

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA EM
ALIMENTOS
CURSO DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

GABRIELA ROCHA DOS ANJOS

**OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FARINHA E AMIDO DE
PINHÃO NATIVOS E ESTERIFICADOS COM ÁCIDO LÁTICO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO
2013

GABRIELA ROCHA DOS ANJOS

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FARINHA E AMIDO DE PINHÃO NATIVOS E ESTERIFICADOS COM ÁCIDO LÁTICO

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos do Departamento Acadêmico de Engenharia e Tecnologia em Alimentos – COEAL – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Dr. Manuel Plata Oviedo.

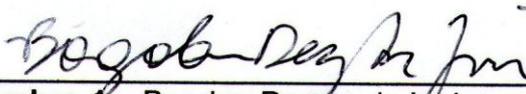
CAMPO MOURÃO
2013

TERMO DE APROVAÇÃO

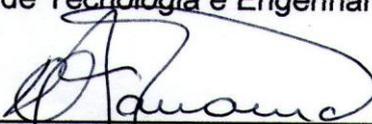
Obtenção e Caracterização de Farinha e Amido de Pinhão Nativos e Esterificados com Ácido Lático

Gabriela Rocha dos Anjos

Este trabalho foi apresentado às 14:00 h do dia 01 de outubro de 2013 como requisito para obtenção do título de graduação do curso superior de Tecnologia em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi avaliado pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **APROVADO**.



Membro 1 – Bogdan Demczuk Junior
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-CM)
Coordenação de Tecnologia e Engenharia de Alimentos



Membro 2 – Augusto Tanamati
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-CM)
Coordenação de Tecnologia e Engenharia de Alimentos



Orientador(a) – Manuel Salvador Vicente Plata Oviedo
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR-CM)
Coordenação de Tecnologia e Engenharia de Alimentos

RESUMO

ANJOS, Gabriela R. A. Obtenção e Caracterização de Farinha e Amido de Pinhão Nativos e Esterificados com Ácido Lático. 2013. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Campo Mourão, 2013.

O pinhão é a semente da árvore *Araucaria angustifolia*, pertencente a família *Araucariaceae*, encontrada no Brasil nas regiões Sudeste e Sul. A polpa do pinhão é formada basicamente de amido, em média 41,92 %, outros macronutrientes como proteínas e lipídeos também estão presentes, mas em quantidades bastante inferiores. Assim objetivou-se neste trabalho, a partir da polpa do pinhão, a produção da farinha e do amido e posterior esterificação com ácido lático através de tratamento térmico, a caracterização funcional e físico-química destes produtos nativos e modificados, e a verificação da possibilidade de serem utilizados como substitutos parciais de gordura em produtos de panificação, como bolos. A esterificação da farinha e amido de pinhão foi efetiva, atingindo teores de lactilo de 0,14 a 1 %. Este tratamento provocou ligeiro aumento no teor de amilose, diminuição da viscosidade intrínseca e diminuição da viscosidade aparente, indicando hidrólise parcial do amido. Notou-se também que as dispersões dos amidos nativos ou modificados foram mais transparentes que as das farinhas nativas ou modificadas, sendo que o tratamento térmico diminuiu a transparência, e nas amostras das farinhas e amidos lactilados quando comparadas com os seus pares nativos, observou-se menor variação (queda) da transmitância do 4º para 5º/6º dia sugerindo menor tendência a retrogradação em condições de refrigeração. Por fim foi possível aplicar géis a 10 % de amido modificado em bolos, substituindo 50 % da gordura utilizada na elaboração de bolos sem prejudicar o volume específico e a textura macia e com a redução de aproximadamente 47,53% do valor calórico do produto em relação ao bolo controle.

Palavras-chave: Pinhão. Amido. Esterificação. Ácido lático. Substitutos de gordura.

ABSTRACT

ANJOS, Gabriela R. A. Preparation and Characterization of Flour and Starch Pinion Native and Esterified with Lactic Acid. 2013. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Campo Mourão, 2013.

The pinion is the seed of the tree *Araucaria angustifolia*, belonging to the family Araucariaceae, found in Brazil in the Southeast and South. The pulp pinion consists primarily of starch, on average 41.92%, other macronutrients such as proteins and lipids are also present, but in much lower amounts. So the objective of this work, using the pulp of the pinion, was the production of flour and starch and subsequent esterification with lactic acid by heat treatment, the functional and physical chemistry characterization of these products native and modified, and the checking of the possibility of be used as partial replacements of fat in bakery products, like cakes. The esterification of pinion flour and starch was effective, reaching levels of lactyl 0.14 to 1%. This treatment caused a slight increase in the amylose content, reduced the intrinsic viscosity and reduced the apparent viscosity, indicating partial hydrolysis of starch. It was also observed that the dispersions of native or modified starches were more transparent than those of native or modified flour, and heat treatment reduced the transparency, and the samples of flour and starches lactylated when compared to their native peers, there is less variation (decrease) of the transmittance from the 4th to 5th / 6th day suggesting less retrogradation on cooling conditions. Lastly, it was possible to apply gels at 10% modified starch in cakes, replacing 50% of the fat used to prepare cakes without harming the specific volume and soft texture and reduction of approximately 47.53% of the caloric value of the product compared the control cake.

Keywords: Pinion. Starch. Esterification. Lactic Acid. Fat replacers.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Pinha madura	12
Figura 2. Semente pinhão	13
Figura 3. Representação da estrutura da amilose.	15
Figura 4. Representação da estrutura da amilopectina.....	15
Figura 5. Reação de esterificação do amido com ácido láctico.	17
Figura 6. Semente de pinhão crua (A); semente de pinhão seca (B); farinha de pinhão (C).	21
Figura 7. Amido de pinhão.....	22
Figura 8. Esquema de medição da altura das fatias centrais dos bolos.....	31
Figura 9. Reação de quantificação do teor de lactilo.	38
Figura 10. Opacidade das suspensões de farinha nativas e modificadas (Transmitância 625nm).	44
Figura 11. Opacidade das suspensões de amido nativos e modificados (Transmitância 625nm).....	45
Figura 12. Fatias centrais dos bolos produzidos	46

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Composição centesimal da farinha de pinhão.....	14
Tabela 2. Tratamentos e seus respectivos códigos	23
Tabela 3. Composição centesimal da farinha e amido de pinhão nativos	32
Tabela 4. Teor de amilose das amostras de farinhas e amidos nativos e modificados.....	33
Tabela 5. Viscosidade aparente e intrínseca das amostras de farinhas e amidos nativos e modificados	34
Tabela 6. Acidez e pH das amostras de farinhas e amidos nativos e modificados.....	36
Tabela 7. Teor de lactilo aparente e real das amostras de farinhas e amidos nativos e modificados.....	37
Tabela 8. Dextrose equivalente, índice de solubilidade em água e índice de absorção de água das amostras de farinhas e amidos nativos e modificados	38
Tabela 9. Valores médios para os parâmetros de cor das farinhas e amidos	40
Tabela 10. Claridade da pasta das amostras de farinhas e amidos nativos e modificados.....	42
Tabela 11. Volume e densidade específica, e dimensões dos bolos com farinhas e amidos nativos e modificados.....	46

SUMÁRIO

1	Introdução	9
2	Objetivos	11
2.1	Objetivo geral	11
2.2	Objetivos específicos	11
3	Revisão Bibliográfica	12
3.1	O Pinhão	12
3.2	A farinha de pinhão	13
3.3	O Amido	14
3.4	Amido modificado.....	16
3.5	Substitutos de gordura	17
4	Métodos e Procedimentos	20
4.1	Local de realização do trabalho.....	20
4.2	Obtenção das amostras	20
4.2.1	Obtenção da farinha	20
4.2.2	Obtenção do amido.....	21
4.3	Tratamentos	22
4.4	Caracterização físico-química	23
4.4.1	Composição Centesimal	23
4.4.2	Teor de Amilose.....	23
4.4.3	Índice de absorção de água (IAA) e índice de solubilidade em água (ISA) 24	
4.4.4	Viscosidade aparente	24
4.4.5	Viscosidade intrínseca	24
4.4.6	Acidez e pH	25
4.4.7	Teor de esterificação	26
4.4.8	Dextrose Equivalente.....	27

4.4.9	Cor.....	28
4.5	Caracterização Funcional.....	28
4.5.1	Clareza de pasta	28
4.6	Aplicação da farinha e amido de pinhão em bolos	29
4.6.1	Preparo do gel	29
4.6.2	Preparo dos bolos.....	29
4.6.3	Massa e volume.....	30
4.6.4	Volume específico e densidade específica	30
4.6.5	Altura	30
4.7	Análise estatística	31
5	Resultados e Discussão	32
5.1	Caracterização físico-química	32
5.1.1	Composição Centesimal	32
5.1.2	Teor de Amilose.....	33
5.1.3	Viscosidade aparente	35
5.1.4	Viscosidade intrínseca	35
5.1.5	Acidez e pH	36
5.1.6	Teor de lactilo	36
5.1.7	Dextrose equivalente	38
5.1.8	Índice de solubilidade em água e índice de absorção de água	39
5.1.9	Cor.....	40
5.2	Caracterização Funcional.....	41
5.2.1	Clareza de pasta.....	41
5.2.2	Retrogradação	43
5.3	Caracterização dos bolos.....	45
6	Conclusão	48
7	Referências bibliográficas.....	49

1 Introdução

A *Araucaria angustifolia* é uma espécie vegetal encontrada na América do Sul, sendo encontrada no Brasil, (Sudeste e Sul), na Argentina (região de Misiones) e no Paraguai (EMBRAPA..., 2013). O Pinhão é a semente produzida por esta árvore (MUCCILLO, 2009).

A polpa do pinhão é formada basicamente de amido, em média 41,92 %, outros macronutrientes como proteínas e lipídeos também estão presentes, mas em quantidades bastante inferiores: 3,94% e 1,34%, respectivamente, encontra-se também em média 0,35% de cálcio, 0,70% de ferro, 0,136% de fósforo e 0,139% de ácido ascórbico (ACORSI, 2009).

Um dos processos empregados pela tecnologia de alimentos, com a finalidade de obter produtos estáveis a partir de sementes, é a produção de farinhas. Essa seria também uma forma de ampliar o consumo do pinhão, já que o endosperma possui alta porcentagem de amido e não é um produto disponível atualmente no mercado. A farinha possibilita também a produção de diversos produtos a base de pinhão, como suflês, sopas, bolos, biscoitos, molhos, entre outros. Além disso, a farinha de pinhão pelo fato de não conter as proteínas do glúten poderia ser utilizada para desenvolver produtos para celíacos (OLIVEIRA, 2008).

A partir da farinha de pinhão pode-se obter o amido, que é um polissacarídeo constituído basicamente por polímeros de α -D-glicose, a amilose e amilopctina, em proporções que variam conforme a espécie e seu grau de maturação (RIBEIRO, 2004). Devido à diversidade biológica e ambiental, os amidos se apresentam como grânulos das mais diversas formas, tamanhos, propriedades e características. Dessa forma o domínio e conhecimento dessas características são uma importante ferramenta para a valorização do potencial dos produtos elaborados (MUCCILLO, 2009).

Nos últimos anos, tem se verificado o esforço de pesquisadores em encontrar novas fontes de amido nativos não convencionais, com propriedades específicas. No entanto apesar do amido ser um bom estabilizador de textura e

regulador em sistemas alimentícios, possui limitações como a baixa resistência térmica e alta retrogradação, o que limita o seu uso para algumas aplicações industriais (MUCCILLO, 2009).

Para contornar os problemas funcionais da farinha e do amido nativos, possibilitando novos campos de aplicação na indústria alimentícia, pode-se realizar a prática de modificação das moléculas, um exemplo é a esterificação, com finalidade de alteração das propriedades funcionais para melhor adequação às necessidades do mercado.

Uma das razões de se modificar farinhas e amidos de pinhão é a verificação da aplicação desses produtos, como substitutos parciais de gordura, em produtos de panificação. A substituição pode ser um grande apelo no que diz respeito à redução do valor calórico dos alimentos.

Dessa forma, neste trabalho buscou-se caracterizar as propriedades físico-químicas e funcionais dos amidos e farinhas de pinhão, nativos e modificados, a fim de verificar a sua aplicabilidade em produtos de panificação do tipo bolos, com o ideal de promover a redução do valor calórico e aumentar a estabilidade oxidativa dos mesmos.

2 Objetivos

2.1 Objetivo geral

Devido a pouca informação sobre o amido e a farinha de pinhão nas formas nativas ou após serem submetidas a algum processo de modificação, este trabalho teve por objetivo produzir e modificar o amido e a farinha de pinhão com ácido láctico através de tratamento térmico.

2.2 Objetivos específicos

- Modificar o amido e a farinha de pinhão com ácido láctico e tratamento térmico de 110 °C por 2 horas ;
- Determinar as propriedades físico-químicas e funcionais do amido e farinha de pinhão nativos;
- Determinar as propriedades físico-químicas e funcionais do amido e farinha de pinhão modificados;
- Verificar a possibilidade de aplicação da farinha e do amido de pinhão nativos e modificados como substituto de gordura em produtos de panificação (bolos).

3 Revisão Bibliográfica

3.1 O Pinhão

O pinhão é a semente da árvore *Araucaria angustifolia*, pertencente a família *Araucariaceae*. É uma espécie vegetal encontrada na América do Sul, sendo encontrada no Brasil, (Sudeste e Sul), na Argentina (região de Misiones) e no Paraguai (EMBRAPA..., 2013).

Os pinhões são obtidos quando as pinhas maduras são derrubadas no chão, processo conhecido comumente como desfalhamento, ou pelo método de coleta manual, que consiste na retirada das pinhas diretamente da árvore quando estas apresentam pintas amarronzadas. Em seguida, os pinhões são extraídos manualmente da pinha e é feito o processo de classificação de tamanho (EMBRAPA..., 2013).

As pinhas medem de 10 a 25 cm de diâmetro, o peso pode variar de 0,61 a 4,7 Kg, são cobertas por 700 a 1200 escamas, com um número de sementes bastante variável, podendo ir de 5 a 150 unidades de pinhões. A quantidade de pinhas por galho da árvore é normalmente de uma a duas, contudo já foi observado quatorze pinhas em um só ramo. A figura 1 apresenta uma pinha madura (EMBRAPA..., 2013).



Figura 1. Pinha madura
Fonte: (EMBRAPA..., 2013)

As sementes são normalmente compostas por tegumento duro e endosperma abundante, medem de 3 a 8 cm de comprimento, por 1 cm a 2,5 cm de

largura, com formato cônico-arredondado (Figura 2). A amêndoa é rica em reservas energéticas, principalmente amido (54,7 %) e aminoácidos; no centro, encontra-se o embrião com os cotilédones (EMBRAPA..., 2013).



Figura 2. Semente pinhão
Fonte: (EMBRAPA..., 2013)

3.2 A farinha de pinhão

A farinha, em geral, é um pó desidratado rico em amido. Obtido principalmente de cereais moídos, como o trigo, ou de tubérculos como a mandioca. É o ingrediente mais básico na produção de diversos produtos alimentícios, como biscoitos, bolachas, pães, bolos, pudins, macarrões e snacks (ADITIVOS..., 2013).

Qualquer grão inteiro pode ser transformado em farinha através do processo de moagem, contudo cada um apresenta características únicas, como textura, *flavor* e propriedades físico-químicas. É o caso do pinhão, que além de ser consumido diretamente, pode ser utilizado na elaboração de produtos, porém sendo utilizado sob a forma de farinha (ADITIVOS..., 2013 e BEZERRA et al., 2006).

A elaboração da farinha de pinhão pode ocorrer de diferentes formas, os pinhões podem ser descascados, cortados em rodelas, secos em bandejas e moídos, posteriormente; pode-se também, realizar a moagem antes da etapa de secagem; ou ainda obter a farinha a partir do pinhão cozido (OLIVERA, 2008; CAPELLA, 2008 e BEZERRA et al., 2006).

A farinha de pinhão é um produto fonte de proteína, carboidrato e fibra e embora a principal fonte de reserva das sementes da *Araucaria angustifolia* seja o

amido, proteínas, lipídios e fibras também são importantes, os quais variam de acordo com a cultivar e o estágio de desenvolvimento da semente. Dessa forma a aplicação da farinha em produtos alimentícios irá conferir melhoramento na composição nutricional, além de ser uma forma tecnológica de aproveitar essa matéria prima, trazendo produtos diferenciados ao mercado consumidor (CAPELLA, 2008).

Na tabela 1 estão listados os valores da composição centesimal da farinha de pinhão por diferentes autores.

Tabela 1. Composição centesimal da farinha de pinhão

Composição centesimal	Capella (2008)	Gama (2006)	Arcosi et al. (2009)	Conforti (2008)
Umidade	5,75	nd	13,78	nd
Cinzas	2,87	3,12	2,14	2,93
Proteínas	3,14	9,30	6,14	7,3
Lipídeos	9,88	2,33	nd	1,7
Amilose	22,5	nd	nd	nd
Carboidrato	77,04	70,16	79,12	88
Fibra Alimentar	7,06	15,09	0,90	0,55

Fonte: Capella (2008); Gama (2006); Arcosi (2009); Conforti (2008)

Nota: nd = valor não determinado

3.3 O Amido

O amido é o principal composto de reserva das plantas superiores, está organizado na forma de grânulos cujo tamanho e forma variam conforme a fonte botânica e seu grau de maturação. Os diâmetros observados podem ser menor que 1 μm até mais de 100 μm , o formato pode ser ovóide, esférico ou angular. (FRANCO et al., 2002).

O amido é constituído pela mistura de dois polissacarídeos: amilose e amilopectina, em proporções que variam conforme a espécie e seu grau de maturação (THOMAS e ATWELL, 2013)

A amilose é formada por uma cadeia predominantemente linear de unidades de α -D-glicose unidas por ligações glicosídicas α (1,4). Apresenta estrutura helicoidal, α -hélice, formada por pontes de hidrogênio entre os radicais hidroxilas das moléculas de glicose, capaz de absorver até 25 vezes seu peso em água. Na

presença de iodo, sua estrutura cora-se de azul, cuja intensidade da cor é diretamente proporcional à quantidade de amilose. Sua estrutura é apresentada na figura 3 (THOMAS e ATWELL, 2013).

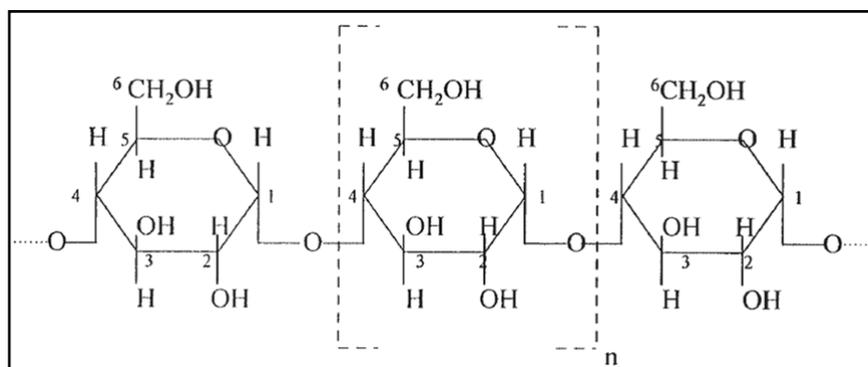


Figura 3. Representação da estrutura da amilose.

Fonte: THOMAS e ATWELL (2013)

A amilopectina (figura 4) apresenta estrutura ramificada, composta por porções retilíneas de glicose constituídas de diversas ramificações devido à presença de ligações α (1,6). Na presença de iodo apresenta coloração marrom-avermelhada, cuja intensidade da cor também é diretamente proporcional à quantidade de amilopectina (THOMAS e ATWELL, 2013).

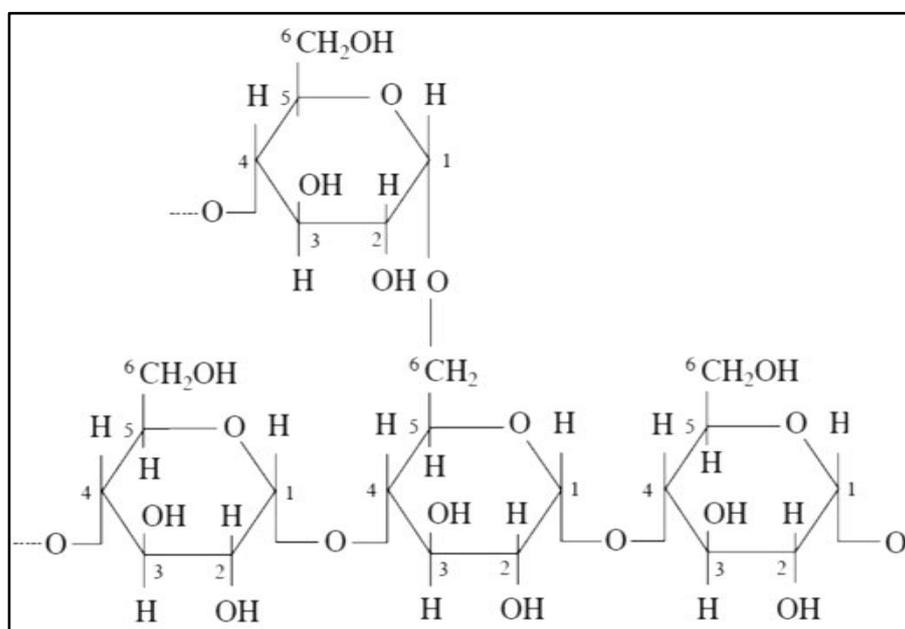


Figura 4. Representação da estrutura da amilopectina.

Fonte: THOMAS e ATWELL (2013)

3.4 Amido modificado

O amido tem sido tradicionalmente usado na indústria de alimentos como ingrediente melhorador das propriedades funcionais em sistemas alimentícios. Dependendo do tipo, o amido pode atuar na textura, servir como espessante, substituto de gordura e fornecer sólidos solúveis. Dessa forma, para preencher as várias demandas de funcionalidades, muitas vezes, o amido deve ser modificado enzimaticamente, fisicamente e/ou quimicamente (FRANCO et al., 2002).

As modificações por meio enzimático consistem no tratamento do amido, no estado seco ou úmido, em presença de quantidades moderadas de enzimas, tendo como resultado produtos solubilizados ou parcialmente hidrolisados. Já as modificações físicas compreendem qualquer tratamento de amido sob ação mecânica, do calor ou de pressão (FRANCO et al., 2003). E o tipo mais comum de modificação do amido é o tratamento de amido nativo com pequenas quantidades de reagentes químicos aprovados. A modificação química muda a funcionalidade do amido através de reações simples que envolvem principalmente os grupos hidroxila do polímero de amido. A derivatização através de éter ou formação de éster, a oxidação dos grupos hidroxila ou ácido carboxílico, e hidrólise das ligações glicosídicas, são alguns dos principais mecanismos de modificação química (THOMAS e ATWELL, 2013).

A reação de esterificação (figura 5) promove alterações nos grupos funcionais de amidos hidrofílicos, tornando-os hidrofóbicos pela introdução de grupamentos éster às cadeias de glicose (JERACHAIMONGKOL et al., 2006). Esse tipo de modificação também promove uma menor temperatura de gelatinização, maior absorção de água, menor tendência a gelificação e retrogradação. Isso possibilita sua aplicação em alimentos congelados, bolos, pudins instantâneos, recheios e coberturas (RIBEIRO, 2004). Assim a modificação da farinha é realizada considerando somente o seu componente majoritário, o amido.

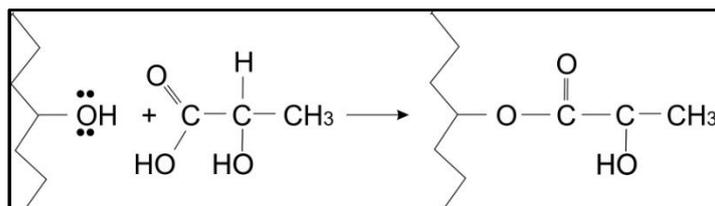


Figura 5. Reação de esterificação do amido com ácido láctico.
Fonte: Autoria própria

Segundo Nabeshima (2007) a demanda por amidos modificados quimicamente está expandindo, e a substituição do amido pela farinha, representa alternativa viável para esta finalidade, por possuírem elevados teores de amido e por serem mais econômicos. Em seu trabalho, onde realizou uma modificação da farinha de arroz com acetil acético, as propriedades funcionais das farinhas de arroz acetiladas variaram de acordo com o teor de grupos acetil incorporados; a adição destes grupos promoveu uma diminuição nos parâmetros de viscosidade (pico de viscosidade, viscosidade da pasta quente, viscosidade da pasta fria, temperatura de pasta e ruptura), de textura (firmeza) e nas propriedades térmicas (temperatura de pico e entalpia de gelatinização); a estabilidade e a coesividade aumentaram; e a retrogradação das farinhas de arroz acetiladas aumentaram em relação à farinha de arroz nativa; mas entre as farinhas modificadas, esta resposta diminuiu com o aumento do grau de substituição.

3.5 Substitutos de gordura

Como o nível de gordura determina as características nutricionais, físicas, químicas e sensoriais dos alimentos os substitutos de gordura podem oferecer uma maneira segura, efetiva e factível de manter a palatabilidade de alimentos com quantidades controladas de gordura e/ou energia (PINHEIRO e PENNA, 2004; ADITIVOS...,2013).

A substituição da gordura em alimentos pode ser realizada de diversas formas, sendo que a alternativa mais simples seria a técnica de remoção da gordura, o desnate do leite é um exemplo típico disso. Contudo esse método não pode ser

aplicado a todos os tipos de alimentos, visto que na maioria deles a gordura é a responsável pela textura, corpo, cor e sabor característico (LIMA e NASSU, 1996).

Quando a gordura é removida e substituída por água e outros ingredientes, a formulação resultante deve reconstruir completamente as propriedades desejadas no alimento, conferindo características sensoriais de cremosidade e maciez. O corpo, interação e firmeza são desenvolvidos com a adição de maltodextrinas, xaropes de milho ou gomas (PINHEIRO e PENNA, 2004).

Existem três tipos de substitutos de gordura, os baseados em produtos sintéticos, em proteínas e carboidratos. Entre os carboidratos utilizados para substituição de gordura estão os amidos modificados e dextrinas, a polidextrose, as gomas, a celulose microcristalina e outras misturas de substitutos de gordura baseados em carboidratos (ADITIVOS...,2013).

O sucesso de um substituto de gordura a base de carboidrato, para aplicação em produtos de panificação, depende basicamente da capacidade de reproduzir o comportamento da gordura, ou seja, ter a capacidade de incorporar ar durante batimento e retê-lo durante o cozimento, isso garante que ao produto, maciez, granulidade e volume adequado. A deficiência na incorporação de ar, originada pela eliminação da gordura pode ser corrigida pela utilização de fermento químico, no entanto a liberação excessiva de dióxido de carbono durante o cozimento aumenta o tamanho das cavidades de ar, gerando um produto de granulometria grosseira. Assim é essencial que a massa, além de apresentar viscosidade ideal para sustentar as bolhas de ar, seja submetida à um batimento ideal, de modo que forme numerosas e pequenas bolhas de ar (CÔNSOLE, 1998) .

Segundo Cônsole (1998), a interação dos componentes lipofílicos, que conferem sabor aos produtos, com os carboidratos que substituem a gordura, causa modificações no impacto e percepção do sabor do produto. Isso acontece pois o componente lipofílico complexa-se com a amilose, e fica retido no interior da hélice formada por repetidas unidades de glicose, assim os grupamentos hidrofílicos permanecem na parte exterior e os hidrofóbicos, na parte interior da hélice. Quando isso acontece em um meio pobre em gordura, os receptores de sabor não conseguem interagir com os componentes hidrofílicos.

Contudo essa deficiência de sabor é compensado com a vantagem de reduzir o teor de gordura e conseqüentemente o valor calórico, com isso

conseguem-se produtos mais saudáveis e que promovem uma melhor qualidade de vida.

4 Métodos e Procedimentos

4.1 Local de realização do trabalho

O presente estudo foi desenvolvido nos Laboratórios de Engenharia e Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *campus* Campo Mourão.

4.2 Obtenção das amostras

As sementes de *Araucaria angustifolia* (pinhão) utilizadas foram adquiridas no comércio da cidade de Campo Mourão, armazenadas em sacos plásticos trançados de 20 kg. Elas foram então selecionadas, de maneira a excluir as sementes danificadas mecanicamente, ou por ataque de insetos e/ou fungos.

4.2.1 Obtenção da farinha

Para a obtenção da farinha nativa as sementes de pinhão foram processadas cruas, ou seja, sem passar por nenhuma etapa de cozimento. Para isso as sementes primeiramente foram partidas ao meio, distribuídas em grandes formas de alumínio e levadas à estufa com circulação de ar forçada, à temperatura de 50 °C por aproximadamente 10 horas, para facilitar a retirada do endosperma de dentro da casca.

Antes da etapa de trituração, ainda foi necessário a retirada de uma fina película, de coloração marrom, aderida na parte externa dos endospermas.

Por fim, as sementes de pinhão foram trituradas em liquidificador industrial, acondicionadas em sacos plásticos hermeticamente selados, e armazenadas sob refrigeração a aproximadamente 10 °C.

Na Figura 6 são apresentadas as sementes de pinhão cruas, secas e a farinha.

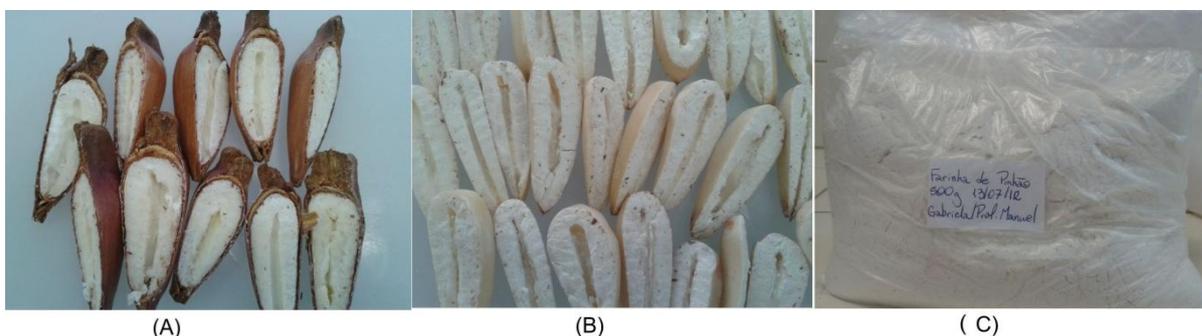


Figura 6. Semente de pinhão crua (A); semente de pinhão seca (B); farinha de pinhão (C).

4.2.2 Obtenção do amido

A obtenção do amido a partir da farinha de pinhão foi realizada em duas extrações.

Para a primeira extração uma parte de farinha juntamente com duas partes de solução de NaOH 0,1 % foram homogeneizadas em liquidificador por 3 minutos, seguidos de 10 minutos de repouso, então essa massa de farinha foi peneirada utilizando-se peneira com abertura de 270 mesh (53 mm), sendo coletado na parte inferior o amido em solução.

A massa retida na peneira foi encaminhada para a segunda extração, para isso a massa com solução de NaOH 0,1 % (1:2) primeiramente ficou sob agitação de 360 rpm por 30 minutos, só então foi novamente peneirada utilizando-se peneira com abertura de 270 mesh (53 mm), sendo novamente coletado na parte inferior o amido em solução.

Todo o amido em solução foi acondicionado em béqueres de 2 L e deixados em repouso, sob refrigeração, para a decantação. Então a cada 6 horas o sobrenadante era descartado, e o amido recebia outra porção de água fria sob agitação, esse processo foi realizado 4 vezes.

Então o amido foi distribuído em grandes fôrmas de alumínio e levados à estufa com circulação de ar forçada, a temperatura de 50 °C por aproximadamente por 10 horas.

Por fim, o amido foi triturado em liquidificador industrial, acondicionado em sacos plásticos hermeticamente selados, e armazenadas sob refrigeração de aproximadamente 10 °C (Figura 7).



Figura 7. Amido de pinhão.

4.3 Tratamentos

A farinha e o amido de Pinhão foram modificados de acordo com a metodologia proposta por Xie e Liu (2004) com algumas adaptações. Para isso as amostras de farinha e amido foram umidificadas com soluções de ácido láctico em duas concentrações diferentes, uma a 2,5 % e a outra a 5 %.

Após a umidificação as amostras foram inseridas em sacos plásticos e então foram homogeneizadas e deixadas em repouso por 5 horas.

Passado o repouso foi realizada a secagem das amostras em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 60 °C por 3 horas, seguido 90 °C por 7 horas.

Por fim as amostras receberam um tratamento térmico à 110 °C com duração de 2 horas. Vale salientar que através de testes preliminares, constatou-se que tratamentos térmicos com maior duração de tempo e/ou temperaturas mais elevadas produziram amostras de coloração extremamente escura, sendo inviáveis tecnologicamente.

Na tabela 2 estão apresentados os tratamentos com sua respectiva codificação.

Tabela 2. Tratamentos e seus respectivos códigos

Amostra	Código*	Ácido láctico (%)
Farinhas	FN	0
	FT (2,5)	2,5
	FT (5,0)	5
Amidos	AN	0
	AT (2,5)	2,5
	AT (5,0)	5

*FN: Farinha nativa; FT (2,5): Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico; FT (5,0): Farinha modificada com 5 % de ácido láctico; AN: Amido nativo; AT (2,5): Amido modificado com 2,5 % de ácido láctico; AT (5,0): Amido modificado com 5 % de ácido láctico.

4.4 Caracterização físico-química

4.4.1 Composição Centesimal

Os teores de umidade, lipídios, proteínas e cinzas foram determinados pelos métodos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). O teor de carboidratos foi determinado por diferença entre o total de matéria seca.

4.4.2 Teor de Amilose

A determinação do teor de amilose foi realizada pelo método espectrofotométrico descrito pela ISO (1987), viabilizado pela reação da amilose com o iodo, que forma um complexo de coloração azulada. O teor de amilose foi determinado em absorbância de 650 nm, e comparado à absorbância de um amido referência (com teor de amilose conhecido).

Vale salientar que todas as amostras utilizadas nesta análise foram desengorduradas em extrator de óleos e gorduras.

4.4.3 Índice de absorção de água (IAA) e índice de solubilidade em água (ISA)

O índice de absorção de água e o índice de solubilidade em água foram determinados segundo metodologia adaptada de Anderson et al. (1969), em que 2,5 g de amido (base seca) foram suspensos em 30 mL de água destilada aquecida a 30 °C. Após agitação de 30 minutos e centrifugação a 2200 g, por 10 minutos, o sobrenadante foi transferido para placas de Petri, de massa conhecida, e seco em estufa a 105 °C até peso constante. O ISA foi obtido através da pesagem dos sólidos secos, multiplicado por três e dividido pela massa da amostra, expresso em percentagem. O IAA foi obtido pela divisão da massa do gel, após a drenagem de todo o sobrenadante, pela massa da amostra inicial.

4.4.4 Viscosidade aparente

Os géis foram preparados em banho de água fervente, e então resfriados em banho de água até 25 °C para a determinação da viscosidade através do uso de um viscosímetro Brookfield, modelo RVT. Para isso os géis foram submetidos à rotação utilizando diferentes tipos de agulhas, dependendo da consistência do gel formado.

4.4.5 Viscosidade intrínseca

A viscosidade intrínseca foi determinada através da metodologia desenvolvida por Salomon-Ciuta (1962). Para isso, uma suspensão da amostra foi

gelatinizada em banho em ebulição por 30 minutos sob constante agitação, após este tempo foi adicionado 18,75 mL de NaOH 5,3 mol/L previamente padronizado. Esta suspensão foi transferida quantitativamente para um balão volumétrico de 100 mL e completado seu volume com água destilada, sendo a concentração final da solução hidróxido de sódio 1,0 mol/L, então 40 mL desta solução foi centrifugada (4000 rpm/10 minutos), e 5 mL do sobrenadante foi inserido no viscosímetro Cannon Fenske 50, em banho a temperatura ajustado em 30 °C.

O valor de viscosidade foi determinado cronometrando-se o tempo de passagem de cada amostra e solvente utilizado (solução de NaOH 1,0 mol/L) no equipamento. Para os cálculos foi utilizada a equação (1).

$$[\eta] = \frac{1}{c} \sqrt{2(\eta_{sp} - \ln \eta_r)} \quad (1)$$

Onde:

η = Viscosidade intrínseca (dL/g)

C = massa amido (g)/100 mL de dispersão de amido

η_{sp} = viscosidade específica ($\eta_r - 1$)

η_r = viscosidade relativa (tempo (s) dispersão amido/tempo (s) do solvente)

4.4.6 Acidez e pH

O teor de acidez e o pH foram determinados conforme descrito por Plata-Oviedo (1998) com algumas modificações. Para a determinação do pH e da acidez titulável foram pesados 10 g de amostra (b.s.) e dispersas em 100 mL de água destilada sob agitação por 10 minutos. Logo em seguida, foi realizada a leitura de pH das amostras com auxílio de um potenciômetro previamente calibrado. Com as mesmas amostras foram realizadas as titulações com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol/L, sob agitação, até pH 8,3. Os resultados foram expressos

em percentual de ácido láctico presente na amostra, para os cálculos utilizou-se a equação (2).

$$\% \text{ AL} = (V \times C \times 0,09 / g) \times 100 \quad (2)$$

Onde:

AL= ácido láctico

V= volume de NaOH gastos na titulação

C= concentração em mol/L da solução de NaOH

0,009= massa molar do ácido láctico dividido por 1000.

4.4.7 Teor de esterificação

A determinação do grau de esterificação foi realizada segundo o método proposto por Smith (1967) com modificações. Este método consiste em titular, com uma solução de NaOH 0,1 mol/L, uma suspensão de 1 g (base seca) de amostra em 50 mL de água destilada, até o ponto de viragem do indicador fenolftaleína, então acrescentou-se 10 mL de uma solução de NaOH 0,5 mol/L previamente padronizada. Esta suspensão passou por 7 ciclos de aquecimento em micro-ondas (1 minuto de aquecimento e 1 minuto de repouso), e posterior titulação com solução de HCl 0,3 mol/L, previamente padronizada, até o pH 8,3, utilizando-se potenciômetro.

O teor de esterificação das amostras foi calculado através da equação (3).

$$\text{Teor de lactilo} = [(V_{\text{NaOH}} \times C_{\text{NaOH}}) - (V_{\text{HCl}} \times C_{\text{HCl}})] \times 0,073 \times 100 / g \quad (3)$$

Onde:

V_{NaOH} = mL de solução de NaOH

C_{NaOH} = concentração da solução de NaOH (mol/L)

V_{HCl} = mL de solução de HCl

C_{HCl} = concentração da solução de HCl (mol/L)

G= massa em gramas da amostras em base seca

0,073 = massa molar do lactilo [$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{C}=\text{O}$] dividido por 1000

Dessa forma, para se obter o teor de lactilo real da amostra, basta subtrair o teor lactilo da amostra pelo teor de lactilo do branco.

4.4.8 Dextrose Equivalente

Para a quantificação da dextrose equivalente (DE), inicialmente, as amostras de amidos foram gelatinizadas. Para tal, 2,5 g de farinha/amido (base seca) foram depositados em béquer de 100 mL e a seguir foram adicionados 60 mL água destilada. Após homogeneização as amostras foram levadas ao forno micro-ondas até a sua completa solubilização. A seguir as dispersões foram resfriadas em banho de água fria e transferidas quantitativamente para balões volumétricos de 100 mL sendo o volume completado com água destilada.

Em tubos de ensaios foram depositadas alíquotas de 1 mL da dispersão de amido, 1 mL de reagente DNS (ácido 3,5-dinitro salicílico), conforme Miller (1959) e 4 mL de água destilada. Imediatamente os tubos foram tampados e levados ao banho em ebulição por 5 minutos e por último resfriados em banho gelado.

Para determinar a formação de DE inicialmente ajustou-se o aparelho zerando o espectrofotômetro com amostra denominada de branco coletando 1 mL de reagente DNS e 5 mL de água destilada seguindo o mesmo procedimento das amostras.

Para leitura da absorvância utilizou-se espectrofotômetro com o comprimento de onda ajustado para 540 nm, onde se fez inicialmente a leitura com o branco zerando o aparelho para fazer a leitura com as amostras problema.

Para determinação da DE inicialmente se fez o cálculo da curva de calibração de glicose conforme a equação (4).

$$\text{mg glucose /ml} = (\text{Abs} + 0,121) / 2,950 \quad (4)$$

Para a quantificação da DE foi considerado o fator de diluição e massa das amostras, obtendo-se a Equação (5).

$$DE = [(Abs + 0,121)/2,950] \times (V / m) \times 100 \quad (5)$$

Onde:

Abs = leitura do espectrofotômetro a 540 nm

V= volume do balão volumétrico (mL)

m = massa da amostra (bs)

4.4.9 Cor

A cor foi determinada no sistema CIEL*a*b* em equipamento Minolta® CR 310 (iluminante C e ângulo 10°), através dos parâmetros: L* (luminosidade), a* e b* (coordenadas de cromaticidade). Neste sistema, L* indica a luminosidade (0 = preto e 100 = branco) e a* e b* indicam as direções que a cor pode assumir (+a* = vermelho e -a* = verde; +b* = amarelo e -b* = azul).

4.5 Caracterização Funcional

4.5.1 Claridade de pasta

A claridade de pasta das amostras foi determinada segundo metodologia descrita por Morikawa e Nishinari (2000), pela medida do percentual de transmitância (T%) a 650 nm de um gel a 1 % (m/v).

4.5.1 Retrogradação

A tendência a retrogradação foi analisada pelo método descrito por Albrecht et al. (1960). Foram utilizados os géis produzidos na análise de claridade da pasta, para isso as amostras serão mantidas em refrigeração por aproximadamente 20 dias, e será realizada uma leitura diária da transmitância a 650 nm em espectrofotômetro.

4.6 Aplicação da farinha e amido de pinhão em bolos

4.6.1 Preparo do gel

Foram preparados géis contendo 10 % de amostra seguindo o seguinte procedimento: 10 g de farinha/amido serão dispersos com 100 g de água, aquecidos em banho de água fervente por 10 minutos, em seguida pesados e repostos a água evaporada para obter 100 g de gel.

4.6.2 Preparo dos bolos

As pré-misturas comerciais de bolo (marca Renata) tiveram 50 % da gordura a ser adicionada substituída pelos géis de farinha/ amido. E o bolo controle foi preparado conforme indicava o rótulo.

Os bolos (200 g de massa) foram preparados conforme o procedimento indicado na embalagem da pré-mistura e assados a 130 °C por 35 minutos.

4.6.3 Massa e volume

A massa foi determinada com os bolos à temperatura ambiente. E o volume foi medido pelo método do deslocamento da semente painço, utilizando um conjunto de um recipiente para acomodação do bolo e das sementes, funil e proveta graduada. Inicialmente foi determinada a quantidade de sementes necessária para preencher todo o volume do recipiente. As sementes foram inseridas no recipiente por queda livre através do funil, com alimentação constante, para permitir uma acomodação natural. A quantidade de sementes foi nivelada com o auxílio de uma régua na arrastada na borda do recipiente. Então foi reservada apenas a semente necessária para preencher o recipiente.

A seguir foi colocada no fundo do recipiente uma fatia de bolo, de massa conhecida, e através do funil a semente reservada foi despejada dentro do recipiente. Novamente a quantidade de sementes foi nivelada, e apenas as sementes excedentes foram recolhidas e despejadas, também em queda livre através do funil, na proveta graduada, e anotado o volume ocupado.

4.6.4 Volume específico e densidade específica

O volume específico foi calculado pela razão entre o volume do bolo (cm^3), determinado pelo método de deslocamento de sementes e a massa (g) (item 4.6.3).

A densidade da massa do bolo foi determinada pela relação entre a o peso da massa do bolo (g) e o seu volume (cm^3) (item 4.6.3).

4.6.5 Altura

As medidas de altura (figura 8) foram realizadas com o auxílio de um paquímetro graduado em centímetros.

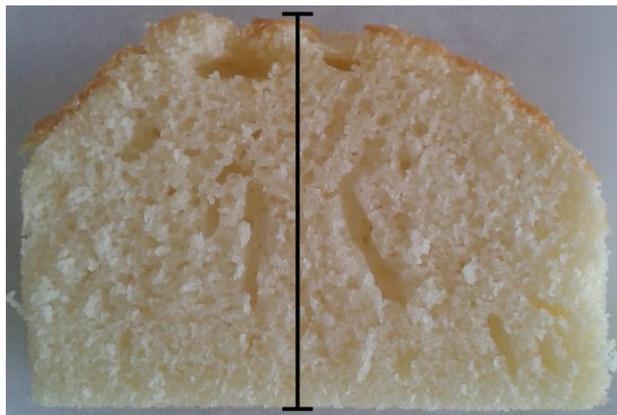


Figura 8. Esquema de medição da altura das fatias centrais dos bolos

4.7 Análise estatística

As análises foram realizadas em triplicata e os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) com auxílio do programa estatístico ASSISTAT (2011).

5 Resultados e Discussão

5.1 Caracterização físico-química

5.1.1 Composição Centesimal

Foram realizadas análises de umidade, cinzas, proteínas e lipídios nas amostras de farinha e amido de pinhão nativos. Os resultados podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3. Composição centesimal da farinha e amido de pinhão nativos

Amostra*	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Carboidratos (%) **
FN	8 ± 0,05	2,6 ± 0,05	1,03 ± 0,04	1,15 ± 0,27	87,11
AN	6,8 ± 0,14	0,23 ± 0,03	0,03 ± 0	0,64 ± 0,04	92,21

*FN: Farinha nativa; AN: Amido nativo.

**Valor aproximado, determinado por diferença.

Analisando-se a amostra FN o valor encontrado para o teor médio de umidade está próximo ao valor encontrado por Capela (2008) em sua farinha de pinhão, que foi de 8,29.

Quanto ao teor médio de cinzas, o valor obtido neste trabalho está próximo ao valor encontrado por Capela (2008) e Acorsi et al. (2009), em torno de 2,53 e 2,14, respectivamente para a farinha de pinhão. Contudo quando trata-se do teor de proteínas estes mesmos autores obtiveram valores superiores aos deste trabalho, com 3,07 e 6,14 respectivamente. Isso pode ser explicado pelo método de obtenção da farinha, visto que neste trabalho uma das etapas de obtenção da farinha era a lavagem com etanol, que realiza o arraste de parte da fase proteica presente.

O valor de lipídios, neste trabalho, obtido equipara-se ao obtido por Gama (2006) e Conforti (2008), que foi de 1,08 e 1,7 respectivamente.

Em relação à amostra AN, Mucillo (2009) obteve 12% e Conto (2009) 14,37% de umidade para o amido de pinhão, valores superiores ao encontrado neste trabalho, contudo essa diferença se deve ao binômio tempo/temperatura utilizados na secagem do amido.

O valor de cinzas obtido neste trabalho foi superior ao obtido por Henríquez (2008), 0,05%, entretanto foi parecido ao valor obtido por Pinto (2012), que foi de 0,27%.

O teor de proteínas desta amostra apresentou valor inferior ao encontrado por Pinto, (2012) e Conforti, (2007), 0,51 e 0,52%, respectivamente, contudo próximo ao valor obtido por Mucillo (2009), 0,09%.

Conto (2009) obteve 1,34% de lipídios em seu trabalho, mostrando que neste trabalho obteve-se valores mais baixos.

5.1.2 Teor de Amilose

Na Tabela 4 são apresentados os valores obtidos para a análise de amilose em base seca.

Tabela 4. Teor de amilose das amostras de farinhas e amidos nativos e modificados

Amostra	Amilose (%)	
Farinha	FN	16,44 ^d ± 0,06
	FT (2,5)	17,2 ^c ± 0,15
	FT (5,0)	17,81 ^c ± 0,23
Amido	AN	22,03 ^b ± 0,09
	AT (2,5)	23,18 ^a ± 0,27
	AT (5,0)	23,17 ^a ± 0,25

As médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

*FN: Farinha nativa; FT (2,5): Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico; FT (5,0): Farinha modificada com 5 % de ácido láctico; AN: Amido nativo; AT (2,5): Amido modificado com 2,5 % de ácido láctico; AT (5,0): Amido modificado com 5 % de ácido láctico.

Observando todas as amostras em conjunto, nota-se que os amidos apresentam maior teor de amilose que as farinhas, isso se deve ao fato de ser uma

amostra mais pura, que apresenta em sua composição basicamente as macromoléculas: amilose e amilopectina, enquanto que as farinhas apresentam outros compostos (Tabela 3). Além disso, a amilose apresentou valores superiores nas amostras nativas de farinha e amido, quando comparadas com as amostras modificadas, mostrando que a modificação pode ter aumentado os segmentos lineares de amilose provocado uma leve hidrólise.

Capela (2008) obteve para o pinhão *in natura*, 22,5% de amilose. Valores aproximados foram também encontrados por Bello-Pérez (2006) e por Bicudo (2008), de 25,0% e 25,3%, respectivamente; já Cordenunsi (2004), obteve em seu trabalho valor superior, de 29,6%. A variação nos teores de amilose pode ocorrer de acordo com as condições edafoclimáticas e do desenvolvimento da semente (FERNDANES, 2008).

Em comparação ao trabalho de Conforti (2007), que obteve 22,4% de amilose no amido de pinhão *in natura*, pode-se dizer que o valor obtido neste trabalho foi semelhante. Contudo Mucillo (2009), Conto (2009) e Henríquez (2008) obtiveram valores superiores, 26,3, 27,25, e 42,1%, respectivamente.

Os valores obtidos na análise de viscosidade aparente, e intrínseca, segundo o modelo experimental proposto por Salomon-Ciuta (1962) estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Viscosidade aparente e intrínseca das amostras de farinhas e amidos nativos e modificados

Amostra		Viscosidade aparente (cp*)	Viscosidade intrínseca (dL/g)
Farinha	FN	6.679,17 ^c ± 537,69	1,20 ^c ± 0,00
	FT (2,5)	1.506,67 ^d ± 38,83	0,67 ^d ± 0,02
	FT (5,0)	3.629,17 ^{cd} ± 294,83	0,69 ^d ± 0,02
Amido	AN	48.116,67 ^a ± 2727,79	1,96 ^a ± 0,10
	AT (2,5)	11.729,17 ^b ± 1296,53	2,00 ^a ± 0,04
	AT (5,0)	13.107,14 ^b ± 383,44	1,71 ^b ± 0,02

As médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si, na coluna, ao nível de 5% de probabilidade.

*cp= centipoise.

*FN: Farinha nativa; FT (2,5): Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico; FT (5,0): Farinha modificada com 5 % de ácido láctico; AN: Amido nativo; AT (2,5): Amido modificado com 2,5 % de ácido láctico; AT (5,0): Amido modificado com 5 % de ácido láctico.

5.1.3 Viscosidade aparente

A viscosidade aparente das amostras de farinha foi menor que das amostras de amido, isso se deve ao teor de polissacarídeos de origem amilácea ser superior nas amostras de amido quando comparadas às de farinha. Esse mesmo comportamento pode ser observado na análise de viscosidade intrínseca.

É notável, também, que em geral, a viscosidade das amostras modificadas, foi inferior à das amostras nativas, indicando que o tratamento pelo qual as amostras foram submetidas refletiu na redução da viscosidade.

Sanga (2013) notou que o tempo de permanência das amostras no tratamento térmico influenciou a viscosidade das amostras, de modo que com o aumento do tempo do tratamento térmico de 0,5 para 2 horas registrou-se queda da viscosidade de 25.300 para 68,5 cp. Além disso, assim como neste trabalho, também notou a relação direta entre a queda da viscosidade das amostras na análise de viscosidade aparente e intrínseca.

5.1.4 Viscosidade intrínseca

A amostra FN apresentou valor de viscosidade intrínseca superior ao das amostras FT (2,5) e FT (5,0). Esse efeito pode ter se desenvolvido devido à hidrólise das amostras, quando expostas ao meio ácido com posterior aquecimento.

Contudo entre as amostras de amido apenas na amostra AT (5,0) ocorreu um decréscimo, significativo estatisticamente ($p < 0,05$), no valor de viscosidade. Em comparação com amidos de outras fontes botânicas, os valores de viscosidade intrínseca encontrados para os amidos de pinhão, neste trabalho, foram parecidos ao encontrado por Zambrano, Camargo e Tavares (2001) para o amido de milho ceroso nativo (1,66 dL/g) e valores superiores ao encontrado por Rocha, Demiate e Franco (2008) para o amido de mandioquinha-salsa nativo (1,39 dL/g). Segundo Cereda (2002), a grande variação entre os valores de viscosidade encontrados na literatura está diretamente ligada à forma de extração do amido e a concentração do produto utilizada na análise.

5.1.5 Acidez e pH

Os dados obtidos nas análises de acidez e pH estão apresentados na Tabela 6.

Nela é possível notar que os valores de pH, tanto para a farinha quanto para o amido, são em média 6, devido ao processo de neutralização pós esterificação. Conto (2009) obteve valores de pH em torno de 7 para suas amostras amido de pinhão. Enquanto que Arcosi e seus colaboradores (2009) obtiveram uma farinha de pinhão com pH na média de 6,8.

Quanto à acidez, quando comparadas as amostras de farinha com as de amido, as primeiras apresentaram valores superiores devido à presença de proteínas, que devido à presença de grupamento ácidos, como carboxilas e aminos carregados positivamente, consomem mais base durante a titulação.

Tabela 6. Acidez e pH das amostras de farinhas e amidos nativos e modificados

Amostra		Acidez (% Ácido Láctico)	pH
Farinha	FN	0,54 ^c ± 0,01	6,35 ^b ± 0,02
	FT (2,5)	1,07 ^a ± 0,00	5,45 ^d ± 0,03
	FT (5,0)	0,82, ^b ± 0,01	5,63 ^c ± 0,02
Amido	AN	0,10 ^f ± 0,01	8,11 ^a ± 0,03
	AT (2,5)	0,11 ^e ± 0,00	5,32 ^e ± 0,02
	AT (5,0)	0,18 ^d ± 0,00	5,03 ^f ± 0,00

As médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si, na coluna, ao nível de 5% de probabilidade.

*FN: Farinha nativa; FT (2,5): Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico; FT (5,0): Farinha modificada com 5 % de ácido láctico; AN: Amido nativo; AT (2,5): Amido modificado com 2,5 % de ácido láctico; AT (5,0): Amido modificado com 5 % de ácido láctico.

5.1.6 Teor de lactilo

O teor de lactilo consiste no percentual de moléculas de ácido láctico que se associam às cadeias de amido durante o tratamento. Quando o ácido láctico entra em contato com o hidróxido de sódio (NaOH) sob aquecimento, o hidróxido

liga-se ao complexo amido/ácido e este é hidrolisado, liberando amido, assim quanto maior a associação de moléculas ácido láctico às moléculas de amido, menos hidróxido de sódio fica livre para reagir com o titulante, ou seja quanto maior a esterificação menor o volume gasto na titulação. A reação de quantificação do teor de lactilo é apresentada na figura 9.

Os valores de esterificação, ou seja o teor de lactilo aparente e real das amostras estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Teor de lactilo aparente e real das amostras de farinhas e amidos nativos e modificados

Amostra		Lactilo aparente (%)	Lactilo real (%)
Farinha	FN	2,64 ^b ± 0,00	0
	FT (2,5)	2,78 ^b ± 0,15	0,14 ^b ± 0,11
	FT (5,0)	3,53 ^a ± 0,00	0,89 ^a ± 0,01
Amido	AN	1,44 ^d ± 0,00	0
	AT (2,5)	2,31 ^c ± 0,16	1,0 ^a ± 0,11
	AT (5,0)	2,23 ^c ± 0,00	0,92 ^a ± 0,00

As médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si, na coluna, ao nível de 5% de probabilidade.

*FN: Farinha nativa; FT (2,5): Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico; FT (5,0): Farinha modificada com 5 % de ácido láctico; AN: Amido nativo; AT (2,5): Amido modificado com 2,5 % de ácido láctico; AT (5,0): Amido modificado com 5 % de ácido láctico.

Observando-se o teor de lactilo aparente, ou seja, aquele que envolve tanto o teor de lactilo naturalmente presente na amostra, quanto o teor adquirido em função da modificação química, nota-se que, mesmo que de forma sutil, houve um aumento nos valores de lactilo das amostras modificadas quando comparadas às nativas.

O valor de lactilo real, que consiste apenas naquele adquirido através da modificação química, apresentou valores mais elevados nas amostras de amido e na amostra de farinha que recebeu 5% de ácido láctico. Ou seja, as moléculas de ácido láctico apresentaram maior dificuldade de associação às cadeias glicosídicas da amostra de farinha que recebeu apenas 2,5% do ácido.

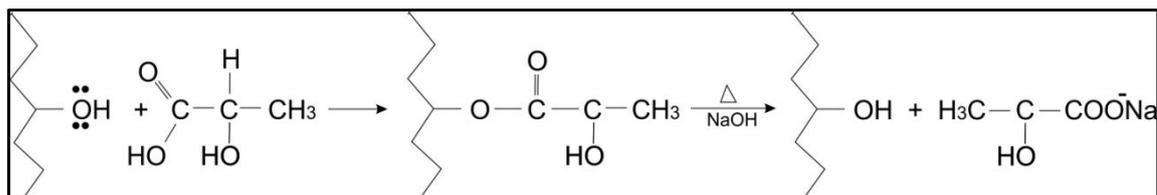


Figura 9. Reação de quantificação do teor de lactilo.

Os resultados obtidos na análise de dextrose equivalente (DE), bem como os obtidos nas análises de índice de solubilidade em água (ISA) e índice de absorção de água (IAA) estão dispostos na tabela 8.

Tabela 8. Dextrose equivalente, índice de solubilidade em água e índice de absorção de água das amostras de farinhas e amidos nativos e modificados

Amostra	DE (%)	ISA (%)	IAA (g gel/ g material seca)
Farinha	FN	0,11 ^a ± 0,00	2,48 ^a ± 0,03
	FT (2,5)	0,26 ^b ± 0,01	2,5 ^a ± 0,03
	FT (5,0)	0,18 ^c ± 0,01	2,65 ^b ± 0,04
Amido	NA	0,09 ^d ± 0,00	2,15 ^c ± 0,03
	AT (2,5)	0,05 ^e ± 0,00	2,82 ^d ± 0,00
	AT (5,0)	0,05 ^e ± 0,00	2,70 ^e ± 0,05

As médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si, na coluna, ao nível de 5% de probabilidade.

*FN: Farinha nativa; FT (2,5): Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico; FT (5,0): Farinha modificada com 5 % de ácido láctico; AN: Amido nativo; AT (2,5): Amido modificado com 2,5 % de ácido láctico; AT (5,0): Amido modificado com 5 % de ácido láctico.

5.1.7 Dextrose equivalente

Dextrose equivalente (DE) é o termo convencionalmente utilizado para descrever o grau de hidrólise de amidos, ou seja, o quanto as cadeias das macromoléculas amido foram quebradas durante o tratamento, sendo expressos como a porcentagem de açúcares redutores presentes (MUCCHILLO, 2009).

Na tabela 8 nota-se que o valor de DE da farinha nativa foi inferior os valores das farinhas modificadas, sendo que a FT (2,5) sofreu maior nível de hidrólise. Já quanto ao amido nativo, este apresentou comportamento inverso ao da farinha, com valor de DE superior, quando comparado aos valores dos amidos

modificados, que sofreram igual nível de hidrólise estatisticamente ($p < 0,05$). De maneira geral pode-se dizer que as amostras de farinhas, como apresentaram valores de DE superiores, foram mais hidrolisadas durante a modificação.

Sanga (2013) em seu trabalho desenvolveu amidos milho esterificados com aproximadamente 3% de ácido láctico, e obteve valores de DE que vão de 0,96 a 1,88, aumentando conforme era aumentada o tempo de permanência do tratamento térmico. Isso demonstra que o amido de milho esterificado com ácido láctico foi mais susceptível à sofrer hidrólise que o amido de pinhão, que vez que apresentou valores superiores aos obtidos neste trabalho.

No trabalho realizado por Cõnsole (1998), amido de mandioca modificado por ácido clorídrico, também nota-se que, o aumento do tempo de permanência das amostras no tratamento produziu aumento significativo nos valores de DE. Isso indica que o tempo de permanência, das amostras no tratamento térmico, tem grande influência no grau de hidrólise, a qual elas sofrem.

5.1.8 Índice de solubilidade em água e índice de absorção de água

O poder de inchamento e a solubilidade são ocasionados pela quebra das pontes de hidrogênio que quando submetidos a temperaturas elevadas, proporcionam o intumescimento dos grânulos e conseqüentemente o aumento da solubilidade do amido (SPIER, 2010).

Quanto às amostras de amidos modificados, estas foram capazes de absorver mais água que as farinhas modificadas, isso pode estar relacionado com o fato de terem sofrido menor nível de hidrólise, o que pode facilitar a absorção de água devido às cadeias glicosídicas estarem maiores. Já analisando-se o IAA das amostras nativas, a farinha, em contrapartida, foi a que mais absorveu água.

Cõnsole (1998) obteve para suas amostras de amido de mandioca modificadas com ácido clorídrico valores de IAA bastante próximos aos deste trabalho, em média 2,3 g de gel/g de matéria seca. Contudo os ISA ainda foram superiores aos obtidos neste trabalho, com valores que vão de 1,18 a 14,04.

Mucillo (2009) obteve para as amostras de amido de pinhão nativo, e amido de pinhão e milho modificados com ácido clorídrico valores de ISA superiores

aos encontrados neste trabalho, que foram respectivamente 0,31, 7,52 e 6,86%. Contudo para a análise de IAA, os valores foram próximos aos obtidos neste trabalho, 1,76% para o amido de pinhão nativo, 2,16 e 2,34% para os amidos de pinhão e milho modificados com ácido clorídrico, respectivamente.

5.1.9 Cor

Na Tabela 9 estão apresentados os valores referentes às alterações ocorridas na luminosidade (L^*) e nas coordenadas de cromaticidade a^* e b^* das amostras de farinha e amido frente às modificações.

Tabela 9. Valores médios para os parâmetros de cor das farinhas e amidos

Amostra		L^*	a^*	b^*
Farinha	FN	92,37 ^c ± 0,24	0,46 ^d ± 0,06	13,03 ^c ± 0,2
	FT (2,5)	85,70 ^e ± 0,14	4,15 ^a ± 0,05	20,43 ^a ± 0,14
	FT (5,0)	89,11 ^d ± 1,5	2,31 ^b ± 0,08	13,93 ^b ± 0,39
Amido	NA	96,03 ^b ± 0,69	0,50 ^d ± 0,05	2,18 ^e ± 0,15
	AT (2,5)	97,40 ^a ± 0,06	0,46 ^d ± 0,01	3,34 ^d ± 0,05
	AT (5,0)	97,11 ^{ab} ± 0,15	0,62 ^c ± 0,02	3,74 ^d ± 0,09

As médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si, na coluna, ao nível de 5% de probabilidade.

*FN: Farinha nativa; FT (2,5): Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico; FT (5,0): Farinha modificada com 5 % de ácido láctico; AN: Amido nativo; AT (2,5): Amido modificado com 2,5 % de ácido láctico; AT (5,0): Amido modificado com 5 % de ácido láctico.

Todos os valores de L^* das amostras de farinha de pinhão variaram significativamente, de forma que a FN foi a que apresentou maior valor, ou seja, a mais clara. Já as amostras de farinha modificadas apresentaram valores inferiores, indicando um escurecimento, quando comparada à amostra FN. Isso pode ocorrer devido ao efeito da modificação, pois o tratamento térmico desencadeia a reação de Maillard, produzindo coloração escura.

Oliveira (2008) também observou, em suas amostras de farinha de pinhão, que o tratamento térmico causa a redução dos valores de L^* , ou seja, causa

o escurecimento, visto que seus valores variaram de 89,92 a 88,18 (farinha de pinhão cru) para 77,24 a 74,89 (farinha de pinhão cozido).

Os valores de L^* , ou seja, da luminosidade das farinhas de pinhão modificadas podem ser equiparados ao de uma farinha de trigo branca (88,16), contudo são superiores ao observado em uma farinha de trigo integral (68,69) (FERNANDES et al., 2008).

Observando-se o comportamento da luminosidade (L^*) das amostras de amido, nota-se que, diferente das amostras de farinha, o amido nativo (AN) não foi o que apresentou maior luminosidade, e mesmo que entre as amostras AN e AT (2,5) tenha havido diferença significativa, os valores permaneceram próximos. Nota-se também que os valores de luminosidade das amostras de amido foram superiores aos das amostras de farinha, indicando que aquelas são mais claras, esse fato ocorreu devido às amostras de amido terem passado por um processo de purificação, tornando-se mais puras que as amostras de farinha, que apresentam em sua composição maiores teores de diversos componentes coloridos, como lipídeos, proteínas e fibras.

Conto (2009) obteve para suas amostras de amido de pinhão nativos valores de L^* que variam entre 92,50 a 95,28, valores bastante próximos aos obtidos neste trabalho, o que indica alta refletância de luz.

Analisando a Tabela 9, pode-se notar que, além de todos os valores de a^* e b^* para as amostras de farinha serem diferentes significativamente, entre si, apresentaram valores superiores aos obtidos para as amostras de amido isso também pode ser explicado pela teoria de que a maior pureza do amido gera uma coloração mais branca.

5.2 Caracterização Funcional

5.2.1 Claridade de pasta

Os resultados da análise de claridade de pasta, em porcentagem de transmitância, com comprimento de onda de 650 nm, estão dispostos na Tabela 10.

Tabela 10. Claridade da pasta das amostras de farinhas e amidos nativos e modificados

Amostra		Transmitância (%)
Farinha	FN	7,40 ^a ± 0,24
	FT (2,5)	6,95 ^b ± 0,14
	FT (5,0)	4,80 ^c ± 0,1
Amido	AN	15,69 ^d ± 0,18
	AT (2,5)	16,78 ^d ± 0,63
	AT (5,0)	12,89 ^e ± 0,75

As médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

*FN: Farinha nativa; FT (2,5): Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico; FT (5,0): Farinha modificada com 5 % de ácido láctico; AN: Amido nativo; AT (2,5): Amido modificado com 2,5 % de ácido láctico; AT (5,0): Amido modificado com 5 % de ácido láctico.

Na tabela 10 observa-se que entre as farinhas nativa e modificadas houve diferença significativa ($p > 0,05$), indicando que, devido à farinha nativa apresentar maior transmitância detém de uma menor opacidade que as farinhas modificadas. Todavia entre as amostras de amido, não houve diferença estatística. Pode-se dizer que a claridade da pasta também foi influenciada pela coloração das amostras, uma vez que quando os valores de (L), que representa a luminosidade, diminui, ou quando (a) e (b), que representam as cores que as amostras podem assumir, aumentam, a transmitância de luz na pasta é dificultada e a opacidade tende a aumentar.

Conto (2009), em sua pesquisa, obteve para o amido nativo, valor de transmitância inferior ao obtido neste trabalho (4,46 %), isso indica uma pasta mais opaca. Essa diferença nos resultados podem estar relacionadas com a variedade da cultivar de pinhão, ou pelo estado de envelhecimento do pinhão.

A farinha nativa e o amido nativo apresentaram baixos valores de transmitância, quando comparados com a transmitância (41%) do gel do amido de milho nativo, considerado um dos géis mais opacos (GRAIG et al., 1989).

5.2.2 Retrogradação

A tendência à retrogradação das farinhas e amidos de pinhão foi verificada através da observação da opacidade das suspensões durante 14 dias de armazenamento. Stahl (2007) afirma que o efeito da retrogradação tende a tornar as pastas de amido opacas, ou seja, tende a reduzir a transmitância, e formar géis rígidos durante o resfriamento, isso significa que com o decorrer do tempo de armazenamento ocorre a retrogradação.

Nas figuras 10 e 11, estão apresentados gráficos que apresentam o comportamento da opacidade das amostras de farinha e amido, respectivamente, frente ao armazenamento refrigerado.

Um fator a ser considerado na claridade das suspensões de amiláceos é o teor de lipídeos, que influencia negativamente no percentual de transmitância. O baixo percentual de transmitância da farinha e do amido nativo pode estar relacionado com os relativos altos teores de lipídeos, respectivamente 1,15 e 0,64 % (ZOBEL, 1988).

As suspensões de farinha modificada, quando comparada à farinha nativa, apresentaram menor transmitância nos primeiros dias de armazenamento (1º ao 4º dia), ou seja, maior opacidade. As suspensões de amido modificadas também foram menos transparentes que a do amido nativo. A característica de menor transparência das farinhas e amidos modificados em relação aos seus pares nativos pode ser consequência do escurecimento causado pelo tratamento térmico.

No caso das farinhas, a nativa teve forte queda da transparência do 4º para o 5º dia de armazenamento (12,26 para 5,22 %), que pode estar associada ao fenômeno da retrogradação, enquanto que nas farinhas modificadas essa queda foi muito menor, de 5,46 para 3,83 % (2,5 % de ácido láctico) e de 2,97 para 1,76 % (5,0 % de ácido láctico). A partir do 7º dia de armazenamento a queda da transmitância (retrogradação) estabilizou-se em valores de 2,4 % (farinha nativa), 0,90 % (farinhas modificadas).

Onde o amido nativo iniciou o período de armazenamento com menor opacidade e os modificados com maior opacidade. Esse efeito sofreu grande influência do desenvolvimento de compostos de coloração escura durante o

tratamento térmico, o qual tanto as amostras de farinha quanto de amido foram expostos.

Observando-se a leitura de transmitância do primeiro dia e do último dia de armazenamento das amostras (figura 11) nota-se que, a amostra de amido nativo apresentou uma forte queda da transmitância do 4º para o 6º dia de armazenamento (12,26 para 3,53 %), enquanto que para o amido modificado com 5 % de ácido láctico foi de 9,79 para 4,66%, mostrando menor queda da transmitância, consequência de uma menor retrogradação.

Muccilo (2009) obteve em seu trabalho, para o amido de pinhão nativo, transmitância de aproximadamente 10 %, valor que se manteve constante durante todo o período de armazenamento. Já o valor de transmitância, obtida neste trabalho, para o amido nativo, foi superior nos primeiros dias de armazenamento, e inferior a 10 % a partir do quinto dia.

Sanga (2013) em seu trabalho, onde desenvolveu amidos milho esterificados com aproximadamente 3% de ácido láctico, acompanhou o comportamento da opacidade das amostras por 5 dias (transmitância 650 nm), e assim como neste trabalho, também notou que os amidos modificados apresentaram uma menor variação de transmitância (76,5 a 77,0 %), quando comparados ao amido nativo (7,0 a 1,8 %).

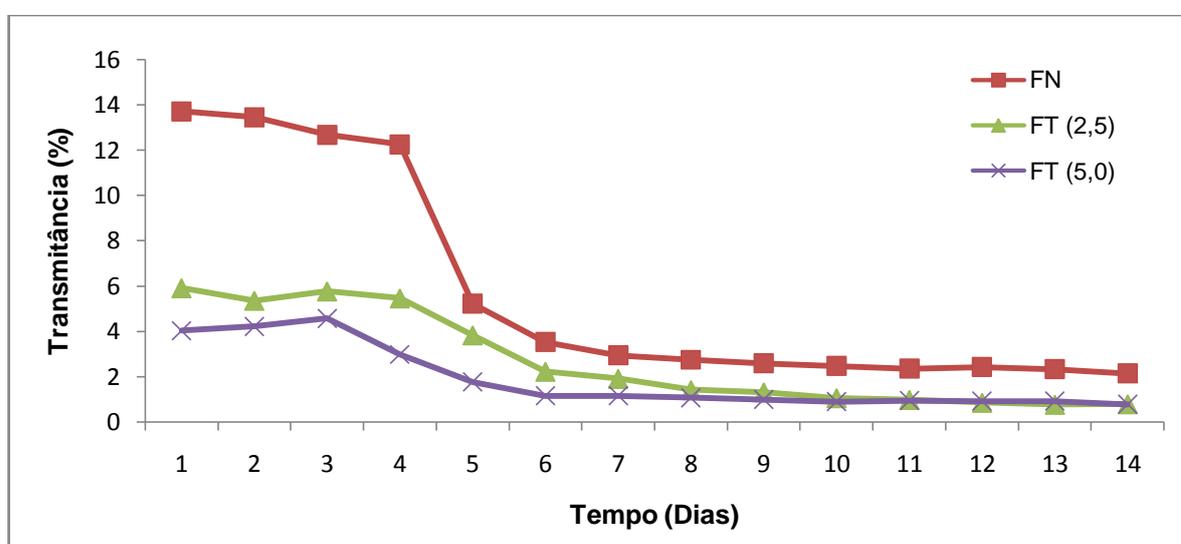


Figura 10. Opacidade das suspensões de farinha nativas e modificadas (Transmitância 625nm).

*FN: Farinha nativa; FT (2,5): Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico; FT (5,0): Farinha modificada com 5 % de ácido láctico.

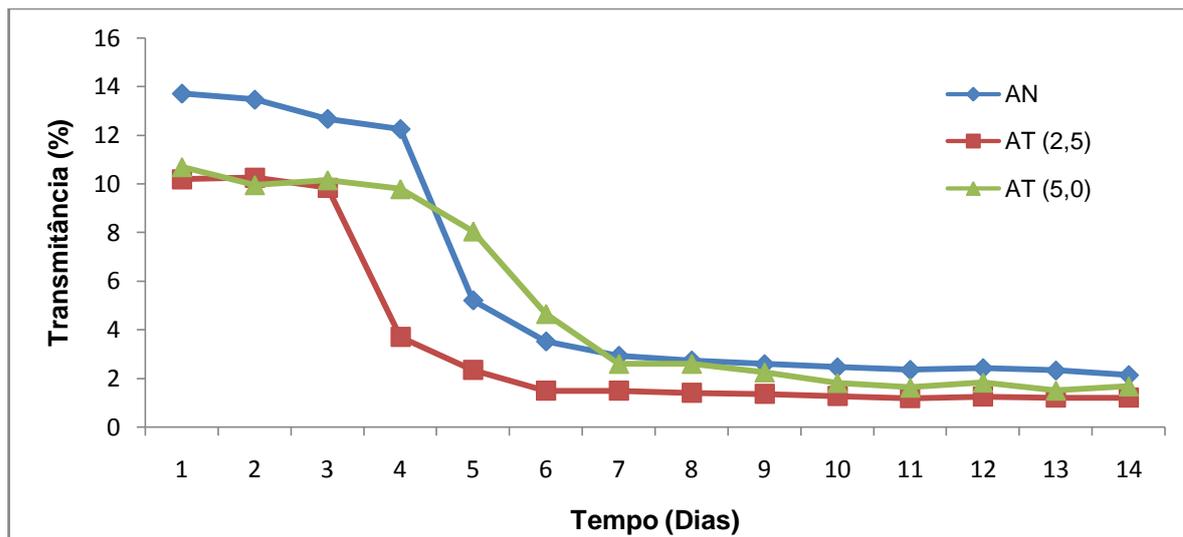


Figura 11. Opacidade das suspensões de amido nativos e modificados (Transmitância 625nm).

*AN: Amido nativo; AT (2,5): Amido modificado com 2,5 % de ácido láctico; AT (5,0): Amido modificado com 5 % de ácido láctico.

5.3 Caracterização dos bolos

Na figura 12 estão apresentadas as fotos das fatias de bolo utilizadas nas análises de volume e densidade específica, e dimensões.

O volume específico, a densidade específica, bem como as dimensões do bolo controle, ou seja, elaborado conforme as especificações do rótulo da pré-mistura utilizada e dos bolos que tiveram parte da gordura substituída pelas farinhas e amidos nativos e modificados estão apresentados na tabela 11. Nela nota-se que o volume específico é inversamente proporcional à densidade específica, pois enquanto o primeiro aumenta o segundo diminui.

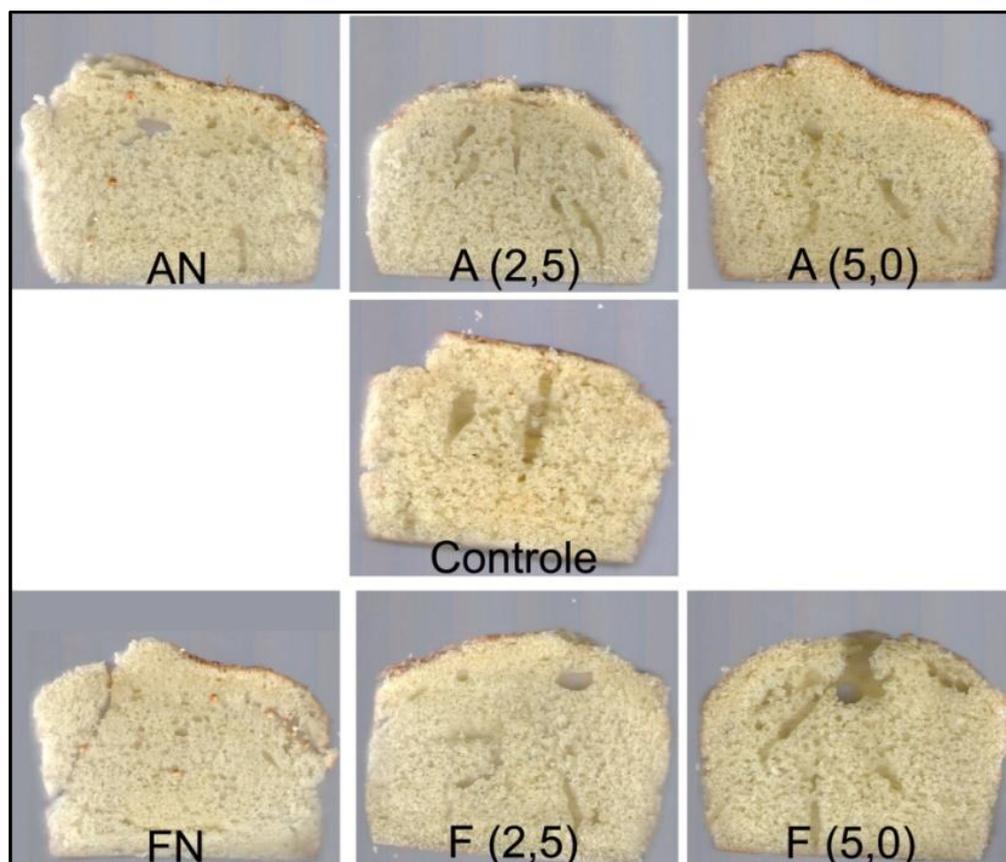


Figura 12. Fatias centrais dos bolos produzidos

*FN: Farinha nativa; FT (2,5): Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico; FT (5,0): Farinha modificada com 5 % de ácido láctico; AN: Amido nativo; AT (2,5): Amido modificado com 2,5 % de ácido láctico; AT (5,0): Amido modificado com 5 % de ácido láctico.

Tabela 11. Volume e densidade específica, e dimensões dos bolos com farinhas e amidos nativos e modificados

Bolo	Volume específico (cm ³ /g)	Densidade específica (g/cm ³)	Altura (cm)	
Farinha	FN	1,98 ^{bc} ± 0,01	0,50 ^{cd} ± 0,03	5,8
	FT (2,5)	1,91 ^{cd} ± 0,02	0,52 ^{bc} ± 0,01	5,6
	FT (5,0)	1,90 ^d ± 0,0	0,53 ^b ± 0,00	6,3
Amido	NA	1,79 ^e ± 0,02	0,56 ^a ± 0,01	5,7
	AT (2,5)	2,03 ^{ab} ± 0,02	0,49 ^{de} ± 0,00	6,5
	AT (5,0)	2,09 ^a ± 0,05	0,48 ^e ± 0,01	6,5
C	2,03 ^{ab} ± 0,03	0,49 ^{de} ± 0,01	6,3	

As médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente entre si, na coluna, ao nível de 5% de probabilidade.

*FN: Farinha nativa; FT (2,5): Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico; FT (5,0): Farinha modificada com 5 % de ácido láctico; AN: Amido nativo; AT (2,5): Amido modificado com 2,5 % de ácido láctico; AT (5,0): Amido modificado com 5 % de ácido láctico.

A amostra de bolo adicionado de gel de farinhas modificadas com 5% de ácido láctico apresentou valor de volume específico inferior à amostra com gel farinha nativa, enquanto que ambas as amostras de bolos adicionados de géis de amidos modificados apresentaram valores superiores ($p < 0,05$) à amostra com gel de amido nativo.

Quando se compara os bolos adicionados de géis de farinhas com os adicionados de amidos modificados, observa-se maior expansão dos bolos adicionados dos géis de amidos, que por sua vez equipara-se ao bolo controle ($p < 0,05$).

Assim, quando comparado o volume específico do bolo controle com os demais elaborados, pode-se observar que as amostras de amidos modificados e a amostra de farinha nativa obtiveram valores estatisticamente similares ($p < 0,05$). Isso indica que podem ser aplicadas em pré-misturas, substituindo até 50% da gordura, sem que haja prejuízo no volume específico.

No preparo dos bolos a formulação tradicional usou 20 g de margarina com 80% de lipídeos, representando 144 kcal; com a substituição de 50% da gordura por 10 g do gel com 10% de amido o valor calórico de 76 kcal. Promovendo uma redução calórica de 68 kcal.

A densidade específica, como já foi dito, é um parâmetro inversamente proporcional ao volume específico, assim aquelas amostras que obtiveram maior volume específico também foram as menos densas.

A largura do bolo é definida pela forma utilizada, então o parâmetro apreciado em bolos é a altura desenvolvida, seja por aspectos estéticos ou como um indicador grosseiro de crescimento. Verificou-se que os bolos adicionados de géis de amidos modificados foram os que apresentaram as maiores alturas (6,5 cm) quando comparados com as outras amostras, incluindo o bolo controle (6,3 cm).

Além das características acima citadas, também notou-se que, sensorialmente, os bolos elaborados com géis de amidos desenvolveram uma textura mais macia, quando comparados aos bolos elaborados com géis de farinhas.

6 Conclusão

No presente trabalho foi possível esterificar com ácido láctico a farinha e o amido nativo de pinhão, atingindo teores de lactilo de 0,14 a 1 %.

A esterificação com ácido láctico da farinha e do amido, em condições de alta temperatura provocaram em ambos, ligeiro aumento no teor de amilose, diminuição da viscosidade intrínseca e diminuição da viscosidade aparente, indicando hidrólise parcial do amido que poderia justificar o ligeiro aumento dos segmentos lineares, manifestando-se em um leve aumento do teor de amilose.

As dispersões dos amidos nativos ou modificados foram mais transparentes que as das farinhas nativas ou modificadas, sendo que o tratamento térmico diminuiu a transparência.

Nas dispersões (1 %) das amostras das farinhas e amidos lactilados quando comparadas com os seus pares nativos, observou-se menor variação (queda) da transmitância do 4 para 5^o/6^o dia sugerindo menor tendência a associação em condições de refrigeração.

A esterificação com ácido láctico da farinha e do amido de pinhão provocou um ligeiro aumento na capacidade de absorção de água nos produtos modificados.

Géis a 10 % de amido modificado foram capazes de substituir 50 % da gordura utilizada na elaboração de bolos sem prejudicar o volume específico e a textura macia.

7 Referências bibliográficas

ACORSI, Daniela M.; BEZERRA, José R. M. V.; BARÃO, Mariana Z.; RIGO, Maurício. Viabilidade do processamento de biscoitos com farinha de pinhão. **Ambiência**, Guarapuava, v. 5, n. 2, p. 207-212, mai/ago. 2009.

ADITIVOS E INGREDIENTES. Farinhas: de trigo, de outros cereais e de outras origens. Disponível em: <http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/98.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2013.

ALBRECHT, J. J.; NELSON, A. I.; STAINBERG, M. P.; Characteristics of corn starch and starch derivatives as affected by freeze storage and thawing. **Food and Technology**. v. 14, n. 1, p. 57-60, 1960.

ANDERSON, R.A. CONWAY, H. F.; PFEIFER, V.F; GRIFFIN, Jr. E.L. Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. **Cereal Science Today**. v. 14, n. 1, p. 11-12, 1969.

BELLO-PÉREZ, L. A.; GARCÍA-SUÁREZ, F.J.; MÉNDEZ-MONTEALVO, G.; NASCIMENTO, J. R. O.; LAJOLO, F. M.; CORDENUNSI, B. R. Isolation and characterization of starch from seeds of *Araucaria brasiliensis*: A novel starch for application in food industry. **Starch/Stärke**, v. 58, p. 283-291, 2006.

BEZERRA, José R. M. V.; GONZÁLES, Samantha L.; KOPF, Cristiane; RIGO, Maurício; BASTOS, Reinaldo G. Elaboração de pães com farinha de pinhão. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, [S.l.], v. 8, n. 1, jan/jun. 2006.

BICUDO, Simone C. W. Caracterização de amidos nativos de diferentes fontes botânicas através de técnicas termoanalíticas e teor de amilose. 2008. 116f. Dissertação (Mestrado em ciências e tecnologia de alimentos) - Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta grossa, 2008.

CAPELLA, Adriana C. de V. **Farinha de pinhão (*Araucaria angustifolia*): composição e estabilidade do gel**. 2008. 92 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

CEREDA, M. P (org). **Propriedades gerais do amido**. São Paulo, Fundação Cargill, 221 p. (Série: Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino-americanas), v. 1, 2002.

CORDENUNSI, B. R., et al. Chemical Composition and Glycemic Index Of Brazilian Pine Seeds (*Araucaria angustifolia*), **Journal Agriculture Food Chemistry**, California, v. 52, n.11, p. 3412 - 3416, 2004.

CONFORTI, Paula A.; LUPANO, Cecilia E. Starch characterisation of *Araucaria angustifolia* and *Araucaria araucana* seeds. **Starch/Stärke**, La Plata, v. 59, p. 284-289. 2007.

CONFORTI, Paula A.; LUPANO, Cecilia E. Comparative study of the starch digestibility of *Araucaria angustifolia* and *Araucaria araucana* seed flour. **Starch/Stärke**, La Plata, v. 60, p. 192-198. 2008.

CÔNSOLE, Francy M. Z. S. **Otimização das condições de hidrólise ácida do amido mandioca para obtenção de substituto de gordura: caracterização de hidrolisados e aplicação em bolos**. 1998. 171f. Tese (Doutorado em Tecnologia em Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. 1998.

CONTO, Leilane C. **Extração, caracterização e modificação por oxidação de amido de pinhão (*Araucaria Angustifolia*)**. 2009. 132 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009.

EMBRAPA FLORESTAS. **Cultivo da Araucária**. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Araucaria/CultivodaAraucaria_2ed/index.htm>. Acesso em: 05 jul. 2013.

FERNANDES et al. Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum Tuberosum Lineu*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, p.56-65, dez. 2008.

FRANCO, Célia M. L. et al. **Culturas de tuberosas amiláceas latino americanas: Propriedades gerais do amido**. v.1. Fundação Cargil, 2002.

FRANCO, Célia M. L. et al. **Culturas de tuberosas amiláceas latino americanas: Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas**. v.3. Fundação Cargil, 2003.

GAMA, Thaís M. M. T. B. **Estudo compatativo dos aspectos físico-químicos do pinhão nativo e do pinhão proveniente de processos de polinização controlada de *Araucaria angustifolia* e da influência do tratamento térmico**. 2006. 90 f.

Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

GRAIG, Stuart. A. S et al. **Starch Paste Clarity**. V. 66. n. 3 p 173-182. 1989.

HENRÍQUEZ, Carolina. et al. Characterization of piñon seed (*Araucaria araucana* (Mol) K. Koch) and the isolated starch from the seed. **Food Chemistry**, Santiago, v. 107, p. 592-601. 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (SÃO PAULO, SP). **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

ISO. Determination de la teneur en amylose. **ISO 6647** .International Organization for Standarization, 1987.

JERACHAIMONGKOL, Sudarat. et al. Modification of cassava starch by esterification and properties of cassava starch ester films. **Kasetsart Journal: Natural Science**. Bangkok, v. 40, n. 5, p. 148-151. 2006.

LIMA, Janice R.; NASSU, Renata T. Substitutos de gordura em alimentos: características e aplicações. **Química nova**, v. 19, n.12, 1996.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analitycal chemistry**, v.31, n.3, p.326-428, 1959.

MORIKAWA, K; NISHINARI, K. Effects of concentration dependence of retrogradation behaviour os dispersions for native and chemically modified potato starch. **Food Hydrocolloids**, v.14, p.395-401. 2000.

MUCILLO, Roberta C. S. T. **Caracterização e avaliação de amido nativo e modificado de pinhão mediante provas funcionais e térmicas**. 2009. 156 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

NABESHIMA, Elizabeth H. **Desenvolvimento de massas alimentícias instantâneas de arroz, pelo processo de extrusão termoplástica, utilizando farinhas quimicamente modificadas**. 2007. 183 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

PINHEIRO, Márcia V. S.; PENNA, Ana L. B. Substitutos de gordura: tipos e aplicações em produtos lácteos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.15, n.2, p.175-186, 2004.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química dos Alimentos**. São Paulo: Edgard Blucher, 2004.

OLIVERA, Florencia C. **Estudos tecnológicos e de engenharia para o armazenamento e processamento do pinhão**. 2008. 200 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

PINTO, Vânia Z. et al. Physicochemical, crystallinity, pasting and thermal properties of heat-moisture-treated pinhão starch. **Starch/Stärke**, Pelotas, v. 64, p. 855-863. 2012.

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

ROCHA, Thaís S.; DEMIATE, Ivo M.; FRANCO, Célia M. L. Características estruturais e físico-químicas de amidos de mandioca-salsa (*Arracacia xanthorrhiza*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 620-628, jul.-set. 2008.

SANGA, Edson A. **Obtenção de Amido de Milho Lactilado e Avaliação das Propriedades Funcionais dos Amidos Modificados**. 2013. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) – Faculdade de Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2013.

^aSERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. **Pinhão**. Disponível em: <<http://sbrt.ibict.br/acessoRT/10462>>. Acesso em: 05 jul. 2013.

SMITH, R.J. Characterization and analysis of starches. In: WHISTLER, R.L.; PASCHALL, E.F. **Starch: chemistry and technology**, vol. 2. Industrial aspects. New York: Academic Press, 1967. p.569-635.

SOLOMON, O. F.; CIUTA, I. Z. Determination de la viscosite intrinseque de solutions de polymeres par une simple determination de la viscosite. **Journal of applied polymer science**, v.6, p.683–686. 1962.

SPIER, F. **Efeito dos tratamentos alcalino, ácido e oxidativo nas propriedades de amido de milho**. 2010. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Agroindustrial) - Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

STHAL, J. A. et. al. Physicochemical properties of Pinhão (*Araucaria Angustifolia*) starch phosphates. **Lebensmittel- Wissenschaft & Technologie**, v. 40, p. 1026-1214.

THOMAS, David J.; ATWELL, William A. **Starches**. Disponível em: <<http://www.foodsource.org/ContIng/starches.asp>>. Acesso em: 05 jul. 2013.

ZAMBRANO, Francly; CAMARGO, Celina R. O.; TAVARES, Debora. Amido de mandioca modificado comparado com substitutos de gordura comerciais. **Brazilian Journal: Food and Technology**, Campinas, v. 4, p. 155-161. 2001.

ZOBEL H. F. Molecules to granules: A comprehensive starch review. **Starch/Stärke**, v. 40, p. 44-50.1988.

XIE, Xueju, S.; LIU Qiang. Development and Physicochemical Characterization of New Resistant Citrate Starch from Different Corn Starches. **Starch/Stärke**. v. 56, p. 364-370. 2004.

WHITE, R. L.; ABBAS, I. R.; JOHNSON , L. A. Freeze-thaw stability and refrigerated-storage retrogradation of starches. **Starch**, v. 41, p. 176-181. 1989.