

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS**  
**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**



**MONOGRAFIA DE CONCLUSÃO DE CURSO (MCC)**

**Avaliação de qualidade de amidos de mandioca  
modificados utilizados na fabricação de pão de queijo**

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Cabello

Orientanda: Gisele Borin Calandrin

**BAURU – SP**

**Novembro/ 2009**

**GISELE BORIN CALANDRIN**

**Avaliação de qualidade de amidos de mandioca  
modificados utilizados na fabricação de pão de queijo**

**Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Departamento de  
Química da Universidade  
Estadual Paulista – “J.M.F” -  
UNESP como parte dos Requisitos  
para obtenção do Título de  
Licenciado em Química, sob  
Orientação do Prof. Dr. Cláudio  
Cabello.**

**BAURU - SP**

**Novembro/ 2009**

**GISELE BORIN CALANDRIN**

**Avaliação de qualidade de amidos de mandioca  
modificados utilizados na fabricação de pão de queijo**

**Comissão Examinadora:**

---

Prof. Dr. Cláudio Cabello

---

Prof. Dr. Manoel de Lima Menezes

---

Prof. Dr. Luiz Carlos da Silva Filho

Bauru, 17 de Novembro de 2009

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, aos meus pais Orvair e Nanci por toda dedicação e compreensão ao longo do curso e pelo incentivo à realização deste trabalho.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pela força e perseverança durante o curso e pela vitória de me formar como Química.

Ao meu orientador e Prof. Dr. Cláudio Cabello, pelo apoio e incentivo a minha pesquisa e pela oportunidade de poder desfrutar um pouco de seus conhecimentos.

Aos meus Professores Luiz Carlos e Manoel, pelo auxílio no desenvolver do meu trabalho e por todo ensinamento transmitido a nós, alunos, ao longo do curso.

Ao meu gerente José Luiz Theodoro e ao supervisor Marcos Capobianco, pela confiança depositada para realização desta pesquisa e pelos conselhos de buscar novos desafios para minha carreira profissional: a minha eterna gratidão.

A técnica e grande amiga do laboratório de análises Kelly Érika Ferreira, que se empenhou ao máximo para me auxiliar no desenvolvimento e conclusão do meu projeto.

Aos meus pais Orvair e Nanci, por todo o carinho, dedicação e esforço na concretização de um sonho que hoje podemos desfrutar juntos.

A toda minha família e colegas de trabalho que, de alguma maneira, ajudaram-me ao longo desses anos.

Aos técnicos do laboratório de análises do **CERAT** que me auxiliaram: Luiz e Priscila Suman.

A minha amiga Christiane, pela ajuda na formatação do trabalho e principalmente pela verdadeira amizade de longos anos.

As minhas amigas, Juliana Torini, Mayara Frenhe e Naiara Marana que compartilharam de todos os momentos felizes e tristes e que apesar das fases difíceis, nunca se afastaram, estavam sempre me apoiando em todas as decisões tomadas.

Em especial, a minha grande amiga Juliana Ebúrneo, que além de toda a convivência durante as etapas da minha vida, hospedou-me em sua casa, na cidade de Botucatu, para a realização deste trabalho.

A todos os meus colegas de sala: pelos anos de experiência que passamos juntos nesses últimos cinco anos; pelos momentos vividos; pelas agradáveis lembranças que nunca sairão do meu coração e pela eterna amizade consolidada entre todos nós.

Finalmente, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão desta pesquisa.

*Conhecer a si próprio  
é o maior  
saber.*

Galileu Galilei

## RESUMO

A indústria alimentícia busca novas formas e estratégias para padronizar os produtos comercializados no mercado consumidor. A modificação dos amidos utilizados na fabricação de pão de queijo tem sido uma dessas estratégias, já que matérias-primas utilizadas para produzi-lo apresentam características distintas a cada lote fornecido.

O presente trabalho teve como objetivo analisar tais características a fim de melhorar a qualidade do produto final.

Deste modo, foram realizados testes de pH, umidade, acidez titulável, teor de grupos carbonílicos e carboxílicos e poder de expansão para cinco lotes diferentes e para féculas do tipo: pré-gel, natural, expandex e combinação dos três tipos citados.

Variando-se os lotes, obtiveram-se resultados diferentes, até mesmo para um único tipo de fécula e não foi possível correlacionar os resultados de acidez titulável, teor de grupos carbonílicos e carboxílicos com o poder de expansão. O pH e a umidade são peculiares para cada tipo de fécula.

Sendo assim, as matérias-primas utilizadas para cada produção de pão de queijo devem ser analisadas a cada lote.

**PALAVRAS-CHAVE:** féculas – pão de queijo – indústria alimentícia – modificação de amidos.

## **ABSTRACT**

The food industry looks for new ways and strategies to standardize the marketing products in the customer market. The modification of the cornflour that are produced in the manufacturing of the cheese bread has been one of the these ways, since some raw materials that are used to make the cornflour present different features in each supplied allotment.

The present research had as a main purpose to analyse such features looking forward to improving the quality of the final product.

Thus, some tests were done to verify the pH, humidity and acidity; it was checked the percentage of carbonyl and carboxylic groups and the power of expansion to five different allotments and to farina, for example: pre-gel, natural, expandex farina as the combination of the three cited kinds.

After diversifying the allotments, different results were acquired, even to an unique kind of farina and it was not possible to correlate the results of acidity, the percentage of carbonyl and carboxylic groups and the power of expansion. The pH and humidity are proper for each kind of farina.

This way, the raw materials that are used for each cheese bread manufacturing must be analysed in each allotment.

**KEY-WORDS:** farina – cheese bread – food industry – modification of cornflour.

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. ANTECEDENTES.....	14
2.1. Cultura da mandioca.....	14
2.1.1. Mandioca.....	14
2.1.2. Clima, Solo, Adubação e Colheita.....	15
2.1.3. Rendimento.....	15
2.1.4. Países Produtores.....	16
2.2. Amido.....	17
2.3. Propriedades dos amidos.....	17
2.3.1. Gelatinização e Poder de inchamento.....	18
2.3.2. Retrogradação.....	19
2.3.3. Poder de expansão.....	19
2.4. Utilidades dos amidos.....	20
2.5. Amido de mandioca.....	21
2.6. Fabricação do amido de mandioca.....	22
2.6.1. Fermentação.....	24
2.6.2. Secagem.....	26
2.7. Propriedades do amido de mandioca.....	27
2.8. Modificação do amido de mandioca e sua relação com a fabricação de pães de queijo.....	28
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
3.1. Análises físico-químicas das amostras.....	30
3.1.1. Teor de umidade.....	30
3.1.2. Determinação eletrométrica do pH.....	31
3.1.3. Acidez titulável.....	32
3.1.4. Determinação da concentração de grupos carboxílicos.....	33
3.1.5. Determinação da concentração de grupos carbonílicos.....	35
3.2. Análise da propriedade funcional das amostras.....	37
3.2.1. Poder de expansão.....	37

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1. Análises físico-químicas das amostras.....	39
4.1.1. Teor de Umidade.....	44
4.1.2. Determinação eletrométrica do pH.....	44
4.1.3. Acidez titulável.....	45
4.1.4. Concentração de grupos carboxílicos e carbonílicos.....	46
4.2. Análise da propriedade funcional das amostras.....	46
4.2.1. Poder de expansão.....	46
5. CONCLUSÃO.....	49
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma da produção de fécula de mandioca .....	23
Figura 2 – Estufa de secagem e esterilização.....	31
Figura 3 – phmêtro.....	32
Figura 4 – Incubadora refrigerada com agitação.....	34
Figura 5 – Centrífuga Excelsa Baby II com as suspensões de amidos.....	35
Figura 6 – Ajuste do pH e adição de Hidroxilamina às suspensões de amido.....	36
Figura 7 – Banho Metabólico Dubnoff a 40°C.....	36
Figura 8 – Determinação do volume das féculas através do método de deslocamento de sementes.....	38
Figura 9 – Poder de expansão da fécula pré-gel pós-forneamento.....	47
Figura 10– Poder de expansão da fécula natural pós-forneamento.....	48
Figura 11 – Poder de expansão da fécula expandex pós-forneamento.....	48
Figura 12 – Poder de expansão da combinação das féculas pré-gel, natural e expandex.....	48

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Propriedades do amido de mandioca em comparação a outros amidos.....	27
Tabela 2 – Características Físico-Químicas do Amido de Mandioca (Padrão ABAM).....	28
Tabela 3 – Concentrações médias de acidez titulável, grupos carboxílicos, grupos carbonílicos, teor de umidade, pH e poder de expansão em cinco amostras de diferentes lotes de féculas tipo pré-gel.....	39
Tabela 4 – Concentrações médias de acidez titulável, grupos carboxílicos, grupos carbonílicos, teor de umidade, pH e poder de expansão em cinco amostras de diferentes lotes de féculas tipo natural.....	40
Tabela 5 – Concentrações médias de acidez titulável, grupos carboxílicos, grupos carbonílicos, teor de umidade, pH e poder de expansão em cinco amostras de diferentes lotes de féculas tipo expandex.....	41
Tabela 6 – Concentrações médias de acidez titulável, grupos carboxílicos, grupos carbonílicos, teor de umidade, pH e poder de expansão em cinco amostras de diferentes lotes de féculas tipo combinação.....	42

## 1. INTRODUÇÃO

A indústria alimentícia, que prepara pré-misturas para comercialização de pão de queijo, encontra problemas de homogeneidade nas suas matérias-primas. O amido expansível e o amido pré-gel apresentam variações significativas nas suas propriedades funcionais, o que obriga ajustes nas suas formulações de lote a lote para evitar perda de qualidade do produto final.

Tratando-se de matérias-primas naturais, a busca de uma metodologia para avaliações preliminares seria desejável para precursar ou prever os ajustes possíveis e necessários nos lotes que são ofertados à indústria.

A expansibilidade que ocorre com as féculas de mandioca modificadas por ácidos orgânicos em processos de fermentação anaeróbica e posteriores reações de foto catálise, quando expostas em secagem ao sol, transformam-nas em um produto denominado **polvilho azedo**.

O processo adita sujidades e aumento na população microbiológica que as indústrias têm buscado controlar e minimizar através da aplicação de inovações tecnológicas e desta forma aumentar a qualidade e ganhar novos consumidores.

Considerando as matérias-primas naturais e os processos de modificação aplicados, as indústrias alimentícias de processamento recebem produtos com extensa heterogeneidade e cujo controle onera os custos do produto final.

A busca por indicadores químicos, físicos ou biológicos mostra-se desejável para prever as características que a matéria-prima irá repercutir nas formulações dos produtos. Tais indicadores devem ser de baixo custo e de preferência análises químicas rápidas que forneçam as propriedades dos amidos utilizados.

Neste sentido, o presente trabalho foi realizado objetivando analisar as características físicas e químicas dos diferentes tipos de amidos que são utilizados como ingredientes em formulações de pré-misturas destinados à fabricação de pão de queijo para consumidores domésticos.

## **2. ANTECEDENTES**

### **2.1 Cultura da mandioca**

#### **2.1.1. Mandioca**

De acordo com Filho e Bahia (2009), a mandioca é uma planta perene, arbustiva, heliófila pertencente à família das Euforbiáceas, do gênero *Manihot* *esculenta*, Crantz.

É composta por uma parte aérea e uma subterrânea, constituída de raízes tuberosas, que é a parte comestível da mandioca (PANDEY et al., 2000).

Esta raiz é altamente energética, sendo constituída de alguns sais minerais, tais como: cálcio, ferro e fósforo; vitaminas do Complexo B e extremamente rica em fécula.

Tanto a farinha de mandioca bem como o polvilho são muito utilizados na culinária brasileira e também servem de matéria prima para as indústrias alimentícias.

### **2.1.2. Clima, Solo, Adubação e Colheita**

Filho e Bahia (2009) afirmam que a mandioca é de fácil cultivo devido a sua grande facilidade de adaptação a qualquer tipo de clima e solo, salvo solos muito alagados e arenosos, que devem ser evitados. Normalmente, é cultivada em regiões tropicais e subtropicais, com temperatura entre 15°C e 25°C, com chuvas bastante alternadas e em altitudes próximas ao nível do mar ou até 1.000 metros acima dele.

É uma planta bastante resistente à seca e normalmente cultivada em solos pobres, com baixos níveis de material orgânico e nutrientes (TORMENTA et al., 2004).

Quanto aos solos, Filho e Bahia (2009) dizem que, para o plantio de mandioca, devem ser devidamente adubados e corrigidos contra acidez. As adubações orgânicas e fosfatadas são bastante utilizadas nestes casos, pois aumentam a produtividade. Afirmam ainda que a colheita seja feita manualmente na retirada das raízes, as quais deverão ser processadas pelas indústrias até as primeiras 24 horas, devido a sua rápida deterioração. Após esse tempo, não há garantia da qualidade de seus produtos.

### **2.1.3. Rendimento**

Para Filho e Bahia (2009) são produzidas em média de 15 a 20 toneladas de raízes por hectare e já que o Brasil possui aproximadamente dois milhões de

hectares, com uma produção de 23 milhões de toneladas de raízes de mandioca, revela-se um dos maiores produtores mundiais.

No Brasil, a região Nordeste é a maior produtora de mandioca, com 8,75 milhões de toneladas, em contrapartida com 1,33 milhões de toneladas produzidas pela região Centro-Oeste, a menor região produtora (VIEIRA, 2004b).

#### **2.1.4. Países Produtores**

Dentre os continentes, a África detém 53,8% da produção mundial de mandioca. A Ásia vem logo adiante com 29,4%, seguida da América do Sul com 16,9% (FILHO, G.A.F; BAHIA, J.J.S; 2009).

De acordo com Vieira (2004a), o país responsável pela maior produção de mandioca é a Nigéria, com 19,92% da produção total. O Brasil é responsável por 11,76%, enquanto a Indonésia, Tailândia, República Democrática do Congo e Gana seguem respectivamente com 9,77; 9,75; 8,89 e 5,29% da produção total deste alimento.

Entretanto, apenas 7% dessa produção são destinados às indústrias têxteis, de papel e de fermentação (PANDEY et al., 2000). O restante é destinado a alimentação.

## 2.2. Amido

O amido é um polissacarídeo, cujas plantas produzem a partir da energia solar, do dióxido de carbono e da água. Serve de reserva energética dos vegetais. E pela extração da parte comestível de raízes e tubérculos pode ser nomeado então de fécula.

Segundo Fennema (2000), o amido constitui cerca de 70 a 80% dos vegetais.

O grão de amido é constituído basicamente por dois polissacarídeos: Amilose e Amilopectina, polímeros de  $\alpha$ -D-glicose. Ambos são macromoléculas de fórmula molecular  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . A amilose possui uma estrutura helicoidal com ligações glicosídicas  $\alpha$ -1,4 e a amilopectina possui uma estrutura ramificada, formada por pontes glicosídicas  $\alpha$ -1,4 e  $\alpha$ -1,6.

Os grânulos de amido são compostos por cerca de 20% de amilose e 80% de amilopectina.

Normalmente o amido é extraído na forma de grãos, dos caules e raízes de plantas como: o trigo, a mandioca, a batata.

## 2.3. Propriedades dos amidos

Uma das propriedades mais importantes dos amidos é a hidratação do grânulo.

Entretanto, alguns fatores como a chuva, o tempo e a época de colheita da mandioca interferem na absorção de água pelos amidos, e conseqüentemente em seus poderes de gelatinização e inchamento.

### **2.3.1. Gelatinização e Poder de inchamento**

Quando tratados com excesso de água e aquecimento, os grânulos de amido sofrem hidratação e conseqüentemente expandem, passando de sua forma granular cristalina ao estado amorfo (AMANTE, 1986; FRANCO et al., 2001; MOORE, 2001; SOARES, 2003).

Quando a suspensão aquosa de amido é aquecida, as regiões amorfas, neste caso, a região central dos grânulos de amido, são as que absorvem água mais rapidamente, pois se desorganizam primeiro, logo, incham primeiro, e as regiões cristalinas permanecem praticamente intactas e permitem que ocorra o inchamento sem a completa gelatinização das macromoléculas. Os grânulos inchados são elásticos e responsáveis pela viscosidade das pastas (RICKARD et al., 1991).

As condições do meio ambiente influenciam no poder de inchamento e gelatinização. A faixa de gelatinização de amidos é entre 54°C e 73°C.

Quando a colheita da raiz é realizada em época de estiagem, a viscosidade máxima do amido diminui, em contrapartida, quando realizada em períodos chuvosos, a viscosidade observada aumenta (CHATAKANONDA et al., 2003; SRIROTH et al., 1999; SANTISOPASRI et al., 2001).

Como afirma Cereda (1995), são as características viscoelásticas dos amidos que irão determinar sua funcionalidade, visto que, amidos de cereais, por serem mais consistentes e pouco viscosos, são utilizados na fabricação de pudins, por exemplo. Em contrapartida, amidos de tubérculos são menos consistentes e mais viscosos, portanto, são bastante utilizados em indústrias de alimentos.

### **2.3.2. Retrogradação**

No resfriamento da solução, os grânulos de amido precipitam, voltando à condição inicial de insolubilidade em água fria. Voltam a formar-se microcristais. O gel do amido retrogradado torna-se mais firme. Além disso, dificulta o ataque de enzimas amilolíticas e ácidos (AMANTE, 1986; FRANCO et al., 2001).

### **2.3.3. Poder de expansão**

Estudos comprovam que o amido modificado apresenta um poder de expansão maior do que o amido não fermentado, visto que, sob as mesmas condições, a fécula não fermentada não se expande quando submetida ao aquecimento (CEREDA, 1983a).

A fermentação é o fator determinante para que ocorra a expansão da fécula, pois os ácidos produzidos durante este processo provocam pequenas alterações nos

grânulos de amido. Um dos ácidos formados, o ácido láctico, reage com a fécula, formando uma estrutura viscoelástica, que proporciona à massa de amido uma maior retenção do gás durante o aquecimento, sem que haja ruptura da mesma, e conseqüentemente, expanda mais (CAMARGO et al., 1988; MAEDA & CEREDA, 2001).

Segundo Camargo (1988), a expansão ocorre, pois, de acordo com análises microscópicas, os grânulos da superfície dos amidos mantêm a estrutura cristalina inalterada durante a fermentação, enquanto os grânulos do interior do amido estão gelatinizados. Portanto, durante o forneamento, os grânulos exteriores sofrem desidratação e não incham, e os grânulos interiores, por estarem gelatinizados, promovem a expansão do amido modificado sem prejudicar a estrutura externa do mesmo.

Assim, a propriedade de expansão do amido modificado pela fermentação apresenta qualidade variável, devido à falta de padronização deste processo para diferentes regiões (RIVERA, 1997) e o amido modificado é utilizado no preparo de pães de queijo, sendo o Brasil o maior produtor deste tipo de amido (PLATA-OLVIEDO, 1998).

#### **2.4. Utilidades dos amidos**

A estrutura e as propriedades dos grãos de amido estão diretamente relacionadas com suas aplicações. Cada tipo de amido é destinado para um determinado fim.

Atualmente, o amido de mandioca (fécula) tem sido amplamente utilizado em diferentes setores industriais, podendo exemplificar nas indústrias alimentícias: para fabricação de pães, de pães de queijo, de biscoitos, de pudins e outros alimentos; nas indústrias farmacêuticas: para produção de xarope de glicose; na indústria têxtil: para engomagem, estamperia, firmeza dos tecidos e até na produção de álcool e de cosméticos.

## 2.5. Amido de mandioca

A mandioca é um vegetal rico em amido.

Amante (1986) afirma que para tornar viável a extração de amido de um vegetal, é necessário que este contenha uma quantidade significativa de tal carboidrato, não disponha de recursos caros para sua extração e apresente propriedades que despertem interesse econômico.

O amido de mandioca é inodoro, insípido, branco e pouco espesso.

De acordo com Nobre (1976), o amido de mandioca pode ser classificado em três tipos, segundo suas características:

- **Tipo 1 ou A** – é o produto não fermentado, constituído de, no mínimo, 84% de amido e de boa viscosidade (380 RVU).

- **Tipo 2 ou B** – é o produto não fermentado, constituído de, no mínimo, 82% de amido e de viscosidade regular (290 RVU).

- **Tipo 3 ou C** – é o produto não fermentado, constituído de, no mínimo, 80% de amido e viscosidade fraca (200 RVU).

Em vista das propriedades do amido de mandioca, tais como, alto grau de pureza, viscosidade e fácil obtenção (ASAOKA et al., 1992), a indústria alimentícia o utiliza principalmente na produção de farinha, de fécula, na confecção de biscoitos e de pão de queijo. Porém, é mais utilizado na produção de féculas, pois seu baixo teor de proteínas e ausência de glúten pode comprometer a qualidade dos pães (RAKSHIT, 2004).

Entretanto, o amido de mandioca, no Brasil, apresenta grande variação da qualidade devido às oscilações ambientais e a época de colheita da mandioca (ASAOKA et al., 1992).

## **2.6. Fabricação do amido de mandioca**

Segundo Nobre (1976), para produzir o amido são necessárias várias etapas:

- Inicia-se na colheita das raízes;
- Em seguida faz-se a lavagem;
- Descascamento;
- Ralação;
- Peneiração da massa em água corrente.

A fécula pode ser separada do material solúvel (polpa, fibras) por decantação em tanques ou por centrifugação. [...] *a água exerce um papel primordial devido às etapas de obtenção do amido* (NOBRE, p. 78, 1976).

Através do processo descrito abaixo (Figura 1), podem ser obtidas féculas de mandioca naturais ou modificadas, neste caso, se ocorrer a fermentação.

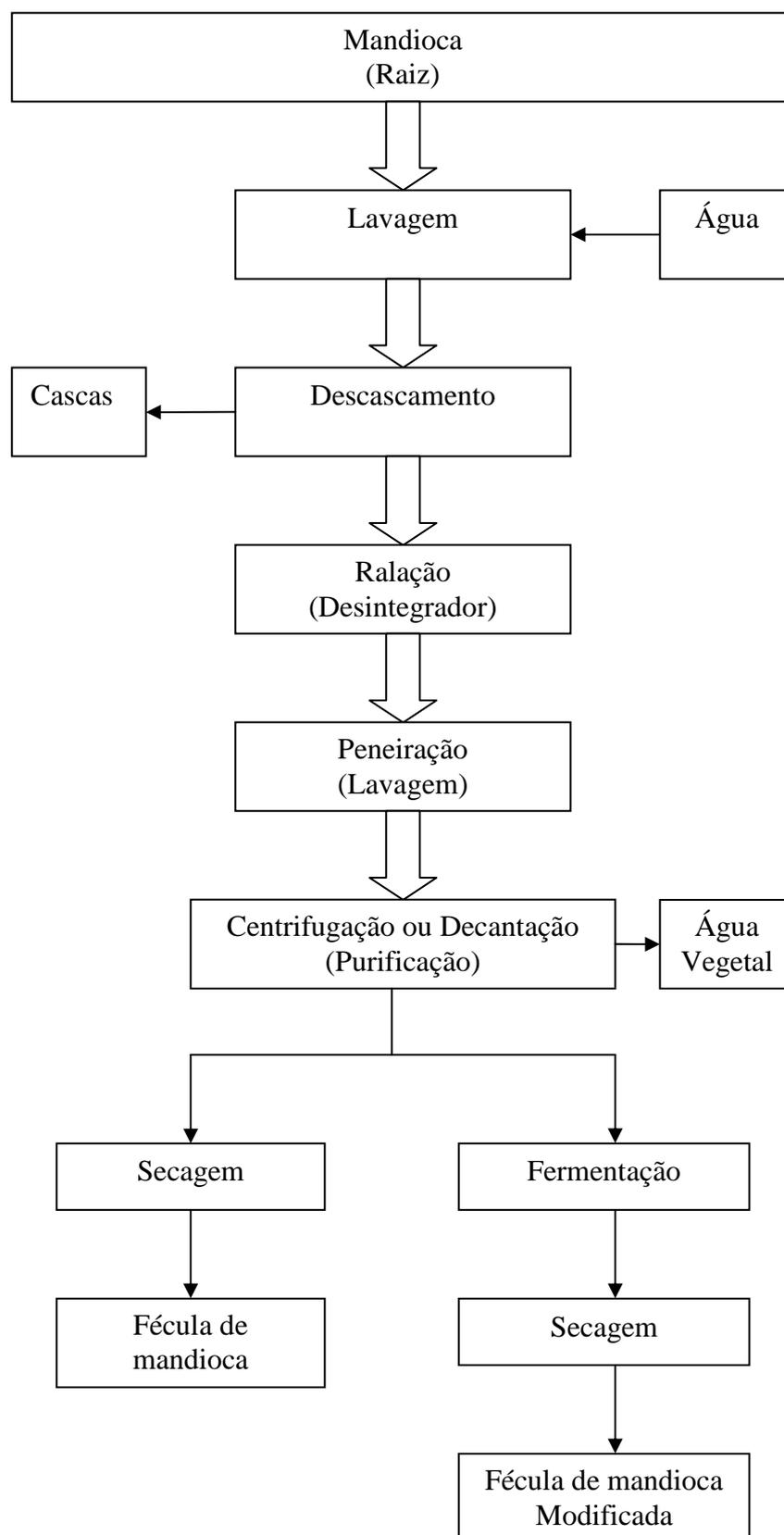


Figura 1. Fluxograma da produção de fécula de mandioca.

### 2.6.1. Fermentação

Antigamente, a fermentação dos alimentos era realizada para preservação dos mesmos, pois este processo, além de prolongar o tempo de vida do produto, caracterizava os sabores, aromas e texturas dos mesmos (AMANTE; AVANCINI; MARCON; 2007 citando CAPLICE, FITZGERALD, 1999).

O amido modificado é produzido através da fermentação natural do amido puro (isento de materiais terrosos e parasitos), realizada em tanques com uma camada de amido coberta por água até completar toda a fermentação (BRASIL, 1978; FERNANDES et al., 2002).

O processo de fermentação do amido de mandioca ocorre da seguinte forma: primeiramente, o amido é purificado e em seguida, transferido aos tanques de fermentação, que normalmente são de lajotas, cerâmicas, azulejos ou até mesmo de alvenaria revestido com plásticos, pois neste caso, os ácidos produzidos durante a fermentação podem desprender areias das paredes contaminando o produto fermentado. Portanto, para obter-se um amido modificado de alta pureza é necessário que o processo seja bastante rápido, a fim de evitar contaminações por processos enzimáticos de deterioração.

O amido sofre decantação no tanque onde fica submerso por uma camada de água, formando um meio praticamente sólido que, no máximo, em cinco dias, estabelecem-se condições anaeróbias para que ocorra a fermentação.

Por ser rico em carbono, o amido granular atua como alimento para os microorganismos presentes na fermentação natural. A camada de água que recobre o

amido chega a 20 cm no início da fermentação e vai secando à medida que o tempo se passa.

O tempo de fermentação pode variar de 3 até 60 dias. Diniz (2006, citando CÁRDENAS & BUCKLE, 1980; CAMARGO et al., 1988; CEREDA, 1987; RIVERA, 1997; SILVEIRA et al., 2003). Entretanto, pode variar de 4 a 6 dias apenas, se forem utilizados microorganismos específicos (RIVERA, 1997).

A fermentação é um processo espontâneo, realizada por microorganismos presentes tanto na matéria orgânica (amido), quanto na água e nos tanques de fermentação. Os fatores ambientais determinam a microbiota presente na fermentação, sendo assim, amidos de diferentes regiões são diferentes em relação à acidez e composição de ácidos orgânicos.

Este fato justifica a grande variedade de amidos encontrados no Brasil (SILVEIRA et al, 2003).

Cereda (1987) afirma que no início da fermentação, o oxigênio dissolvido na água é consumido pelas bactérias amilolíticas aeróbias, transformando-o em gás carbônico e H<sub>2</sub>, além de ácidos orgânicos: tais como, ácido acético, butírico, láctico, propiônico e compostos aromáticos. A produção de ácidos é caracterizada pelo abaixamento do pH do meio. O término da fermentação é caracterizado pela formação de bolhas e espumas na superfície e na massa de amido depositado no fundo do tanque.

Demiate (1998) afirma que o amido sofre uma reação de oxidação durante o processo de fermentação, logo, torna-se um amido modificado, tanto em suas características físico-químicas - tais como menor viscosidade e maior poder de expansão - quanto em seu sabor e aroma.

*[...] o amido elaborado pela fermentação natural apresenta características viscosográficas e químicas inigualáveis (CEREDA, p. 73, 1983b).*

Entretanto, este produto não é padronizado, depende muito do processo fermentativo, que não é conhecido, e da região onde é produzido. Tais fatores levam a um amido modificado de qualidade bastante variável, em uma mesma região, inclusive para um mesmo produtor.

### **2.6.2. Secagem**

De acordo com Cereda (1987), após a fermentação, o amido pode ser armazenado no próprio tanque, desde que se mantenha água sobre ele para que não ocorra reação de oxidação e a superfície torne-se azulada. Além disso, ele deve adquirir uma consistência friável e aspecto de queijo.

Após ser retirado do tanque, o processo de secagem do amido deve se dar no mesmo dia, de modo que, devido à armazenagem úmida, ele pode tornar-se azulado.

Há dois tipos de secagem: a primeira é através do sol, em que o amido esfarelado é exposto sob lonas ou panos em jiraus de bambu traçados para secar; e a segunda, ocorre de maneira artificial, expondo o amido à radiação ultravioleta. Entretanto, embora a secagem artificial seja mais moderna e eficiente, e apesar da secagem ao sol ser mais susceptível a contaminação por poeira, esta proporciona um amido seco com melhor poder de expansão.

Plata-Olviedo (1998) observou que tanto a radiação solar quanto a presença de ácidos orgânicos no amido de mandioca, resultantes da fermentação, são as responsáveis pela expansão do pão de queijo.

Depois de seco, o amido é então peneirado e embalado para comercialização.

## 2.7. Propriedades do amido de mandioca

O amido de mandioca forma géis fracos e de baixa consistência, contudo, são de alta viscosidade, apresentam texturas longas, claridade de pasta bastante acentuada e um baixo grau de retrogradação, devido ao baixo teor de amilose (RAKSHIT, 2004).

Além disso, devido ao seu elevado poder de inchamento, quando submetido ao aquecimento em água, o amido de mandioca expande consideravelmente.

Tabela 1. Propriedades do amido de mandioca em comparação a outros amidos.

Amido	Viscosidade de pasta	Textura de pasta	Claridade de Pasta	Grau de Retrogradação
Batata	Muito alta	Longa	Clara	Médio
Milho	Média-Baixa	Curta	Opaca	Alto
Trigo	Baixa	Curta	Turva	Alto
Mandioca	Alta	Longa	Muito Clara	Baixo

Fonte: Rakshit (2004)

A **ABAM**, Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca caracteriza as propriedades dos amidos de mandioca de acordo com a Tabela 2, demonstrada abaixo:

Tabela 2. Características Físico-Químicas do Amido de Mandioca (Padrão ABAM)

Substância Amilácea	Mín. 84 %
Umidade	Máx. 14 %
pH	4,5 a 6,5
Fator ácido	Máx. 4,5 ml
Acidez (ml. sol. n% p/v)	Máx. 1,0 ml
Cor (Maerz and Paul Dictionary of color)	Máx. 10 AI
Pontos Pretos	Máx. 85 unid.
Cinzas	Máx. 0,12 %
Vazamento (malha de 0,105 mm)	Mín. 99 %
SO <sub>2</sub> (ppm) Enxofre	Negativo
Polpa	Máx. 0,5 ml
Ponto de Rompimento	58 a 83

Fonte: ABAM (2009)

## **2.8 Modificação do amido de mandioca e sua relação com a fabricação de pães de queijo.**

Com o crescimento das indústrias, surgiu a necessidade de se buscar produtos diferenciados, porém com a mesma qualidade dos produtos naturais, mas sem suas limitações e sem encarecimento do produto final, e que, ao mesmo tempo, satisfizessem as exigências do consumidor. A modificação do amido de mandioca surgiu então, para tal finalidade.

Segundo Cereda (2004) há vários tipos de modificações. Duas mais comuns são: a modificação química, em que o amido modificado deve ser utilizado como

aditivo e em pequenas quantidades; e a modificação física, na qual ele pode ser utilizado como ingrediente e em quantidades significativas.

Um exemplo de amido modificado quimicamente é o da linha Expandex® da Empresa **Corn Products do Brasil**, enquanto que os amidos pré-gelificados são exemplos de modificações físicas. Ambos são utilizados na fabricação de pães de queijo.

O pão de queijo é um produto típico do Estado de Minas Gerais e pode ser preparado através da mistura de amido de mandioca (natural ou modificado ou a mistura dos dois) com água ou leite, queijo, ovos, sal e gordura. Entretanto, Minim (2000) diz que a fabricação de pão de queijo não é padronizada, pois não atende a uma tecnologia de produção e nem caracterização do mesmo, levando a uma diversificação do produto.

O pão de queijo pode ser confeccionado na forma de pré-misturas, onde se adicionam apenas água, ovos e queijo para preparo da massa de pão de queijo, que posteriormente, é modelada e levada ao forno; ou na forma congelada, em que ele já vem preparado e é só assá-lo para consumo.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Os ensaios experimentais foram realizados no Laboratório de Controle de Qualidade da Indústria e Comércio de Alimentos LTDA – **ABBRASIL** de Pederneiras – São Paulo, e no Laboratório de Análises e Processamento do Centro

de Raízes e Amidos Tropicais (**CERAT**), Departamento Energia da Agricultura da Universidade Estadual Paulista, **UNESP** – Campus de Botucatu – São Paulo.

### **3.1. Análises físico-químicas das amostras**

#### **3.1.1. Teor de umidade**

O teor de umidade das amostras de amidos foi determinado segundo a **AOAC Official Method 925.10**, seguindo-se o seguinte procedimento:

Foram secos cadinhos de porcelana em estufa de secagem e esterilização modelo 315 SE, a 104°C durante 1 hora.

Os mesmos foram retirados da estufa e secos em dessecador por cerca de ½ hora.

O cadinho vazio foi pesado em balança analítica da marca Adventurer Ohaus e anotado seu peso. Em seguida, no cadinho devidamente identificado, foram pesadas aproximadamente 3 g de amostra de amido e anotado o peso do conjunto. Assim, foi então levado à estufa a 104°C, por aproximadamente 8 horas.

Passado este tempo, o cadinho foi retirado e resfriado em dessecador por 30 minutos. O cadinho com a amostra de amido seca foi então pesado e anotado seu peso e logo voltado à estufa por mais uma hora.

Este último passo foi repetido até obter dois pesos constantes (AOAC, 1975; BRASIL, 1978).

O cálculo realizado para obter o valor da umidade da amostra de amido é demonstrado abaixo:

**E.S.T.** = Peso do cadinho com amostra seca – peso do cadinho vazio x 100 / Alíquota

**% umidade** = 100 – E.S.T. (extrato seco total).

A Figura 2 demonstra a Estufa em que foram secas as amostras de féculas para a obtenção do teor de umidade das mesmas.



Figura 2 – Estufa de secagem e esterilização.

### 3.1.2. Determinação eletrométrica do pH

A determinação eletrométrica do pH, segundo a **AOAC Official Method 925.10**, foi realizada da seguinte maneira: primeiramente foram pesadas 10g da amostra de amido em um béquer de 250 mL; em seguida, foram adicionados 100 mL de água destilada a amostra. A mistura foi agitada em agitador magnético da marca Corning

Stirrer/Hotplate, por 30 minutos e decantada durante 10 minutos. Foi determinado o pH do líquido sobrenadante em phmêtro da marca Accumet (pH Meter 25 Fischer Scientific) (AOAC, 1975; BRASIL, 1978; Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz, 1985).

A Figura 3 demonstra a análise de pH de uma amostra de fécula do tipo expandex, a qual apresenta um valor de 5,14.



Figura 3 – phmêtro

### 3.1.3. Acidez titulável

Foi determinada, segundo a **AOAC Official Method 925.10**, por titulação da amostra de amido com uma solução padronizada 0,1N de NaOH, sob agitação magnética, até atingir o pH 8,2 a 8,3 no phmêtro, utilizando uma solução alcoólica de

fenolftaleína para determinação da mudança de cor e depois anotado o volume de NaOH gasto na titulação da amostra.

A acidez foi expressa em mililitros de NaOH 0,1N por 100 g de matéria seca (AOAC, 1975) (BRASIL, 1978).

O Cálculo realizado para a determinação da Acidez Titulável é demonstrado abaixo:

$$\text{Acidez Normal em mL/100g de amostra} = V \cdot N \cdot f \cdot 100 / m$$

Em que:

V = Volume de NaOH a 0,1N, gastos na titulação.

N = Normalidade da solução de NaOH usada.

f = Fator de correção da normalidade do NaOH a 0,1N.

m = massa da amostra

#### **3.1.4. Determinação da concentração de grupos carboxílicos**

Uma amostra de 2 gramas de amido modificado foi misturada com 25 mL de 0,1N de HCl e levada a uma Incubadora Refrigerada da marca Tecnal modelo TE-422 com agitação a 150 rpm a 20°C, durante 30 minutos, demonstrada na Figura 4.

A suspensão foi centrifugada a 4000 rpm, por 5 minutos em uma centrífuga da marca Excelsa baby II modelo 206-R, seguida de lavagem com 400 mL de água destilada.

O amido depositado foi transferido para um béquer de 500 mL e o volume ajustado a 300 mL com água destilada, que seguiu para aquecimento em banho de água a 100°C com agitação constante por 15 minutos até completa gelatinização.

A dispersão de amido gelatinizado foi elevada a um volume de 450 mL com água destilada e titulada até pH 8,3 com solução padrão de 0,01 N de NaOH.

A metodologia foi adaptada por KUAKPEETOON e WANG (2001).

Os grupos carboxílicos foram calculados como:

$$\text{Milieq de acidez/100 g amido} = \frac{[(\text{amostra}) \text{ mL} \times \text{Normalidade NaOH} \times 100]}{\text{Peso da amostra (b.s.) em gramas}}$$

$$\text{Porcentagem de carboxyl} = [\text{milieq acidez/100 g amido}] \times 0,045$$

A incubadora mostrada pela Figura 4, abaixo, foi utilizada para agitar as amostras de féculas durante 30 minutos, seguida de posterior centrifugação e titulação com NaOH 0,01 N.



Figura 4 – Incubadora refrigerada com agitação.

A centrífuga utilizada na análise é demonstrada pela Figura 5, abaixo:



Figura 5 – Centrífuga Excelsa Baby II com as suspensões de amidos.

### 3.1.5. Determinação da concentração de grupos carbonílicos

Uma amostra, de 2 gramas de amido modificado, foi suspensa em 50 mL de água, destilada num béquer de 125 mL. A suspensão foi gelatinizada em banho de água a 100°C, por 20 minutos, e em seguida, resfriada a 40°C.

Após resfriamento, foi ajustado o pH da suspensão para 3,3 com 0,1 N de HCl em um phmêtro da marca Analion, e em seguida adicionado 7,5 mL de reagente hidroxilamina, como demonstrado na figura 6, abaixo.



Figura 6 – Ajuste do pH da suspensão de amido seguida da adição de reagente Hidroxilamina.

O frasco foi tampado e colocado em banho de água a 40°C da marca Marconi, modelo MA-095, por 4 horas com agitação lenta, para completa gelatinização das suspensões de amidos; como demonstrado na Figura 7, abaixo:



Figura 7 – Banho Metabólico Dubnoff a 40°C com as suspensões durante 4 horas.

O excesso de hidroxilamina foi determinada por titulação com solução padrão de 0,1 N de HCl. O reagente hidroxilamina foi preparado dissolvendo 25 gramas de cloridrato de hidroxilamina em 100 mL de 0,5N de NaOH, e em seguida, elevado a 500mL com água destilada.

A metodologia foi adaptada de SMITH (1967). Os grupos carbonilos foram calculados como:

$$\text{Porcentagem de carbonil} = \frac{[(\text{amostra}) \text{ mL} \times \text{Normalidade HCl} \times 0,028 \times 100]}{\text{Peso amostra (b.s) em gramas.}}$$

## **3.2. Análise da propriedade funcional das amostras**

### **3.2.1. Poder de expansão**

Segundo metodologia proposta por MAEDA e CEREDA (2001), foi aplicado o teste de expansão de biscoitos dos amidos de mandioca pesando 50 g de amido pré-gel, natural e expandex; cada tipo de uma vez, em balança semi-analítica da marca Mettler Toledo, modelo PB3002, e adicionados cerca de 40 mL de água fervente sobre a amostra. Nos ensaios para as amostras combinadas, as quantidades foram somadas. Neste caso, adicionou-se cerca de 150 g da combinação dos amidos e aproximadamente 120 mL de água fervente.

A massa foi modelada nas mãos até se tornar consistente e macia para ser moldada. A água era adicionada até obter-se a uma massa macia e que não grudasse nas

mãos. Posteriormente, foram modelados e pesados três biscoitos redondos de 10 g cada, aproximadamente, que foram colocados em assadeira e levados ao forno elétrico termostaticado da marca Napoli Hypo, modelo HNC, a temperatura de 180°C, por 25 minutos.

Após esfriarem, os três biscoitos confeccionados foram pesados e seus volumes determinados pelo método de deslocamento de sementes. Para esses biscoitos, foram utilizadas sementes de painço e, então, transbordamento e leitura volumétrica. Obteve-se o volume específico (expansão) expresso em mL/g, calculado pela relação entre o volume (mL) e o peso (g) dos três biscoitos.

A Figura 8, abaixo, demonstra a maneira como foi medido o volume em mL das féculas analisadas.

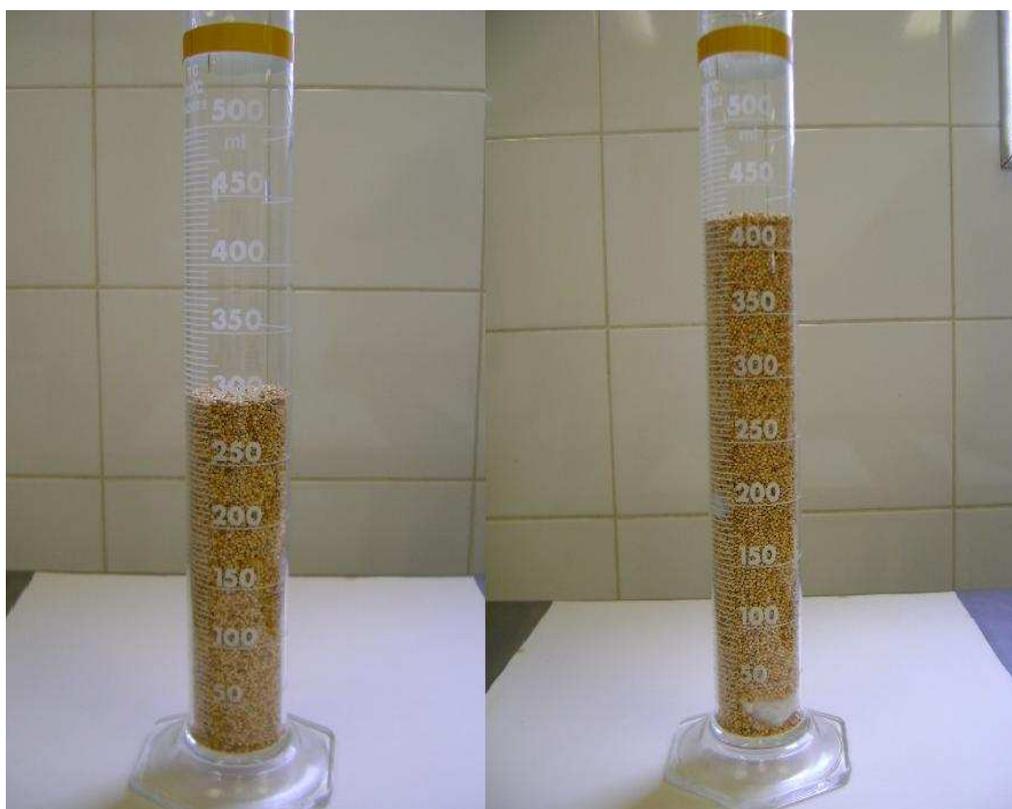


Figura 8 – Determinação do volume da fécula através do método de deslocamento de sementes.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Análises físico-químicas das amostras**

Os resultados demonstrados nas Tabelas 3, 4, 5 e 6, abaixo, foram obtidos a partir das análises físico-químicas das amostras de féculas do tipo pré-gel, natural e expandex, correlacionando-os com suas respectivas propriedades funcionais.

**Tabela 3.** Concentrações médias de acidez titulável, grupos carboxílicos, grupos carbonílicos, teor de umidade, pH e poder de expansão em cinco amostras de diferentes lotes de féculas tipo pré-gel.

	<i>Teor de umidade (%)</i>	<i>pH</i>	<i>Acidez Titulável (mL de NaOH 0,1N/100g de amostra)</i>	<i>Grupos Carboxílicos (%)</i>	<i>Teor de Grupos Carbonílicos (%)</i>	<i>Poder de Expansão (mL/g)</i>
<b>1° Lote</b>	2,05	5,16	0,52	2,05	2,69	11,33
<b>2° Lote</b>	2,80	5,00	0,72	0,75	1,56	8,57
<b>3° Lote</b>	2,40	5,03	0,42	3,73	0,45	12,21
<b>4° Lote</b>	2,85	5,31	0,66	0,10	2,29	11,58
<b>5° Lote</b>	2,21	5,31	0,49	0,49	2,04	11,59
<b>Média Geral*</b>	2,46	5,16	0,56	1,42	1,81	11,06

\* Valores médios estimados a partir dos dados individuais

**Tabela 4.** Concentrações médias de acidez titulável, grupos carboxílicos, grupos carbonílicos, teor de umidade, pH e poder de expansão em cinco amostras de diferentes lotes de féculas tipo natural.

	<i>Teor de umidade (%)</i>	<i>pH</i>	<i>Acidez Titulável (mL de NaOH 0,1N/100g de amostra)</i>	<i>Grupos Carboxílicos (%)</i>	<i>Teor de Grupos Carbonílicos (%)</i>	<i>Poder de Expansão (mL/g)</i>
<b>1° Lote</b>	10,74	5,32	1,09	0,12	0,68	2,79
<b>2° Lote</b>	10,07	5,87	0,79	0,10	1,06	2,31
<b>3° Lote</b>	10,57	7,50	0,39	0,19	1,45	2,95
<b>4° Lote</b>	9,58	5,28	0,82	0,20	3,38	1,96
<b>5° Lote</b>	11,48	5,05	1,09	0,32	0,67	2,88
<b>Média Geral*</b>	10,69	5,80	0,84	0,19	1,45	2,76

\* Valores médios estimados a partir dos dados individuais

**Tabela 5.** Concentrações médias de acidez titulável, grupos carboxílicos, grupos carbonílicos, teor de umidade, pH e poder de expansão em cinco amostras de diferentes lotes de féculas tipo expandex.

	<i>Teor de umidade (%)</i>	<i>pH</i>	<i>Acidez Titulável (mL de NaOH 0,1N/100g de amostra)</i>	<i>Grupos Carboxílicos (%)</i>	<i>Teor de Grupos Carbonílicos (%)</i>	<i>Poder de Expansão (mL/g)</i>
<b>1° Lote</b>	11,51	5,11	1,42	0,11	0,07	12,47
<b>2° Lote</b>	10,70	5,03	1,29	0,10	1,55	8,57
<b>3° Lote</b>	10,89	5,14	1,26	0,13	0,44	6,70
<b>4° Lote</b>	10,75	5,22	1,19	0,14	0,71	9,48
<b>5° Lote</b>	11,48	5,17	1,12	1,8	1,45	7,82
<b>Média Geral*</b>	11,07	5,13	1,26	0,46	0,84	9,01

\* Valores médios estimados a partir dos dados individuais

**Tabela 6.** Concentrações médias de acidez titulável, grupos carboxílicos, grupos carbonílicos, teor de umidade, pH e poder de expansão em cinco amostras de diferentes lotes de féculas tipo combinação.

	<i>Teor de umidade (%)</i>	<i>pH</i>	<i>Acidez Titulável (mL de NaOH 0,1N/100g de amostra)</i>	<i>Grupos Carboxílicos (%)</i>	<i>Teor de Grupos Carbonílicos (%)</i>	<i>Poder de Expansão (mL/g)</i>
<b>1° Lote</b>	7,98	5,02	0,96	0,32	0,63	8,69
<b>2° Lote</b>	9,05	5,05	0,92	0,24	2,31	10,28
<b>3° Lote</b>	9,37	5,59	0,62	0,29	0,44	8,31
<b>4° Lote</b>	9,13	5,20	0,86	0,29	4,86	9,40
<b>5° Lote</b>	8,44	5,15	0,89	0,38	2,86	10,33
<b>Média Geral*</b>	8,79	5,20	0,85	0,30	2,22	9,40

\* Valores médios estimados a partir dos dados individuais

#### **4.1.1. Teor de umidade**

A Tabela 3, descrita acima, demonstra que as féculas do tipo pré-gel apresentaram resultados de umidade próximos a 2,00; visto que a média geral foi de 2,46.

As féculas do tipo natural apresentam umidade entre 10,00 e 11,00; assim como as féculas do tipo expandex, como apresentado nas Tabelas 4 e 5, respectivamente. As médias gerais foram de 10,69 para a fécula do tipo natural e 11,07 para a fécula do tipo expandex.

Quanto à combinação dos três tipos de féculas, a umidade apresentada na Tabela 6 demonstra valores variando entre 8,00 e 9,00; sendo a média geral obtida de 8,79.

Essa discrepância nos valores obtidos para os três tipos de féculas deve-se ao tipo e ao tempo de exposição da fécula para secagem (DINIZ, p.33, 2006).

Entretanto, ressalta-se que todas as amostras não extrapolaram o valor de umidade imposto pela legislação brasileira, que estipula o limite máximo de 14% de umidade.

#### **4.1.2. Determinação eletrométrica do pH**

Na determinação do pH, todas as amostras apresentaram resultados muito próximos a 5,00; sendo as médias gerais obtidas de 5,16 para as féculas do tipo pré-

gel; 5,80 para féculas do tipo natural; 5,13 para féculas do tipo expandex e 5,20 para combinação das três.

Silveira (2001) e Silveira et al. (2003) afirmam que no início da fermentação encontra-se um valor de pH próximo a 6,3. Após dois dias de fermentação, este valor cai para aproximadamente 3,0, permanecendo até o final do processo fermentativo.

Valores de pH próximos a 5,00; como encontrados nos resultados, indicam fermentações mais amenas, sem a presença marcante de ácidos. No caso das féculas naturais, este fato fica bem nítido, sendo estas as que apresentam um pH mais elevado, ou seja, menos ácido.

Além disso, essa não variação dos valores encontrados demonstra a estabilidade das féculas analisadas, quanto ao meio em que foram produzidas.

#### **4.1.3. Acidez titulável**

De acordo com Cereda e Vilpoux (2002), sinais de fermentações muito intensas indicam acidez titulável acima de 7,0 mL de NaOH 0,1N por 100g de amostra, enquanto fermentações mais amenas ou até mesmo quase ausência de tal, apresentam volumes inferiores a 3,0 mL de NaOH 0,1N por 100g de amostra. Volumes inferiores a 3,0 mL é uma peculiaridade de féculas naturais.

Em todos os tipos de féculas os resultados obtidos para a acidez titulável foram abaixo de 2,0 mL, indicando uma fermentação menos intensa ou praticamente ausente. A fécula do tipo expandex foi a que apresentou maior índice de acidez,

apresentando uma média geral de 1,26 mL de NaOH 0,1N por 100g de amostra, caracterizando a fécula que sofreu maior influência da fermentação, com a maior presença de ácidos.

A fécula do tipo pré-gel foi a que apresentou o menor índice de acidez, 0,56 mL de NaOH 0,1N por 100g de amostra, com menor quantidade de ácidos presentes.

#### **4.1.4. Concentração de grupos carboxílicos e carbonílicos**

As modificações químicas do tipo oxidação com ácidos orgânicos em amidos afetam a estrutura dos grânulos, pois ocorrem ataques nos grupos álcoois dos carbonos C1, C2 e C3 das glicoses amiláceas que compõem os amidos.

Quando o ataque ocorre no álcool secundário, provoca a abertura dos anéis de glicose, causando uma diminuição nas características de viscosidade do amido.

## **4.2. Análise da propriedade funcional das amostras**

### **4.2.1. Poder de expansão**

As análises de expansão da massa de fécula foram realizadas através do método manual, em que se mistura a fécula com água fervente e modela-se a massa nas mãos.

Os resultados obtidos para o poder de expansão das féculas analisadas variaram de acordo com cada tipo. As féculas do tipo pré-gel apresentaram uma média geral de 11,06 mL/g; sendo esta, a maior dentre todos os tipos. As féculas do tipo natural apresentaram média geral de 2,76 mL/g; caracterizando o menor valor obtido. As féculas do tipo expandex apresentaram média geral de 9,01 mL/g; porém, embora seja um valor alto, o resultado foi diferente do esperado. A expectativa era de que as féculas do tipo expandex expandissem mais do que as demais féculas avaliadas.

A combinação de todas as féculas apresentou uma média geral de 9,40 mL/g.

As Figuras 9, 10, 11 e 12, abaixo, mostram amostras de féculas dos tipos pré-gel, natural, expandex e combinação, respectivamente, antes e após o forneamento.



Figura 9 – Poder de expansão da fécula do tipo pré-gel: pós-forneamento.

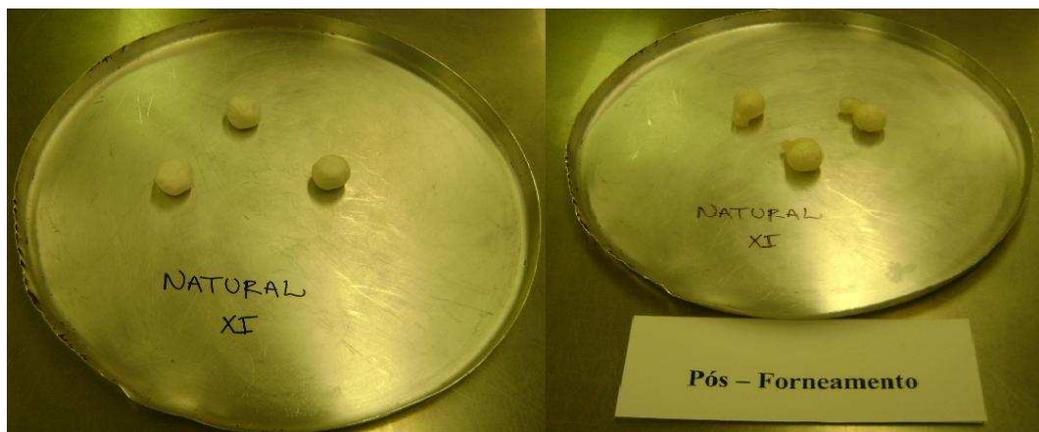


Figura 10 – Poder de expansão da fécula do tipo natural: pós-forneamento.

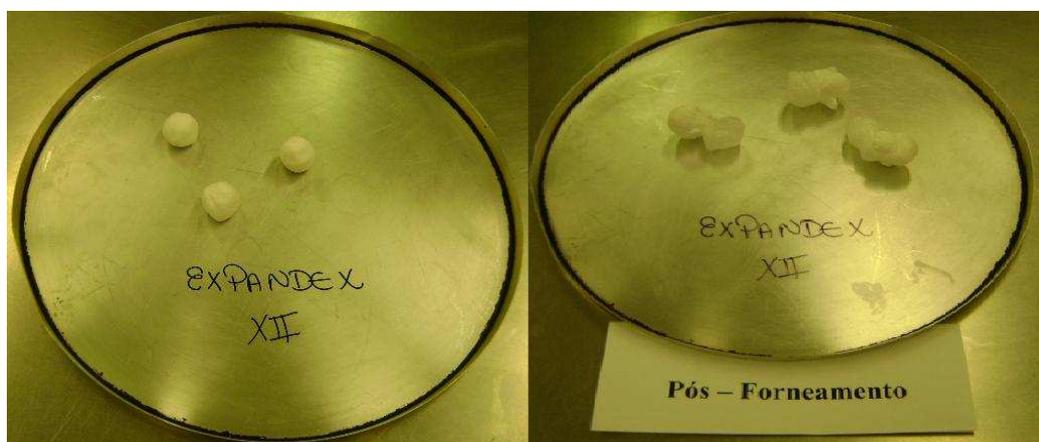


Figura 11 – Poder de expansão da fécula do tipo expandex: pós-forneamento.



Figura 12 – Poder de expansão combinação das féculas pré-gel, natural e expandex: pós-forneamento.

## 5. CONCLUSÃO

O trabalho apresentado representa dados iniciais de um estudo pouco avançado sobre féculas de mandioca.

Há muitos fatores interligados que possivelmente interferem nos resultados obtidos, tais como, o amido analisado não é puro, sendo que outros compostos presentes como fibras, celulose e lignina podem reagir e modificar os valores esperados.

Além disso, não há uma padronização dos fornecedores dessas féculas. Clima e tempo também interferem desde o processo de plantio da mandioca.

Logo, não se observou uma correlação entre as concentrações de acidez titulável, teor de grupos carboxílicos e teor de grupos carbonílicos com o poder de expansão.

Assim sendo, a avaliação das matérias-primas deverão ser realizadas lote a lote.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAM. **Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca**, 2004.  
CEREDA, M.P.; 2004. **Características Físico-Químicas do Amido de Mandioca**. Disponível em: <<http://www.abam.com.br/includes/index.php?menu=2&item=6>>. Acesso em: 29 ago. 2009.

ABAM. **Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca**, 2004.  
CEREDA, M.P.; 2004. **Fécula de mandioca como ingrediente para alimentos. Novos processos para modificação. O mercado de amido no mundo**. Disponível em: <<http://www.abam.com.br/artigos/Ceteagro%20-%20coluna%20Marney.doc>>. Acesso em: 29 ago. 2009.

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Disponível em: <[www.abnt.org.br](http://www.abnt.org.br)>. Acesso em: 10 nov. 2009.

AMANTE, E.R. **Caracterização de amidos de variedades de Mandioca (Manihot esculenta, Crantz) e de batata-doce (Ipomea batatas)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 1986.

A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists). **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 12 nd ed. Washington, 1975. 1094 p.

ASAOKA, M.; BLANSHARD, J.M.V.; RICKARD, J.E. **Effects of Cultivar and Growth Season on the Gelatinisation Properties of Cassava (Manihot esculenta) Starch**. Journal of Science of Food and Agricultural, n. 59, p.53- 8, 1992.

BRASIL. **Resolução nº 12/78 da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos**. Diário Oficial, Brasília, 24 de Julho de 1978, Seção 1, pt I.

CAMARGO, C.; COLONNA, P.; BULEON, A.; MOLARD, D.R. **Functional Properties of Sour Cassava (Manihot ultissima) Starch: Polvilho Azedo**. Journal of Science of Food and Agricultural, n.45, p. 273- 89, 1988.

CAPLICE, E.; FITZGERALD, G.F. **Food fermentations: role of microorganisms in food production and preservation**. International Journal of Food Microbiology, v.50, n. 1-2, p. 131-149, 1999.

CÁRDENAS, O.S.; BUCKLER, T.S. **Sour Cassava Starch Production: A preliminary Study**. Journal of Food and Agricultural, n. 45, p. 1509-1512, 1980.

CEREDA, M.P. **Determinação da Viscosidade em Fécula Fermentada de Mandioca (Polvilho Azedo)**. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 17, n.1, p.15-24, 1983a.

CEREDA, M.P. **Padronização para ensaios de qualidade de fécula fermentada de Mandioca (polvilho azedo): II – Ensaios de Absorção de Água**. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.17, n.3, p.297-304, 1983b.

CEREDA, M.P. **Tecnologia e qualidade do polvilho azedo**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 13, n. 145, p. 63-68, 1987.

CEREDA, M. P.; NUNES, O. L. G.; VILPOUX, O. **Tecnologia da produção de polvilho azedo**. Botucatu. Centro de Raízes Tropicais (CERAT). Universidade Estadual Paulista, 1995.

CEREDA, M.P.; VILPOUX, O. **Polvilho Azedo, critérios de qualidade para uso em produtos alimentares**. FUNDAÇÃO CARGIIL, Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, mar. 2002. Disponível em: <<http://www.raizes-ong.org.br>>. Acesso em: 25 ago. 2009.

CHATAKANONDA, P.; CHINACHOT, P.; SRIROTH, K. PIYACHOMKWAN, K.; CHOTNEERANAT, S.; TANG, H.; HILLS, B. **The influence of conditions of harvest on the functional behaviour of cassava starch-a próton NMR relaxation study**. Carbohydrates polymers, v. 53, p. 233- 40, 2003.

DEMIATE, I.M.; DE SOUZA, T.O; NOGUEIRA, A.; WOSIACKI, G.; CEREDA, M.P. **Características de qualidade de amostras de polvilho azedo**. Parte 3 – Rio Grande do Sul. Publicatio UEPG – Ciências Exatas e da Terra: 4 (1), p. 97-112, 1998.

DINIZ, I.P. **Caracterização Tecnológica do Polvilho Azedo Produzido em diferentes Regiões do Estado de Minas Gerais**, Viçosa, 2006.

FENNEMA, Owen R (Dir.). **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 2000.

FERNANDES, F.G.; SANTOS, J.F.; FILHO, J.B. **Utilização da mandioca para alimentação humana e animal**. 1. ed. Paraíba: EMEPA, p. 11- 5, 2002.

FILHO, G.A.F; BAHIA, J.J.S. **Mandioca**. Disponível em: <<http://www.ceplac.gov.br/radar/mandioca.htm>>. Acesso em 31 ago. 2009.

FRANCO, C. M. L; DAIUTO, E. R.; DEMIATE, I. M; CARVALHO, L. J. C. B.; LEONEL, M.; CEREDA, M. P.; VILPOUX, O.F.; SARMENTO, S. B. S. **Propriedades gerais do amido**. Fundação Cargill, Campinas, 2001.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Físicos para análises de alimentos**. 3. ed. São Paulo, v.1, p.27, 1985.

KUAKPETOON, D., WANG, Y. **Characterization of different starches oxidizes by hypochlorite**. Starch, n 53, p. 211- 8, 2001.

MAEDA, K.C.; CEREDA, M.P. **Avaliação de Duas Metodologias de Expansão ao Forno do Polvilho Azedo**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 21, p.139-143. maio/ago. 2001.

MINIM, V. P. R.; MACHADO, P. T.; CANAVESI, E.; PIROZI, M. R. **Perfil sensorial e aceitabilidade de diferentes formulações de pão de queijo**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 20, n. 2, p. 154- 9, 2000.

MOORE, G. R. P. **Amido de milho e Mandioca na produção da maltodextrinas**. 2001. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina.

MOORTHY, S. N.; MATHEW, G. **Cassava fermentation and associated changes in physicochemical and functional properties**. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, v. 38, n 2, p. 73-121, 1998.

NOBRE, A. **Tecnologia dos produtos tradicionais da mandioca**. 1. ed. Cruz das Almas: EMBRAPA, 1976.

PANDEY, A.; SOCCOL, C. R.; NIGAM, P.; SOCCOL, V.T.; VANDENBERGHE, L. P. S.; MOHAN, R. **Biotechnological potencial of agro-industrial residues**. II – Cassava bagasse – Review paper. Bioresource Technology, v. 74, p. 81-87, 2000.

PLATA-OVIEDO, M. **Secagem do Amido Fermentado de Mandioca: Modificação Química Relacionada com a Propriedade de Expansão e Características Físico-Químicas**. 1998. 114 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas.

RAKSHIT, S.K. **Recent trends in cassava starch production and application**. Tailândia, 2004. Disponível em: <<http://www.agfdt.de/loads/st00/raksit.pdf>>. Acesso em: 29 ago. 2009.

RICKARD, J. E.; ASAOKA, M.; BLANSHARD, J. M. V. **The physicochemical properties of cassava starch**. Tropical Science, v. 31, p. 189-207, 1991.

RIVERA, H.H.P. **Fermentação de amido de Mandioca (Manihot esculenta, Crantz): Avaliação e Caracterização do polvilho azedo**. 1997. 131f. Tese de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Viçosa.

SANTISOPASRI, V.; KUROTJANAWONG, K.; CHOTINEERANAT, S.; PIYACHOMKWAN, K.; SRIROTH, K.; OATES, C.G. **Impact of water stress on yield and quality of cassava starch**. Industrial Crops and Products na Internacional Journal, v.13, p. 115- 29, 2001.

SILVEIRA, I.A. **Isolamento, caracterização e diversidade de bactérias envolvidas na fermentação natural do polvilho azedo**. 132f, 2001. Tese de Doutorado em Ciências de Alimentos. Lavras: UFLA.

SILVEIRA, I.A.P; CARVALHO, E.P; PÁDUA, I.P.M; DIONÍZIO, F.L; MARQUES, S.C. **Isolamento e Caracterização da microbiota Ácido-Lática envolvida no Processo Fermentativo para Produção de Polvilho Azedo**. Revista Científica do UNILAVRAS, ano 2, n.2, p.7-15, jan/jun 2003.

SMITH, R.J. **Characterization and analysis of starches, in Starch Chemistry and Technology**, v. II: 1. ed. New York: Academic Press, p. 620-625, 1967.

SOARES, R. M. D. **Caracterização parcial de amido em cultivares brasileiros de cevada (*Hordeum vulgare* L.)**. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos): Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina.

SRIROTH, K.; SANTISOPASRI, V.; PETCHALANUWAT, C.; KUROTJANAWONG, K.; PIYACHOMKWAN, K.; OATES, C.G. **Cassava starch granule structure-function properties: influence of time and conditions at harvest on four cultivars of cassava starch**. Carbohydrates Polymers, Amsterdam, v. 38, p.161- 70, 1999.

SUAPESQUISA. **Mandioca: Informações sobre a Mandioca, características, vitaminas, benefícios e propriedades**. Disponível em: <<http://www.suapesquisa.com/alimentos/mandioca.htm>>. Acesso em: 31 ago. 2009.

TORMENTA, C.A.; VIDIGAL FILHO, P.S; GONÇALVES, A.C.A; ARAÚJO, M.A.; PINTRO, J.C. **Influência de diferentes sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico**, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.8, n.1, p.65-71, 2004.

VIEIRA, L.M. **Mandioca - apesar dos pesares, 2004 foi bom para o agricultor**. Informe Conjuntural. 16 de Dezembro de 2004a. Instituto CEPA/SC. Disponível em: <<http://www.icepa.com.br>>. Acesso em: 30 ago. 2009.

VIEIRA, L.M. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina – 2003/2004. Mandioca**. Instituto CEPA/SC, 2004b. Disponível em: < <http://www.icepa.com.br>>. Acesso em: 30 ago. 2009.

PEREIRA, Joelma; CIACCO, César F.; VILELA, Evódio Ribeiro and TEIXEIRA, A. Lucrécia de S. **Féculas fermentadas na fabricação de biscoitos: estudo de fontes alternativas**. Ciênc. Tecnol. Aliment. [online]. 1999, vol.19, n.2, pp. 287-293. ISSN 0101-2061. doi: 10.1590/S0101-20611999000200024. (SCIELO).

WIKIPÉDIA. **Amido**. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/wiki/Amido>>. Acesso em: 27 ago. 2009.