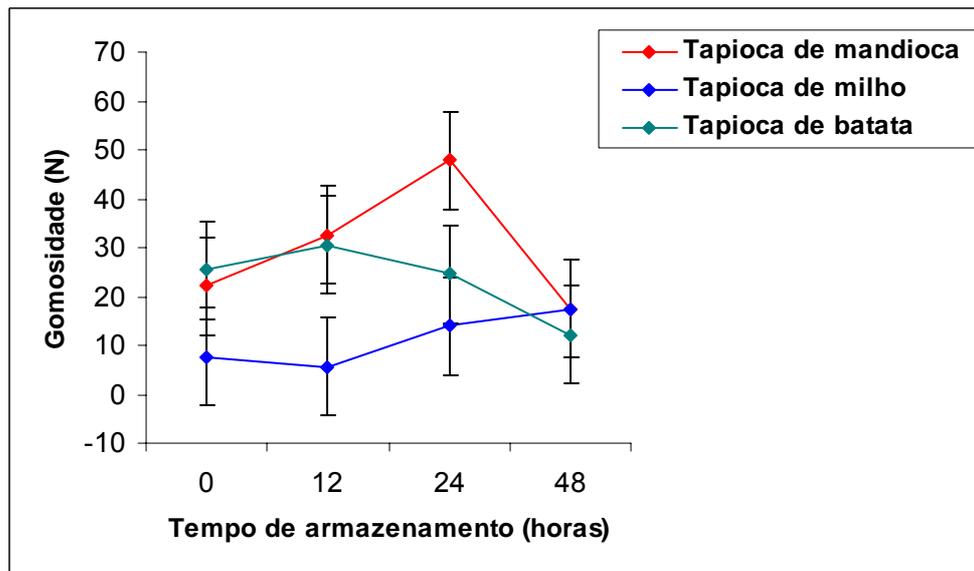


Figura14 Variação de gomosidade das tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento com adição de SSL.

#### 4.4 Grau de gelatinização (G.G) das tapiocas

Os resultados do grau de gelatinização das tapiocas de mandioca, milho e batata são mostrados na tabela 10.

Tabela 10: Grau de gelatinização das tapiocas

<b>Tapioca</b>	<b>G.G. (%)</b>
Mandioca	61,63
Milho	30,50
Batata	18,68

Observando o grau de gelatinização das tapiocas de diferentes fontes amiláceas, observou-se que a tapioca à base de amido de mandioca foi a que apresentou maior grau de gelatinização (61,63%) quando comparado com a tapioca à base de amido de milho (30,50%) e fécula de batata (18,68%) e, portanto o produto de mais fácil digestibilidade ao ser recém preparado.

A absorção de água pelos grânulos de mandioca tanto à temperatura ambiente quanto durante o aquecimento, parece ter sido maior do que nos grânulos dos amidos de milho e batata, justificando assim os menores valores dos graus de gelatinização encontrados para esses amidos.

#### 4.5 Teor de amido resistente das tapiocas

Os resultados do teor de amido resistente (AR) das tapiocas de mandioca, milho e batata estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11. Determinação de amido resistente (A.R.) nas tapiocas de mandioca, milho e batata com o tempo de armazenamento

Tempo (horas)	A.R (%)*		
	Mandioca	Milho	Batata
0	42,23 ± 1,01 <sup>a</sup>	12,62 ± 0,18 <sup>a</sup>	20,92 ± 0,69 <sup>a</sup>
12	44,00 ± 0,19 <sup>b</sup>	14,67 ± 0,65 <sup>b</sup>	37,44 ± 0,34 <sup>b</sup>
24	44,89 ± 0,80 <sup>b,c</sup>	20,51 ± 0,06 <sup>c</sup>	52,40 ± 1,60 <sup>c</sup>
48	47,78 ± 0,03 <sup>c,d</sup>	24,00 ± 0,38 <sup>d</sup>	54,02 ± 0,24 <sup>c</sup>

\*Média ± desvio padrão; n=3 ;  $\alpha = 0,95$  .

\*\*Letras iguais em uma mesma coluna não apresentam diferença significativa ao nível de 5%.

De uma maneira geral, os valores encontrados aumentaram a partir do tempo inicial até o tempo de 48 horas, mostrando diferenças significativas entre os valores encontrados. Tal resultado seria de se esperar porque durante o tempo de armazenamento, ocorreu a retrogradação dos amidos das tapiocas e conforme demonstrado por BAGHURST, (1996) a retrogradação contribui para o aumento do teor de amido resistente, pois a amilose retrogradada é altamente resistente a enzimas. Podemos verificar que na tapioca de amido de mandioca, os índices de amido resistente (AR) foram mais homogêneos que nas outras formulações estudadas, porém, ao final do tempo de armazenamento o amido de batata apresentou teor de amido resistente superior ao teor de amido de mandioca. Os níveis de amido resistente se mostram superiores aos encontrados para o pão de forma, o qual possui frações de amido resistente em torno de 1,0% (ENGLYST, et al.; 2002).

Do ponto de vista nutricional, para as tapiocas recém-elaboradas, parece ser mais vantajoso para as dietas de menor valor calórico, a ingestão da tradicional tapioca de mandioca, em função do mais alto teor de amido resistente (fibra alimentar) encontrado, enquanto que se ao desejar uma tapioca com um teor de AR mais elevado, recomenda-se ingerir a tapioca de amido de batata com 48 horas de armazenamento, embora exista uma diferença de gosto e textura em relação ao produto recém-preparado.

#### 4.6 Análise sensorial das tapiocas

O APÊNDICE A apresenta as médias gerais das notas obtidas na avaliação sensorial para as tapiocas de amido de mandioca, milho e batata. Aplicou-se o teste DUNNET, ao nível de 5% entre as médias das notas para o 3 tipos de tapiocas obtidas.

Os resultados obtidos para o aroma nas tapiocas, indicam que há diferença significativa entre a tapioca padrão, e as tapiocas de batata e milho para este atributo, porém não houve para a de mandioca. De acordo com os dados da tabela, a maior média para tal atributo foi para a tapioca de milho.

Em relação à aparência houve diferença significativa entre as amostras. Sendo que a tapioca de amido de mandioca teve maior média.

O mesmo foi observado para o atributo cor, ou seja, houve diferença significativa para todas as amostras. Para o atributo mencionado, a maior média foi verificada para a tapioca de mandioca.

Para o atributo sabor não houve diferença significativa para a formulação padrão e a de batata, porém houve diferença significativa quando comparada com a tapioca à base de amido de milho e mandioca. Sendo a maior média observada para a tapioca de amido de milho.

Observando o atributo textura, verificou-se que não ocorreu diferença significativa entre a padrão e as formulações à base de amido de batata e amido de milho, mas houve diferença significativa para a tapioca de amido de mandioca quando comparada com a padrão. A maior média foi observada para a tapioca de amido de mandioca.

O atributo impressão de global indicou haver diferença significativa para a tapioca de amido de milho e de amido de mandioca, quando comparada com a tapioca padrão, porém não houve diferença significativa quando comparada com a de amido de batata. A maior média foi observada para a tapioca de amido de milho.

Para o quesito intenção de compra a tapioca padrão não apresentou diferença significativa com a de batata, porém apresentou diferença significativa quando compara com as demais formulações. A maior média foi obtida para a tapioca de amido de mandioca.

O APÊNDICE B apresenta os resultados da avaliação sensorial de aroma, aparência, cor, sabor, textura, impressão global e intenção de compras para os três tipos de tapiocas estudadas e tapioca controle. Procedeu-se à análise de variância (ANOVA) e aplicou-se o teste Dunnet, ao nível de 5% entre as diferenças das médias das notas obtidas para os 3 tipos de tapiocas em relação a tapioca padrão.

De acordo com os resultados obtidos através do teste Dunnet, observou-se que não há diferença significativa entre a tapioca padrão e as tapiocas de batata, de milho e de mandioca, para os atributos de aparência, cor e entre a tapioca padrão e mandioca para o atributo aroma, conforme pode ser visto na tabela. Enquanto que a mesma difere significativamente das tapiocas de batata e de milho para o atributo aroma; das tapiocas de milho e de mandioca para o atributo sabor; da tapioca de mandioca para o atributo textura; das tapiocas de milho e da mandioca para os atributos impressão global e intenção de compra.

Os dados da tabela acima mostram que para o atributo aroma a maior média foi obtida para a tapioca de batata. Em relação ao atributo aparência foi verificado maior média para a tapioca de amido de mandioca. Esta mesma formulação apresentou maior média no atributo cor. A tapioca de amido de milho apresentou maior média para o sabor, assim como também apresentou maior sabor para o atributo textura e maior média também para o atributo impressão global e intenção de compra.

Para aroma, 32,5% dos provadores deram nota 8 o que equivale a “gostei muito” para tapioca à base de amido de batata, 20% deram nota 7, correspondente a

“gostei moderadamente” para a tapioca de mandioca e 30 % deram nota 8 ( “gostei muito”) para a tapioca de milho e 20 % deram nota 8 ( “gostei muito”) para a padrão.

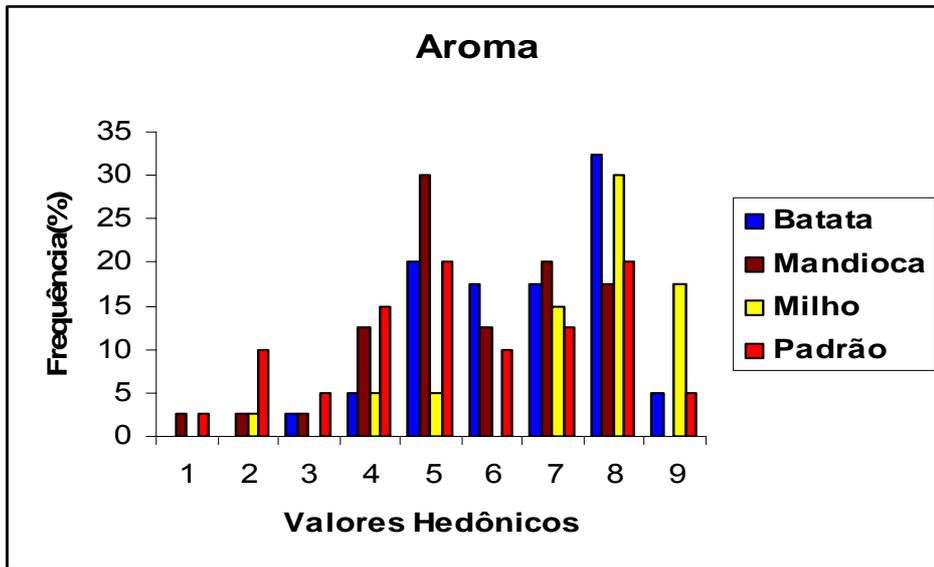


Figura 15 Frequência das notas obtidas na avaliação sensorial as tapiocas de amido de mandioca, de milho e batata

Na aparência 27,5% dos provadores deram nota 7 “gostei moderadamente” na tapioca de batata e 30% deram nota 8 “gostei muito” para a tapioca de mandioca e 32,5% deram nota 8 ( “gostei muito”) para tapioca de milho, 27,5 % deram 7 ( “gostei moderadamente”) para tapioca padrão.

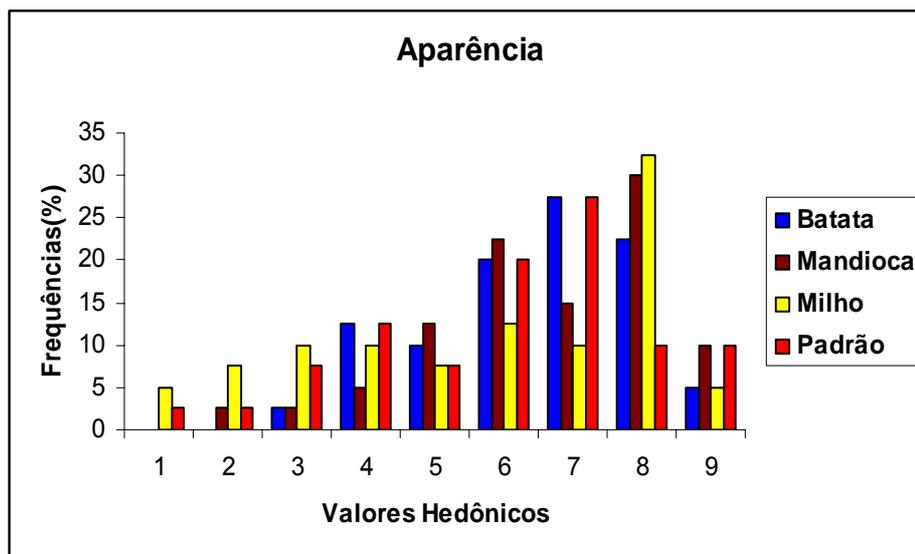


Figura 16 Frequência das notas obtidas na avaliação sensorial as tapiocas de amido de mandioca, de milho e batata.

Para o atributo Cor, 32,5% deram nota 7, que equivale a “gostei moderadamente” para a tapioca de batata, 30% deram nota 8 (“gostei muito”) para tapioca de mandioca, 37,5 % deram nota 8 (“gostei muito”) para tapioca de milho e 30% deram 8 (“gostei muito”) para a tapioca padrão.

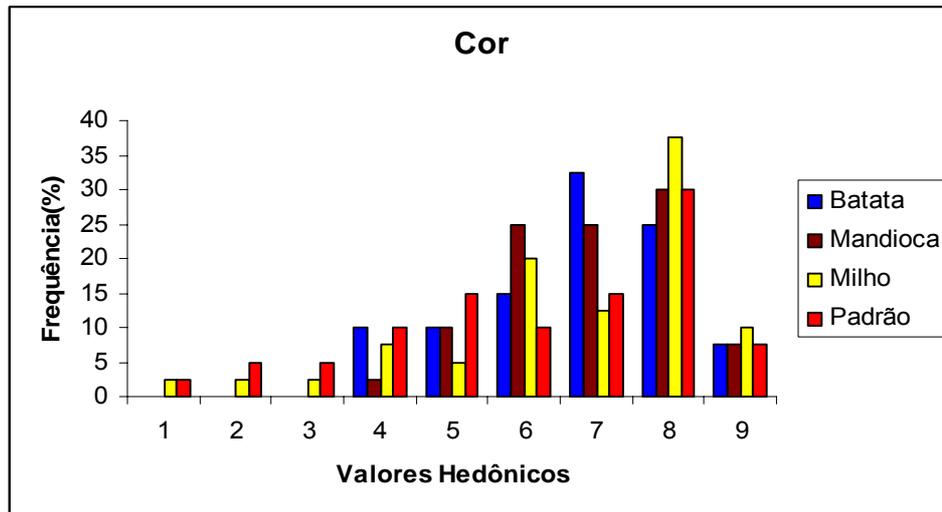


Figura 17 Frequência das notas obtidas na avaliação sensorial as tapiocas de amido de mandioca, de milho e batata.

Para sabor, 25% deram nota 7 que equivale a “gostei moderadamente” para tapioca de batata, 27,5% deram nota 8 “gostei muito” para a tapioca de mandioca e 27,5% deram nota 8 (“gostei muito”) para a tapioca de milho e 30% deram nota 6 referente a “gostei ligeiramente” para a tapioca padrão.

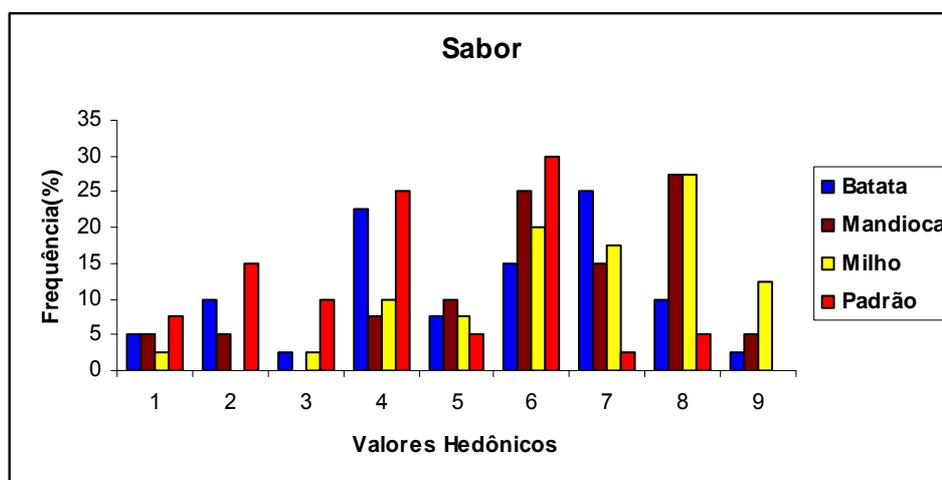


Figura 18 Frequência das notas obtidas na avaliação sensorial as tapiocas de amido de mandioca, de milho e batata.

Para a textura, 22,5% deram nota 7 (“gostei moderadamente”) para a tapioca de batata, 25% deram nota 6 (“gostei ligeiramente”) para tapioca de mandioca, 27,5% deram nota 8 (“gostei muito”) para a tapioca de milho e 22,5 deram nota 4 (“desgostei ligeiramente”) para a tapioca padrão.

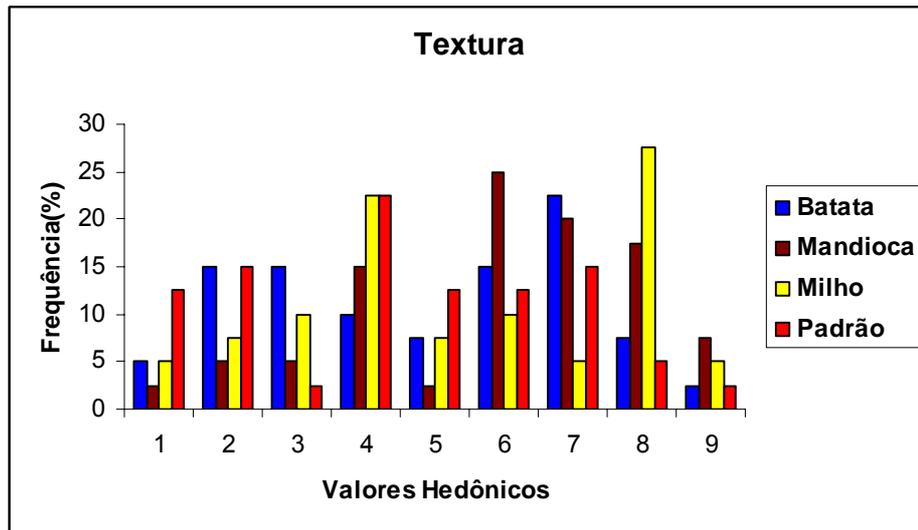


Figura 19 Frequência das notas obtidas na avaliação sensorial as tapiocas de amido de mandioca, de milho e batata.

Impressão global, 20% deram nota 7 (“gostei moderadamente”) para a tapioca de batata, 25% deram nota 7 (“gostei moderadamente”) para tapioca de mandioca, 22,5 % deram nota 8 (“gostei muito”) para tapioca de milho e 20% deram nota 7 (“gostei moderadamente”) para a tapioca padrão.

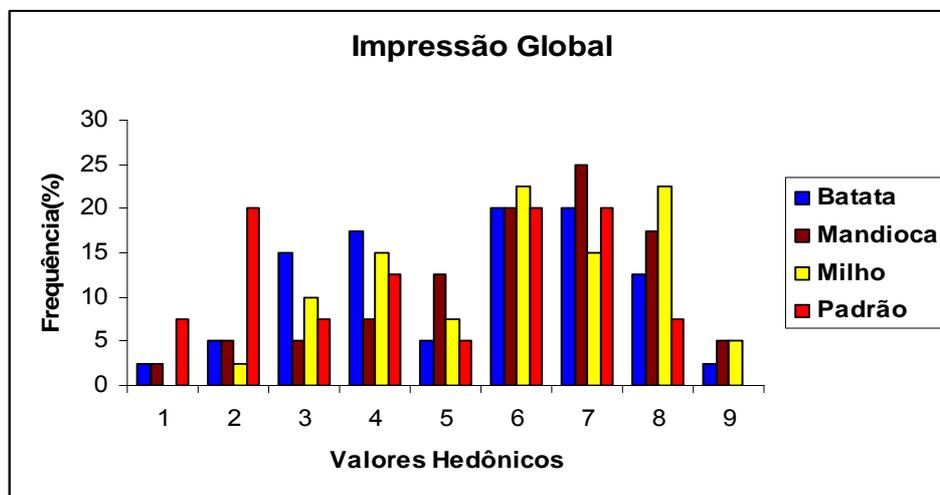


Figura 20 Frequência das notas obtidas na avaliação sensorial as tapiocas de amido de mandioca, de milho e batata.

Intenção de compra, 27,5% deram nota 3 (“talvez comprasse ou não, na tapioca de batata, para a tapioca de mandioca,30% deram nota 3 (“talvez comprasse ou não comprasse”), 27,5% deram nota 4(“possivelmente compraria”) para tapioca de milho e 40% deram nota 1 correspondente a (“certamente não compraria”) para a tapioca padrão.

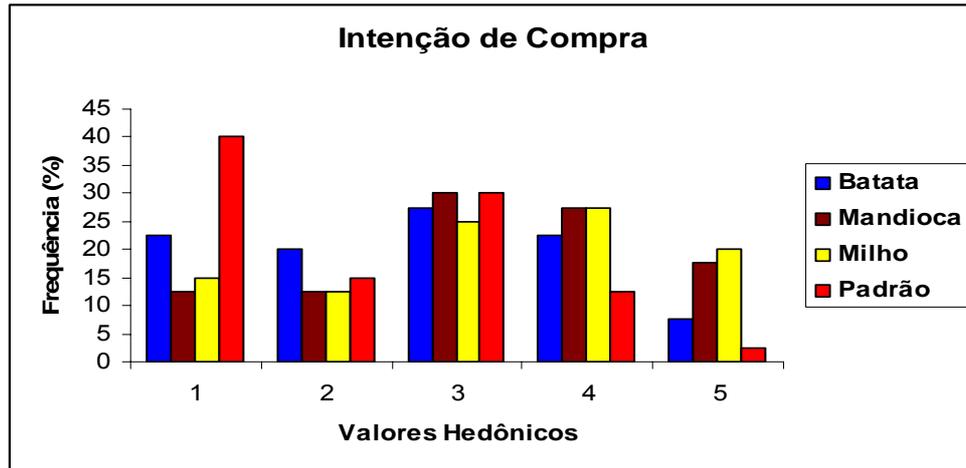


Figura 21 Frequência das notas obtidas na avaliação sensorial as tapiocas de amido de mandioca, de milho e batata.

## 5 .CONCLUSÕES

De acordo com o trabalho realizado e com base nos resultados apresentados e discutidos anteriormente, pode-se concluir que:

1. As formulações de todas as tapiocas com adição de SSL não apresentaram variações significativas com relação aos parâmetros do perfil de textura.

2. A tapioca de mandioca apresentou maior grau de gelatinização que as outras tapiocas e, portanto, uma maior quantidade de amido gelatinizado o que pode significar uma melhor digestibilidade para a formulação recém preparada.

3. Levando-se em consideração o aspecto nutricional, para as tapiocas recém-elaboradas, parece ser mais vantajoso para as dietas de menor valor calórico, a ingestão da tradicional tapioca de mandioca, em função do mais alto teor de amido resistente.

4. A maior média satisfatória foi obtida pela tapioca de amido de mandioca em relação ao atributo cor.

5. Para o atributo impressão global a tapioca de milho apresentou maior média satisfatória, quando comparada com as outras formulações.

6. As médias obtidas para aparência, cor, sabor, textura e impressão *global*, situaram-se na faixa aceitável da escala hedônica, tanto para a formulação padrão quanto para as outras formulações.

7. O maior valor do escore, para a intenção de compra, foi obtido pela tapioca de mandioca.

8. O amido de milho e o amido de batata podem ser usados na elaboração de tapioca.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Regulamento Técnico para uso de Aditivos Alimentares para produtos de Panificação. 1999.

ALEXANDER, R. J. Potato Starch: new prospects for an old product. **Cereal Foods World**. v. 40, n. 10, p. 763-764, October 1995.

AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC).1989. Approved Methods of the **American Association of Cereal Chemists**. 11. ed. St. Paul, Minnesota.

ASQUIERI, E. R., VILELA, E. R., CEREDA, M. P. Efeito dos Processos de Extração e da Fermentação nas características do polvilho azedo. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 13, n. 1, p. 67-76, jan./jun. 1993.

ATKIN, N. J.; Abeysekera, R. M.; Robards, A. W. 1998 **Carbohydrate Polymers** v. 36, p. 193-204, 1998.

.ATHIE, Ivania. **Conservação de grãos**. Campinas: Fundação Cargill, 1998. 236p.  
LEACH, H. W . Gelatinization of Starch. In: WHISTLER, R. L. & PASCHALL, E. F. **Starch: chemistry and Technology**. New York, Academic Press, 1965. v1, p.289-307.

BAGHURST, P. A Baghurst, K. I; Record, S. J. Dietary Fibre, Non Starch Polysaccharides and Resistant Starch. A Review. **S2-Suplement to Food Australia** 48( 3)- CSIRO-Australia, 1996.

BRAUTLECHT, Charles Andrew. **Starch: its sources, production and uses**. New York: Reinhold, c1953. 408 p.

BERRY, C. S. Resistant starch: formation and measurement of starch that survives exhaustive digestion with amilolitic enzymes during the determination of dietary fiber. **J.Cereal Sci.** 4,301-314. 1986.

BIRCH, G. G; Priestley, R. J. Degree of gelatinization of cooked rice. **Die Starke**. 25(3). 98-100. 1973.

BULÉON A., Colonna, P., Planchot, V., & Ball, S. Starch granules: structure and biosynthesis. **International Journal of Biological Macromolecules**, 23, 85-112, 1998.

CARVALHO, E. P, CANHOS, V. P. & VILELA, E. R. Determinação da microbiota do polvilho azedo. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v.15, n.3, p. 239-245, Dez.1995

CAMARGO, C. COLONNA, P., BULEON, A. & RICHARD- MOLARD, D. Functional Properties of Sour Cassava (*Manihot utilíssima*) Starch: Polvilho Azedo, **Journal Science Food Agriculture**, v. 45, p. 273-289, 1988

CÂNDIDO, L. M.; Campos, A. M. Alimentos para fins especiais: dietéticos. 1. ed. São Paulo: Livraria Varela, 400p. 1996.

CANECCHIO Filho, Vicente. **Cultura de milho**. Campinas, SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1987. 38p.

[http://cepea.esalq.usp.br/pdf/Cepea\\_Mandioca](http://cepea.esalq.usp.br/pdf/Cepea_Mandioca): acesso em maio de 2006.

CHAMP, M. Determination of Resistant Starch in Foods and Food Products: Interlaboratory Study. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 46, n. 2, p. 51-62, 1992.

CIACCO, C. F.; Cruz, R. Fabricação de amido e sua utilização. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 152p. (Série **Tecnologia Agroindustrial**, 07), 1982.

CIACCO, C. F.; Cruz, R. Fabricação de Amido e sua Utilização. Série **Tecnologia Agroindustrial**, – Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia – PROMOCET, 1984.

CONCEIÇÃO, Antonio José da. A **Mandioca**. Cruz das Almas: EMBRAPA, 1979. 382p.

COULTATE, T. P. **Alimentos: a química de seus componentes**-tradução Jeverson Frazzon...et al.- 3. ed.Porto Alegre: Artmed, 2004.

CUMMINGS, J. H.; BEATTY, E. R.; KINGMAN, S. M.; BINGHAM, S. A e ENGLYST, H. N. 1996. Digestion and Physiological Properties of Resistant Starch in the Human Large Bowel – British **Journal of Nutrition**. 75.733-747.

DE LEMOS, S. E. Efeito da adição do amido de Batata nas propriedades reológicas da massa de trigo e na formação de amido resistente. Tese de mestrado. Universidade Federal do Ceará. 2002. 74p.

EL-DASH, A. A. Camargo, C. D.; Diaz, N. M. **Fundamentos da Tecnologia de Panificação**. São Paulo, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 144p. (Série Tecnologia Agroindustrial, 06).

ENGLYST, H. N.; KINGMAN, S. M.; CUMMINGS, J. H. 1992. Classification and Measurement of Nutritionally Important Starch Fractions. **European Journal of Clinical Nutrition**. 46 (suppl. 2) S33-S50.

EERLINGEN, R. C & DELCOUR, J. A- Formation, Analysis, Structure and Properties of Type III Enzyme Resistant Starch. Katholieke Universiteit Leuven, **Research Unit Food Chemistry**, B-3001 Heverlee, Belgium 1994.

EVANS, M. & SHRONTIS, E. 1992. Intestinal Fuels: Glutamine, Short Chain Fatty Acids and Dietary Fiber. **J. Am. Diet. Assoc.** 92:1239.

FENNEMA, O. R.-**Química de los alimentos -2**. ed. Editorial Acribia, S. A- Zaragoza (España). 1993.

FENNEMA, O. R.-**Química de los alimentos -2**. ed. Editorial Acribia, S. A- Zaragoza (España). 2000.

FRENCH, D.-Organization of Starch Granules. In: Whistler, R. L.; Bemiller, J. N.; Paschall, E. F., **Starch: Chemistry and Technology**; London, Academic Press Inc., cap. 7, p. 183-247, 2. ed.1984.

GEE, J. K.M & WORTLEY, G.M. Effects of Resistant Starch on Intestinal Structure and Function. In: Intestinal Cell Proliferation emphasis on dietary manipulation. Report of the European Flair Concerted Action Workshop. San Remo, Italy, November 8, 1992.

GERMANI, R. **Retrogradação de Géis de Amido de milho: Influência de açúcares lipídios, e tipo de Amido**( Tese de Mestrado) Faculdade de Engenharia de Alimentos-NICAMP, 109p. 1981.

GOMES, Anida Maria Moraes. **Efeitos do annealing nas propriedades físico-químicas e reológicas dos amidos de mandioca in natura e fermentado**. Tese de mestrado. Universidade Federal do Ceará. 2003. 117p.

GROSSMAN, M.V. Efeito da Extrusão Termo plástico na Gelatinização do Amido de Mandioca visando a produção de álcool tese de Doutorado). Faculdade de Engenharia de Alimentos –UNICAMP124 p.1986.

HOSENEY, R. C. **Principles of Cereal Science and Technology**, 2. ed. Am. Assoc. Cereal Chemistry: St. Paul, 1991.

HOSENEY, R. C. **Principles of Cereal Science and Technology**, 2. ed. Am. Assoc. Cereal Chemistry: St. Paul, 1996.

KROG, N. Amylose complexing effect of food grade emulsifiers. **Die Starke**, v.23, n.9, p.293-300, 1979.

LOBO, A. R., SILVA, G. M. DE LEMOS, Amido Resistente e Suas propriedades Físico-químicas. **Revista Nutrição**., v.16, n. 2, p. 219-226. abril/junho. 2003.

MILLER, B.S. DERBY, R.I &TRIMBO, M.B. A pictorial explanation for the increases in viscosity of a heated wheat starch water suspension **Cereal Chem.** V. 50, n.3, p. 271-280, 1973

MISHRA, S. & RAI, T. Morphology and Functional properties of corn, potato and tapioca starches. **Food Hydrocolloids**, p.1-10, 2005

MUHRBECK P. & ERIK, S. Annealing properties of potato starches with different degrees of phosphorylation, **Carbohydrate Polymers**, v. 31, p. 263-267, 1996.

MOOTRHY, S. N.; & RAMANUJAM, J. A. M. Variation in Properties of Starch in Cassava Varieties in Relation to Age of the Crop. **Starch/Stärke**, v. 38, n. 2, p. 58-61, 1986.

OLKKU & RHA, C Gelatinization of starch and wheat flour starch: a review. **Food Chem.** N. 3p. 293-317, 1978.

ORDÓÑEZ .J A. Pereda. **Tecnologia dos Alimentos e Processos**- tradução Murad- Porto Alegre: Artmed, 2005

OSMAN, E. M. in Starch: **Chemistry and Technology**, WHISTLER, R. L. & PASCHALL, ed, Academic Press, New York, 1967, v. 2, p. 1963

OWUSU-ANSAH, J. & STANLEY, D. W. Physicochemical changes in corn starch as a function of extrusion. **Cereal Chem.** V.60, n. 4. p 319-324, 1983.

RICHARDSON, G., LANGTON, M., BARK, A & HERMANSSON, A. M Wheat Starch gelatinization – the effects of sucrose, emulsifier and the physical state of the emulsifier. **Starke**, v. 55, p.546-552.

PALERMO, J.R.-Gelatinização de Amido e Grão de Sorgo pela Redação de Microondas de Alimentos- UNICAMP, 116p. 1982.

PARKER, R & RING S. G Aspects of the Physical Chemistry of Starch **Journal of Cereal Science**, v. 34, p. 1-17, 2001

PEREIRA L. T. P.; BELEIA, A. del Pino. Isolation, fractionation and characterization of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) root cell walls. **Ciência. Tecnologia. Alimentos**, v. 24, n. 1, p. 59-63, jan./mar., 2004 .

PERESSIN, V. A.; Monteiro, D. A.; Lorenzi, J. O *et al.* Acúmulo de Matéria Seca na Presença e na Ausência de Plantas Infestantes no Cultivar de Mandioca SRT 59 - Branca de Santa Catarina. **Bragantia**, v. 57, n. 1, 1998.

SZCZESNIAK, A.S. Texture is a sensory property. **Food Quality and Preference**, v.13. n.4, p. 215-225, 2002

WALTER, M.; Silva, L. P. I.; Emanuelli, T. Resistant starch: physical-chemical characteristics, physiological properties and quantification methodologies. **Ciência Rural**. v.35 n.4 Jul/Aug. 2005

TENNEY, R. J., SCHMIDT, D. M. Bakers digest, v. 42, n. 6. p.38-42. 1968.

WHITE, P. J & POLLAK, L.M. Corn as a Food Source in the United States: Part I. Historical and Current Perspectives in: **Cereal Foods World**, v. 40, n.10, p. 723-790, 1995.

ZOBEL, H. F. Molecules to Granules: a comprehensive starch review. **Starch/Stärke**, v. 40, n. 2, p. 44-50, 1988a.

ZOBEL, H. F. Starch Crystal Transformations and their Industrial Importance. **Starch/Stärke**, v. 40, n. 1, p. 1-7, 1988b.

# APÊNDICE

## APÊNDICE A - Média global dos atributos para as tapiocas

<b>Tapioca</b>	<b>Aroma</b>	<b>Aparência</b>	<b>Cor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>Impressão Global</b>	<b>Intenção de Compra</b>
Batata	6,60 ± 1,50 <sup>a</sup>	6,40 ± 1,57 <sup>a</sup>	6,70 ± 1,47 <sup>a</sup>	5,23 ± 2,13 <sup>a</sup>	4,83 ± 2,25 <sup>a</sup>	5,30 ± 2,04 <sup>a</sup>	2,26 ± 1,18 <sup>a</sup>
Mandioca	5,70 ± 1,71 <sup>b</sup>	6,70 ± 1,67 <sup>b</sup>	6,90 ± 1,26 <sup>b</sup>	6,15 ± 2,06 <sup>a,b</sup>	5,98 ± 2,04 <sup>b</sup>	5,83 ± 2,07 <sup>a,b</sup>	3,35 ± 1,42 <sup>b</sup>
Milho	7,03 ± 1,61 <sup>a,b</sup>	5,78 ± 2,40 <sup>c</sup>	6,70 ± 1,94 <sup>c</sup>	6,63 ± 1,85 <sup>b,c</sup>	5,38 ± 2,38 <sup>a,b,c</sup>	6,00 ± 1,90 <sup>a,b,c</sup>	3,25 ± 1,33 <sup>a,b,c</sup>
Padrão	5,50 ± 2,17 <sup>b,d</sup>	6,00 ± 1,98 <sup>d</sup>	6,15 ± 2,13 <sup>d</sup>	4,30 ± 1,91 <sup>a,d</sup>	4,45 ± 2,25 <sup>a,d,c</sup>	4,56 ± 2,29 <sup>a,d</sup>	2,26 ± 1,19 <sup>a,d</sup>

\*Letras iguais em uma mesma coluna não tem diferença significativa

\*\*Letras diferentes em uma mesma coluna tem diferença significativa

\*\*\*P ≤ 0,05

## APÊNDICE B - Teste Dunnet para as tapiocas

<b>Tapioca</b>	<b>Aroma</b>	<b>Aparência</b>	<b>Cor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Textura</b>	<b>Impressão Global</b>	<b>Intenção de Compra</b>
Padrão	5,50 ± 2,17 <sup>a</sup>	6,00 ± 1,98 <sup>a</sup>	6,15 ± 2,13 <sup>a</sup>	4,30 ± 1,91 <sup>a</sup>	4,45 ± 2,25 <sup>a</sup>	4,56 ± 2,29 <sup>a</sup>	2,26 ± 1,18 <sup>a</sup>
Batata	1,13 ± 2,89 <sup>b</sup>	0,40 ± 2,07 <sup>a</sup>	0,55 ± 2,21 <sup>a</sup>	0,93 ± 2,52 <sup>a</sup>	0,38 ± 3,06 <sup>a</sup>	0,73 ± 2,57 <sup>a</sup>	0,46 ± 1,62 <sup>a</sup>
Milho	1,55 ± 2,20 <sup>b</sup>	0,23 ± 2,78 <sup>a</sup>	0,53 ± 2,68 <sup>a</sup>	2,33 ± 2,65 <sup>b</sup>	0,93 ± 3,03 <sup>a</sup>	1,43 ± 2,55 <sup>b</sup>	1,02 ± 1,51 <sup>b</sup>
Mandioca	0,23 ± 1,71 <sup>a</sup>	0,68 ± 2,05 <sup>a</sup>	0,75 ± 1,72 <sup>a</sup>	1,85 ± 2,57 <sup>d</sup>	1,53 ± 2,93 <sup>b</sup>	1,25 ± 2,81 <sup>b</sup>	1,10 ± 1,97 <sup>b</sup>

\*Letras iguais em uma mesma coluna não tem diferença significativa

\*\*Letras diferentes em uma mesma coluna tem diferença significativa

\*\*P ≤ 0,05

# ANEXOS

ANEXO A – Ficha de recrutamento.

## FICHA DE RECRUTAMENTO

NOME: \_\_\_\_\_ SEXO:  
M ( ) F ( )

FAIXA ETÁRIA: ( ) 18 a 25 anos ( ) 26 a 35 anos ( ) 36 a 50 anos ( )  
mais de 50 anos

GRAU DE ESCOLARIDADE: \_\_\_\_\_

Estaremos desenvolvendo uma nova formulação de tapioca e gostaríamos de conhecer sua opinião. Caso você esteja interessado em participar, por favor, responda a ficha abaixo, devolvendo-a em seguida ao atendente.

1. Marque com um X na escala abaixo o quanto você gosta ou desgosta de tapioca.      2. Indique a frequência com que você consome tapioca.

- |                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| ( ) Gosto muito            | ( ) Diariamente         |
| ( ) Gosto moderadamente    | ( ) 2 a 3 vezes/ semana |
| ( ) Gosto ligeiramente     | ( ) 1 vez/ semana       |
| ( ) Nem gosto nem desgosto | ( ) Quinzenalmente      |
| ( ) Desgosto ligeiramente  | ( ) Mensalmente         |
| ( ) Desgosto moderadamente | ( ) Semestralmente      |
| ( ) Desgosto muito         | ( ) Nunca               |

ANEXO A – Ficha de avaliação sensorial utilizando escala hedônica para os atributos de aparência, aroma, cor, sabor, textura, impressão global e intenção de compra.

NOME: \_\_\_\_\_ PRODUTO: TAPIOCA DATA: \_\_\_\_\_

AMOSTRA: \_\_\_\_\_

1. Você está recebendo uma amostra de tapioca. Por favor, avalie a amostra e indique o quanto você gostou ou desgostou da **APARÊNCIA, AROMA, COR, SABOR e TEXTURA** e, de um modo geral (**IMPRESSÃO GLOBAL**), utilizando-se a escala abaixo:

<b>APARÊNCIA</b>	<b>AROMA</b>	<b>COR</b>
<input type="checkbox"/> gostei extremamente	<input type="checkbox"/> gostei extremamente	<input type="checkbox"/> gostei extremamente
<input type="checkbox"/> gostei muito	<input type="checkbox"/> gostei muito	<input type="checkbox"/> gostei muito
<input type="checkbox"/> gostei moderadamente	<input type="checkbox"/> gostei moderadamente	<input type="checkbox"/> gostei moderadamente
<input type="checkbox"/> gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> gostei ligeiramente
<input type="checkbox"/> não gostei nem desgostei	<input type="checkbox"/> não gostei nem desgostei	<input type="checkbox"/> não gostei nem desgostei
<input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente
<input type="checkbox"/> desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/> desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/> desgostei moderadamente
<input type="checkbox"/> desgostei muito	<input type="checkbox"/> desgostei muito	<input type="checkbox"/> desgostei muito
<input type="checkbox"/> desgostei extremamente	<input type="checkbox"/> desgostei extremamente	<input type="checkbox"/> desgostei extremamente

2. Avalie:

<b>SABOR</b>	<b>TEXTURA</b> (aparência+aroma+textura)	<b>IMPRESSÃO GLOBAL</b>
<input type="checkbox"/> gostei extremamente	<input type="checkbox"/> gostei extremamente	<input type="checkbox"/> gostei extremamente
<input type="checkbox"/> gostei muito	<input type="checkbox"/> gostei muito	<input type="checkbox"/> gostei muito
<input type="checkbox"/> gostei moderadamente	<input type="checkbox"/> gostei moderadamente	<input type="checkbox"/> gostei moderadamente
<input type="checkbox"/> gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> gostei ligeiramente
<input type="checkbox"/> não gostei nem desgostei	<input type="checkbox"/> não gostei nem desgostei	<input type="checkbox"/> não gostei nem desgostei
<input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente
<input type="checkbox"/> desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/> desgostei moderadamente	<input type="checkbox"/> desgostei moderadamente
<input type="checkbox"/> desgostei muito	<input type="checkbox"/> desgostei muito	<input type="checkbox"/> desgostei muito
<input type="checkbox"/> desgostei extremamente	<input type="checkbox"/> desgostei extremamente	<input type="checkbox"/> desgostei extremamente

3. Baseado na **IMPRESSÃO GLOBAL** desta amostra, indique na escala abaixo o grau de certeza com que você compraria ou não compraria esta amostra, caso esta estivesse a venda nos supermercados.
- certamente compraria
- possivelmente compraria
- talvez comprasse, talvez não comprasse
- possivelmente não compraria
- certamente não compraria