



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Campus Campo Mourão



UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE TECNOLOGIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS
CAMPUS DE CAMPO MOURÃO

ANDRESSA FERRAZ DOS SANTOS

**MODIFICAÇÃO DA FARINHA DE ARROZ COM ÁCIDO
LÁTICO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CAMPO MOURÃO,
2014



ANDRESSA FERRAZ DOS SANTOS

MODIFICAÇÃO DA FARINHA DE ARROZ 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,
2014**



TERMO DE APROVAÇÃO

**MODIFICAÇÃO DA FARINHA DE ARROZ COM ÁCIDO
LÁTICO**

por

ANDRESSA FERRAZ DOS SANTOS

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 06 de Março de 2014, como parcial para obtenção do título de Tecnóloga em Alimentos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profº Dr. Manuel Plata

Odinei Hess Gonsalves

Lívia Baracht

AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida e por ter me proporcionado chegar a este feito, ter sido meu apoio nos momentos difíceis e minha meu grande amigo nas alegrias.

Agradeço aos meus pais Adenilson e Alice por terem me conduzido com amor e carinho por esta jornada e serem minha base como pessoa.

Agradeço aos queridos Andrea Ferraz, Fernando Scaraveli e Manuel Plata por terem contribuído significativamente para essa vitória. Segurando minha mão nos momentos incertos e por me ajudarem em todo esse trabalho.

Agradeço a minha querida Lele Ferraz por ter segurado as pontas nas horas extremas e ter sempre um abraço apertado à disposição.

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para alcançar este título, em especial ao meu amigo Marcos Vieira, vó Alice e tia Marcia, que fizeram parte de detalhes importantes durante esta etapa.

Muito obrigada a todos!

RESUMO

SANTOS, ANDRESSA F. Modificação da farinha de arroz com ácido láctico. 2014. 29 f. Trabalho de conclusão de curso – Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal Do Paraná (UTFPR). Campo Mourão, 2014.

A farinha de arroz é um subproduto do arroz processado com granulometria inferior ao padrão de grãos. Cerca de 88 % de sua composição é constituída por amido, que pode aumentar seu espectro de utilização quando modificado. Por isso o objetivo deste estudo foi aplicar 2,5% de ácido láctico em farinha de arroz e submetê-la a tratamento térmico para analisar seu comportamento físico-químico. Para o tratamento das amostras utilizou-se 2,5 % de solução aquosa de ácido láctico adicionado a farinha de arroz, homogeneizou-se a mistura, deixou-se em repouso, diminuiu-se a umidade para 4 %, após as 5 amostras foram submetidas a tratamento térmico (110 °C) nos tempos de 1 a 5 horas. Nas farinhas foram avaliados teor de lactilo, dextrose equivalente, poder de inchamento, solubilidade, viscosidade e claridade da pasta. Nos resultados de teor de lactilo não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras indicando que as amostras não foram esterificadas pelo ácido láctico quando submetidas ao tratamento térmico. Para dextrose equivalente as amostras de farinha de arroz acidificada com tratamento térmico de 1 a 5 horas apresentaram aumento gradativo da hidrólise causada pela temperatura. O poder de inchamento apresentou aumento no seu valor comparado as análises realizadas com 60 e 90 °C. A solubilidade apresentou aumento gradativo em seus valores conforme o aumento do tratamento térmico aplicado as farinhas de arroz. A viscosidade diminuiu, enquanto que a claridade aumentou devida a hidrólise causada pela combinação ácido e tratamento térmico.

Palavra chave: Arroz. Farinha de arroz. Amido modificado.

ABSTRACT

SANTOS , ANDRESSA F. Modification of rice flour with lactic acid . 2014. 29 f . Completion of course work - Food Technology , Federal Technological University of Paraná (UTFPR) . 2014.

Rice flour is a by-product of rice processed with size under the standard of grain particle size . About 88 % of its composition is starch, which can increase its spectrum of use as modified . Therefore the aim of this study was to apply 2.5 % lactic acid in rice flour and subjecting it to heat treatment to examine its physicochemical behavior . For treatment of the samples it was used 2.5 % aqueous lactic acid solution added to the rice flour, the mixture is homogenized , allowed to rest , the moisture is decreased to 4% , after 5 samples were heat treated (110 ° C) in a time from 1 to 5 hours. Lactyl content , dextrose equivalent , swelling power , solubility , viscosity and clarity of the mass in the. In the results of lactyl content there was no significant difference ($p < 0.05$) among samples indicating that the samples were not esterified by lactic acid when subjected to heat treatment. To dextrose equivalent samples of acidified rice flour with heat treatment of 1 to 5 hours showed a gradual increase of hydrolysis caused by temperature. The swelling power showed an increase in value compared with the analysis carried out 60 and 90 °C. The solubility showed a gradual increase in its values as the increase of heat treatment applied to the rice flour . The viscosity decreases while clarity increases due to hydrolysis caused by acid and treatment combination .

Keyword: Rice. Rice flour. Modified starch.

LISTA DE TABELA

TABELA 1 - Teor de Lactilo aparente das amostras de farinha de arroz nativa e modificada	20
TABELA 2 - Dextrose equivalente da farinha de arroz nativa e modificada .	21
TABELA 3 - Poder de inchamento da farinha de arroz nativa e modificada.	22
TABELA 4 - Solubilidade da farinha de arroz nativa e modificada	24
TABELA 5 - Viscosidade farinha de arroz nativa e modificada	25
TABELA 6 - Claridade da pasta da farinha de arroz nativa e modificada.....	26

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	9
2.	OBJETIVOS.....	10
2.1.	Objetivo geral	10
2.2.	Objetivos específicos	10
3.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1.	Farinha de arroz	11
3.2.	Origem da farinha	11
3.3.	Composição da farinha de arroz.....	11
3.4.	Farinha de arroz modificada	12
3.5.	Tratamentos químicos	12
3.5.1.	Intercruzamento	12
3.5.2.	Acetilação	13
3.5.3.	Fosfatação	13
3.6.	Farinhas e amidos modificados com ácido láctico.....	13
4.	METODOLOGIA	15
4.1.	MATERIAL.....	15
4.2.	Tratamento da farinha de arroz com ácido láctico	15
4.3.	Determinação do percentual de lactilo	16
4.4.	Quantificações de dextrose equivalente	16
4.5.	Determinação do poder de inchamento e da solubilidade.....	18
4.6.	Determinações da viscosidade aparente	18
4.7.	Determinações da claridade de pasta (transmitância)	19
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	20
5.1.	Determinação do percentual de lactilo	20
5.2.	Dextrose equivalente.....	21
5.3.	Poder de inchamento	22
5.4.	Determinação de solubilidade	23
5.5.	Viscosidade.....	25
5.6.	Determinações da claridade de pasta (transmitância)	26
6.	CONCLUSÃO	28
7.	REFERÊNCIAS	29

1. INTRODUÇÃO

A farinha de arroz é um produto versátil, pois tem gosto suave, apresenta propriedades hipoalergênicas, baixos níveis de sódio e carboidratos de fácil digestão e por isso é uma das mais indicadas para produzir produtos sem glúten (SIVARAMAKRISHNAN et al., 2004) e no preparo de alguns alimentos como: sopas, alimentos infantis instantâneos, cereais matinais, macarrão, pão, produtos cárneos, sobremesas, entre outros (FONSECA et al., 1982).

De acordo com Zavarese (2009) a farinha de arroz com alto teor de amilose possui 87,15% de amido em sua composição.

As indústrias de alimentos estão interessadas na identificação e no desenvolvimento de espécies que produzam amidos nativos com características físico-químicas especiais. O amido pode entre outras funções, servir para facilitar o processamento, fornecer textura, servir como espessante, fornecer sólidos em suspensão e proteger os alimentos durante o processamento. O amido de arroz é utilizado como ingrediente em vários alimentos e produtos industriais, tais como, sobremesas, produtos de panificação e substituto de gorduras (PUCHONGKAVARIN et al., 2005).

Por isso o objetivo deste estudo foi aplicar 2,5% de ácido láctico em farinha de arroz e submetê-la a tratamento térmico para analisar seu comportamento físico.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

O objetivo do trabalho foi modificar a farinha de arroz pela combinação de ácido láctico e de tratamento térmico com a finalidade de avaliar suas características físico-químicas.

2.2. Objetivos específicos

Realizar nas farinhas nativas e modificadas de arroz as seguintes caracterizações físico-químicas:

- Determinação do percentual de lactilo;
- Quantificações de dextrose equivalente;
- Determinação do poder de inchamento e da solubilidade;
- Determinações da viscosidade aparente;
- Determinação da claridade da pasta.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Farinha de arroz

3.2. Origem da farinha

Durante as etapas do processamento do arroz são gerados grãos quebrados. Destes, apenas 10% podem ser adicionados ao produto final. O restante será utilizado como matéria-prima para outras finalidades, como a produção de farinha de arroz (DORS, 2006).

3.3. Composição da farinha de arroz

As farinhas de arroz vêm sendo utilizadas para preencher necessidade particular da indústria ou do consumidor, tais como alimentos infantis, produtos cárneos, formulação de panquecas e *waffles*, cereais matinais, massa e farinha para empanados ou como parte da formulação de pães, massas de pizza e *mufins*, além de ser muito utilizado nas formulações de produtos alimentícios para portadores da doença celíaca (DEOBALD, 1972; BEAN & NISHITA, 1985).

Segundo Castro *et al.*, (1999) o principal componente da farinha de arroz é o amido, constituindo cerca de 77,4% para o arroz integral, e 80,4% para o arroz polido. De acordo com Lundubwong (2000), o amido de arroz está ligado às proteínas, ocorrendo na forma de corpos protéicos I e II, ou seja, CP I e CP II. O CP I é uma prolamina que corresponde a 20% do total das proteínas, enquanto que a CP II é uma glutelina que responde por 60% do total das proteínas. Ambas as proteínas são hidrofóbicas e resistentes ao intumescimento em água, a pH neutro.

O amido de arroz não possui um volume de produção expressiva, no entanto, suas características especiais deveriam ser mais bem exploradas. O pequeno tamanho dos grânulos confere uma textura extremamente suave com o cozimento e sabor brando; não é um produto alergênico, podendo ser consumido

por portadores de doença celíaca como substituto do trigo na elaboração de produtos sem glúten (POLANCO et al., 1995; NABESHIMA, 2004).

3.4. Farinha de arroz modificada

A modificação do amido nativo tem se tornado um importante fator no crescimento do mercado de produtos amiláceos, conferindo propriedades tecnológicas, tais como capacidade de espessamento, de ligação, formação de gel e textura. Isso porque os amidos não modificados têm uso limitado na indústria de alimentos, pois intumescem com relativa facilidade e rompem com a mínima injúria, produzindo uma estrutura fraca, pasta coesiva ou géis indesejáveis (FOCUS..., 1993).

As modificações podem ser promovidas por processos físicos, químicos, genéticos e/ou enzimáticos, dependendo das necessidades específicas (LIGHT, 1990).

3.5. Tratamentos químicos

3.5.1. Intercruzamento

Segundo Wurzburg (1986), as condições de reação usadas para produção de amidos com ligação cruzada variam amplamente, dependendo dos reagentes específicos, bi ou polifuncionais. Em geral, muitas das reações são realizadas em suspensões aquosas de amido variando da temperatura ambiente a aproximadamente 50°C. Frequentemente, um álcali, tal como o hidróxido de sódio é usado para promover a reação. As reações são normalmente realizadas sob condições neutras a levemente alcalinas, mas abaixo do nível em que poderá intumescer o amido. Se a reação é conduzida em suspensão aquosa do amido, quando o desejado nível de ligação cruzada (usualmente mensurada através de alguns tipos de testes reológicos ou de viscosidade) é atingido, a suspensão é neutralizada e o amido é filtrado e lavado para remover sais.

3.5.2. Acetilação

Os amidos acetilados, além de sua composição normal contêm grupos acetil ligados a moléculas de amido através de ligação covalente. A introdução desses grupos substituintes diminui marcadamente a temperatura de gelatinização, enquanto que o intumescimento e a solubilidade aumentam. As propriedades deste tipo de amido variam de acordo com o grau de substituição (RUTENBERG & SOLAREK, 1984).

3.5.3. Fosfatação

O ácido fosfórico pode reagir com o amido formando dois grupos de compostos: o amido mono-éster-fosfato ou o amido di-éster-fosfato (CEREDA, 1983). Os amidos fosfatados apresentam pasta mais branca, maior pico de viscosidade, grande resistência à retrogradação e estabilidade a ciclos alternados de congelamento e descongelamento, podendo ainda serem empregados como agentes emulsificantes, devido a sua polaridade característica (STAHL et al., 2007).

3.6. Farinhas e amidos modificados com ácido láctico

A reação de esterificação (figura 1) 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. Assim a modificação da farinha é realizada considerando somente o seu componente majoritário, o amido (RIBEIRO, 2004).

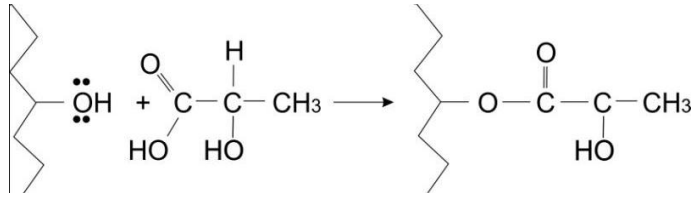


Figura 1 - Reação de esterificação do amido com ácido láctico.

Fonte: Anjos (2013).

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 amino/ácido e este é hidrolizado, 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 (ANJOS, 2013).

4. METODOLOGIA

4.1. MATERIAL

Para este estudo foi utilizada farinha de arroz da marca Urbano adquirida de um mercado local da cidade de Campo Mourão. De acordo com o fabricante a composição de macronutrientes para a farinha de arroz é de 4,1 g de proteína; 39 g de carboidrato e 0,7 g de lipídios em cada 80 g de farinha.

4.2. Tratamento da farinha de arroz com ácido láctico

Para a realização do tratamento da farinha de arroz foram modificados de acordo com a metodologia proposta por Xie e Liu (2004) com algumas adaptações. Pesaram-se 4,4 Kg de farinha (base seca) e a seguir foi acrescentando aos poucos solução aquosa (2,72 L) contendo 110 g de ácido láctico. A mistura foi deixada em repouso por 4 horas para distribuição homogênea do ácido láctico na farinha de arroz.

A pasta foi espalhada em 6 formas de alumínio (120 cm por 60 cm) e levada para secar no estufa com circulação de ar, a temperatura de 60°C até atingir umidade aproximadamente de 4%. Separou-se uma amostra que não foi submetida ao tratamento térmico, as demais amostras foram levadas ao forno com circulação forçada de ar a temperatura de 110 °C por diferentes tempos, obtendo-se assim as seguintes farinhas:

- A. Modificada com ácido láctico sem tratamento térmico (FA);
- B. Modificada com ácido láctico com tratamento térmico de 1h (FAT1);
- C. Modificada com ácido láctico com tratamento térmico de 2h (FAT2);
- D. Modificada com ácido láctico com tratamento térmico de 3h (FAT3);
- E. Modificada com ácido láctico com tratamento térmico de 4h (FAT4);
- F. Modificada com ácido láctico com tratamento térmico de 5h (FAT5).

Após a modificação, as farinhas tratadas termicamente foram lavadas com solução etanólica 60% e filtrada com papel filtro de coar café. Então as amostras foram levadas a estufa com circulação forçada de ar (50°C) por 4 horas.

4.3. Determinação do percentual de lactilo

A determinação do grau de esterificação (formação de lactilo) foi realizada segundo o método Smith (1967), onde pesou-se aproximadamente 1,0 g de farinha de arroz, em erlenmeyer de 250 ml e adicionou-se 50 mL de água destilada, titulando potenciométricamente com NaOH 0,1N até pH 8,3 (ou até viragem do indicador fenolftaleína). Em seguida, adicionou-se 10 mL de NaOH 0,635 N, previamente padronizado.

Após as amostras foram levadas ao microondas e aquecidas por dez ciclos de um minuto com um minuto de intervalo entre o ciclos, no final do aquecimento as amostras foram resfriadas e lavadas as paredes do erlenmeyer com água destilada, e titulada o excesso de NaOH potenciométricamente, com solução de HCl padronizada a 0,349 N até pH 8,3 (ou viragem de cor do indicador fenolftaleína). As análises foram realizadas em triplicata.

Para o cálculo do teor de lactilo formado, utilizou-se a seguinte equação:

$$\text{Teor de lactilo\%} = \frac{[(V_{\text{NaOH}} \times C_{\text{NaOH}}) - (V_{\text{HCl}} \times C_{\text{HCl}})] \times 0,073 \times 100}{m} \quad (\text{eq 1})$$

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)

m = massa em gramas de amostra

0,073 = massa miliequivalente do lactilo

4.4. Quantificações de dextrose equivalente

Para a quantificação de Dextrose Equivalente (DE) utilizou-se a metodologia descrita por Whelan (1964), inicialmente, as amostras de amido foram gelatinizadas. Para tal, 2,5 g de farinha de arroz (base seca) foram depositadas em béquer de 100

mL e a seguir foram adicionados 60 mL de água destilada. Após homogeneização as amostras foram levadas ao forno microondas e aquecidas na potencia máxima por 10 ciclos de 30 segundos aquecimento/ 30 segundos de não aquecimento. A seguir as dispersões foram resfriadas em água fria e transferidas quantitativamente para balões volumétricos de 100 mL, sendo o volume completado com água destilada.

Em tubos de ensaio foram depositados alíquotas de 1 mL da dispersão de amido, 1 mL de reagente DNS (ácido 3,5-dinitro salicílico) e 4 mL de água destilada. Imediatamente os tubos foram tampados e levados ao banho em ebulição por 5 minutos e deixado esfriar até temperatura ambiente, sendo que as análises foram realizadas em triplicata.

Para determinar a DE inicialmente ajustou 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 absorbância utilizou-se 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.

Para determinação da DE inicialmente se realizou uma curva padrão de glicose a partir da qual se deduziu a equação abaixo que relaciona a absorbância com a concentração de glicose (mg/mL):

$$\text{mg glucose / mL} = (\text{Abs} + 0,0237) / 0,7353 \quad (\text{eq 2})$$

Para calcular o DE da amostra contida no balão se considerou a massa da amostra e o volume final obtendo-se a seguinte equação:

$$\text{DE} = [(\text{Abs} + 0,0237) / 0,7353] \times (V / m) \times 0,1 \quad (\text{eq 3})$$

Onde:

Abs = leitura do espectrofotômetro a 540 nm

V = volume do balão volumétrico (mL), neste caso 100 mL

m = massa (g) da amostra em base seca

4.5. Determinação do poder de inchamento e da solubilidade

O poder de inchamento e a solubilidade dos amidos foram determinados nas temperaturas de 60 e 90 °C, conforme método descrito por Anderson et al. (1969), com algumas modificações. A determinação envolve a suspensão de 1 g de amido em 10 mL de água aquecida em um banho de água nas temperaturas acima citadas. Após 30 min de aquecimento, os tubos foram centrifugados a 1000 rpm por 10 min. O sobrenadante foi coletado e seco em estufa a 105 °C até massa constante para a quantificação da fração solúvel. Os tubos, previamente tarados, contendo os grânulos de amido intumescidos foram pesados para determinar o poder de inchamento (eq 4). A solubilidade (eq 5) foi calculada pela relação da massa solúvel e a massa inicial de amido, expressa em porcentagem, enquanto o poder de inchamento foi obtido pela relação da massa final intumescida pela massa inicial de amido, sendo feita análise em triplicata de cada amostra.

$$\text{PI} = \text{Massa do resíduo da centrifugação (g)} / \text{Massa da amostra} \quad (\text{eq 4})$$

$$\% \text{ ISA} = \text{Massa do resíduo da evaporação (g)} \times 100 / \text{Massa da amostra (g)} \quad (\text{eq 5})$$

4.6. Determinações da viscosidade aparente

As amostras para avaliação da viscosidade foram preparadas em copo inox de 200 mL, devidamente pesado, onde se adicionou-se 20 g de farinha de arroz esterificada (base seca) e completando-se o peso da dispersão para 120 gramas com água destilada. Após aquecimento da dispersão em banho de água a 95°C por 30 minutos, o gel foi pesado e realizada a reposição da água evaporada com água quente (70°C) até completar a massa de 120 g de gel, correspondendo à concentração de 16,66% (m/m) de sólidos.

Após o resfriamento a temperatura de 25°C realizou-se a leitura da viscosidade através do aparelho viscosímetro marca Brookfield modelo RVT, na

velocidade de 20 rpm usando as agulhas nº 4 ou 6. As leituras foram realizadas com intervalos de 24 horas e o de viscosidade aparente foi calculada utilizando a tabela de correção em função da velocidade e da agulha utilizada. Sendo feita em triplica as análises de cada amostra.

4.7. Determinações da claridade de pasta (transmitância)

A avaliação desta característica foi realizada através do método de Morikawa e Nishinari (2000), que determina o percentual de transmitância (T%) de uma solução de amido (1g/100 mL¹, pH 6,5) a 650 nm após aquecimento a 95 °C por 30 minutos e posterior resfriamento por 1 hora a 25°C. Sendo realizada em triplicata as análises de cada amostra.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Determinação do percentual de lactilo

Na Tabela 1 são apresentados os valores obtidos para a análise de teor de lactilo em base seca.

Tabela 1. Teor de lactilo aparente das amostras de farinha de arroz nativa e modificada

AMOSTRA	LACTILO APARENTE (%)
FN	5,38 ^a ±0,14
FA	5,22 ^a ±0,22
FAT1	5,07 ^a ±0,13
FAT2	5,15 ^a ±0,11
FAT3	5,22 ^a ±0,25
FAT4	4,99 ^a ±0,18
FAT5	5,24 ^a ±0,06

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

*FN: Farinha nativa; FA: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico; FAT1: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 1 hora; FAT2: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 2 horas; FAT3: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 3 horas; FAT4: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 4 horas; FAT5: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 5 horas.

A farinha de arroz nativa não é um produto esterificado e o consumo de hidróxido de sódio durante a o aquecimento por microondas representa a quantidade da base que reagiu com substâncias de características ácidas entre elas as proteínas. Para as amostras submetidas ao tratamento térmico na presença de ácido láctico, o teor de lactilo aparente é a somatória do consumo das proteínas e da provável esterificação pelo ácido láctico.

Na Tabela 1 estão apresentados os teores de lactilo aparente da farinha nativa e das amostras submetidas ao tratamento térmico, observando-se não haver diferença significativa ($p > 0,05$) entre as mesmas, resultado este que indica que as amostras não foram esterificadas pelo ácido láctico quando submetidas ao tratamento térmico.

Os resultados apresentados nesta pesquisa não corroboram dos resultados obtidos por Anjos (2013). Segundo esse estudo a farinha e o amido de pinhão acidificados com 2,5% e 5,0% de ácido láctico e submetido a tratamento térmico de 110 °C por 2h obteve percentual real de lactilo de 0,14 e 0,89% para a farinha e de 1 e 0,92% para o amido.

Sanga (2013) descreve em seu estudo sobre amido de milho esterificado com 2,5% de ácido láctico com tratamento térmico de 0,5 a 7 horas um aumento de 0,94 a 3,85% de formação de lactilo.

5.2. Dextrose equivalente

Na Tabela 2 são apresentados os valores obtidos da análise de dextrose equivalente em base seca.

Tabela 2: Dextrose equivalente da farinha de arroz nativa e modificada

AMOSTRA	DEXTROSE EQUIVALENTE (%)
FN	2,51 ^a ±0,12
FA	1,72 ^d ±0,05
FAT1	0,75 ^g ±0,03
FAT2	1,13 ^f ±0,05
FAT3	1,51 ^e ±0,07
FAT4	2,07 ^c ±0,09
FAT5	2,29 ^b ±0,02

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

*FN: Farinha nativa; FA: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico; FAT1: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 1 hora; FAT2: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 2 horas; FAT3: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 3 horas; FAT4: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 4 horas; FAT5: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 5 horas.

De acordo com a Tabela 2 a farinha nativa apresentou o maior valor de DE e a farinha modificada com ácido láctico não tratada termicamente apresentou teor de DE superior a de duas amostras submetidas ao tratamento térmico. Como essas duas amostras não foram lavadas com a solução etanólica à 60 % (v/v) os valores

de DE dessas duas amostras provavelmente estão relacionados a presença natural nessas amostras de substâncias redutoras não decorrente da hidrólise do tratamento térmico na presença de ácido láctico.

Nas amostras tratadas com ácido láctico e submetidas ao tratamento térmico por tempo de 1 a 5 horas, observou-se um aumento gradativo dos valores de DE de 0,75 a 2,29 que se diferenciaram entre si ($p < 0,05$). Estas amostras antes da análise foram submetidas a lavagem com solução etanólica para a retirada do ácido láctico que não reagiu e também para remover substâncias redutoras (proteínas e açúcares) solúveis e poder avaliar a hidrólise do tratamento térmico no componente amido das farinhas. O aumento do valor de DE pelo tratamento térmico indica que o amido da farinha sofreu uma leve hidrólise similar a obtida na dextrinização (131 °C por 7 horas) do amido de mandioca com ácido clorídrico (0,05 %) que atingiu um valor de DE de 1,1 % (Lenchin et al., 1985).

Em tratamento semelhante ao realizado no presente estudo Anjos (2013) determinou valor de DE igual a 0,26 % para a farinha de pinhão modificada com 2,5% de ácido láctico e aquecida a 110 °C por 2 horas.

Sanga (2013) encontrou valores de 1,13 a 1,88 de DE para amido de milho modificado com ácido láctico e submetido a tratamento térmico de 150 °C de 0,5 e 7 horas.

5.3. Poder de inchamento

Na Tabela 3 são apresentados os valores obtidos para a análise de Poder de inchamento em base seca da farinha de arroz para os tratamentos térmicos de 60°C e 90°C.

TABELA 3: Poder de inchamento da farinha de arroz nativa e modificada

AMOSTRA	PI 60°C	PI 90° C
FN	4,93 ^b B ± 0,11	8,96 ^a A ± 0,22
FA	5,14 ^{ab} B ± 0,06	5,83 ^e A ± 0,21
FAT1	5,31 ^a B ± 0,06	6,84 ^d A ± 0,25
FAT2	5,25 ^{ab} B ± 0,05	7,59 ^c A ± 0,20
FAT3	5,17 ^{ab} B ± 0,13	8,01 ^{bc} A ± 0,16
FAT4	5,21 ^{ab} B ± 0,09	8,45 ^{ab} A ± 0,27
FAT5	4,97 ^b B ± 0,24	8,65 ^{ab} A ± 0,39

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

probabilidade.

*FN: Farinha nativa; FA: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico; FAT1: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 1 hora; FAT2: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 2 horas; FAT3: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 3 horas; FAT4: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 4 horas; FAT5: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 5 horas.

De acordo com a Tabela 3 o PI a 60 °C variou de 4,93 a 5,31 %. Os valores de PI das amostras FN (4,93 %) e FAT5 (4,97 %) foram similares entre si e se diferenciaram ($p < 0,05$) unicamente da amostra FAT1 (5,31 %).

Com o aumento da temperatura para 90 °C observou-se incrementos nos valores de PI das amostras das farinhas situando-se no intervalo de 5,83 a 8,96 %. As farinhas tratadas por tempos de 4 e 5 horas apresentaram poder de inchamento similar a da farinha nativa, enquanto que a farinha não tratada e as tratadas termicamente por 1, 2 e 3 horas mostraram redução do valor do poder de inchamento. Essa redução pode estar associada ao fortalecimento do grânulo de amido (TESTER et al., 1998; WADUGE et al., 2006). Redução nos valores de PI a temperatura de 90°C tem sido observada por Lorlowhakarn e Naivikul (2006) em farinha de arroz submetida a tratamento térmico e baixa umidade (HMT), reduzindo o PI (13,1 %) da farinha nativa a para 8,9 - 9,9 % após o tratamento a temperaturas de 110 - 120 °C/1 - 5 horas e umidade de 25 %.

5.4. Determinação de solubilidade

Na tabela 4 estão apresentados os resultados de solubilidade da farinha de arroz para os tratamentos térmicos de 60°C e 90°C.

Tabela 4: Solubilidade da farinha de arroz nativa e modificada

AMOSTRA	SOLUBILIDADE 60°C (%)	SOLUBILIDADE 90° C (%)
FN	1,50 ^{eB} ±0,17	4,32 ^{eA} ±0,14
FA	4,33 ^{dA} ±0,33	4,07 ^{eA} ±0,12
FAT1	5,11 ^{dB} ±0,11	7,72 ^{dA} ±0,19
FAT2	6,80 ^{cB} ±0,19	12,43 ^{cA} ±0,19
FAT3	7,72 ^{bB} ±0,34	14,10 ^{bA} ±0,51
FAT4	8,82 ^{aB} ±0,5	13,99 ^{bA} ±0,33
FAT5	8,82 ^{aB} ±0,16	16,10 ^{aA} ±0,38

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

*FN: Farinha nativa; FA: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico; FAT1: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 1 hora; FAT2: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 2 horas; FAT3: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 3 horas; FAT4: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 4 horas; FAT5: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 5 horas.

Observando a Tabela 4, os resultados da solubilidade a 60 °C observou-se uma tendência de aumento da solubilidade com o aumento do tempo do tratamento térmico, sendo de 4,33 % para 0 hora de tratamento térmico e estabilizando-se no valor de 8,82% a partir de 4 horas de tratamento térmico (FAT4), não diferenciando-se ($p>0,05$) da amostra FAT5.

A temperatura de 90 °C também observa-se uma tendência de aumento da solubilidade com a drásticidade do tratamento térmico de 7,72 % (FAT1) a 16,10 % (FAT5), registrando-se valores similares para FAT3 (14,10 %) e FAT4 (13,99 %). Sendo que todas as amostras para 90 °C apresentaram maiores valores de solubilidade em comparação a respectiva análise realizada a 60 °C, no entanto, observa-se que a partir da 2ª hora do tratamento térmico a solubilidade a 90 °C praticamente dobrou em relação a de 60 °C.

O aumento da solubilidade nas temperaturas 60 e 90 °C das amostras submetidas ao tratamento térmico possivelmente seja decorrente da lixiviação de moléculas menores do interior do grânulo de amido para a solução, essas moléculas podem ser fragmentos decorrente da hidrólise do amido quando submetidos a um tratamento em meio ácido, baixa umidade e alta temperatura, esse processo é chamado de dextrinização (WURZBURG, 2006).

Lorlowhakarn e Naivikul (2006) para farinha de arroz submetidas a tratamento térmico de baixa umidade (110 – 120 °C/1 – 5 horas) obtiveram valores

de solubilidade nas temperaturas de 60 °C e 90 °C, respectivamente de 0,6 a 0,9 % e 4,2 a 5,2%, resultados esses inferiores aos apresentados na Tabela 4.

5.5. Viscosidade

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados da viscosidade da farinha de arroz.

Tabela 5: Viscosidade aparente da farinha de arroz nativa e modificada

AMOSTRA	VISCOSIDADE TEMPO 0 (mPa.s)	VISCOSIDADE 24 H (mPa.s)
FN	187,50 ^{aA} ± 12,50	195,83 ^{aA} ± 7,22
FA	137,50 ^{bB} ± 12,50	187,5 ^{aA} ± 12,50
FAT1	133,33 ^{bcB} ± 19,09	179,17 ^{aA} ± 7,22
FAT2	95,83 ^{cdA} ± 7,22	91,67 ^{bA} ± 14,43
FAT3	79,17 ^{dA} ± 14,43	91,67 ^{bA} ± 14,43
FAT4	79,17 ^{dA} ± 19,09	91,67 ^{bA} ± 14,43
FAT5	58,33 ^{dB} ± 7,22	91,67 ^{bA} ± 14,43

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

*FN: Farinha nativa; FA: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico; FAT1: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 1 hora; FAT2: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 2 horas; FAT3: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 3 horas; FAT4: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 4 horas; FAT5: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 5 horas.

Na Tabela 5 observa-se tendência a diminuição da viscosidade da FN (187,50 mPa.s) para o valor (58,33 mPa.s) da FAT5, indicando hidrólise do amido pelo tratamento térmico acompanhando a mesma tendência do parâmetro dextrose equivalente que observou-se um aumento contínuo de 1 até 5 horas de aquecimento. A determinação da viscosidade aparente dos géis após 24 horas de repouso teve a finalidade de avaliar a tendência à retrogradação, pois amidos hidrolisados por ácidos apresentam suscetibilidade a retrogradar (MORRISON et al., 1993). A viscosidade de dos géis das amostras FA, FAT1, FAT5 após 24 horas apresentaram aumento significativo ($p < 0,05$) em relação à viscosidade tempo zero sugerindo a retrogradação do amido da farinha.

5.6. Determinações da claridade de pasta (transmitância)

Na tabela 6 estão apresentados os resultados da análise de claridade da pasta da farinha de arroz.

Tabela 6: Claridade da pasta da farinha de arroz nativa e modificada

AMOSTRA	CLARIDADE DA PASTA
FN	3,66 ^c ± 0,11
FA	3,53 ^c ± 0,06
FAT1	3,53 ^c ± 0,15
FAT2	3,83 ^{bc} ± 0,06
FAT3	4,03 ^b ± 0,17
FAT4	4,50 ^a ± 0,05
FAT5	4,60 ^a ± 0,1

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

*FN: Farinha nativa; FA: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico; FAT1: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 1 hora; FAT2: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 2 horas; FAT3: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 3 horas; FAT4: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 4 horas; FAT5: Farinha modificada com 2,5 % de ácido láctico com tratamento térmico de 5 horas.

A claridade da pasta indica a característica intrínseca da farinha ser clara, devido a presença ou não de pigmentos, o efeito do tratamento no tamanho das macromoléculas e na tendência a retrogradação.

Os géis das farinhas de arroz tratadas térmicamente mostraram um ligeiro aumento da claridade em relação a farinha nativa (3,66) a partir da terceira hora do tratamento térmico, porém as amostras FAT4 (4,5) e FAT5 (4,6) não se diferenciaram estatisticamente ($p < 0,05$). Esse ligeiro aumento pode estar associado com a maior solubilidade, menor viscosidade e aumento dos valores de dextrose equivalente, todos decorrentes da hidrólise do amido ocasionada pelo tratamento térmico.

Apesar do ganho na transparência esses valores não são comparáveis aos percentuais de transmitância dos amidos de mandioca (73 %), batata (96 %), trigo (62 %), milho ceroso (61 %) e milho regular (41 %) (CRAIG et al., 1989).

Anjos (2013) observou transmitância para farinha de pinhão tratada (110 °C/2h) com 2,5 % ácido láctico de 6,95 % e 4,80 para farinha trata da com 5,0 % de ácido láctico.

6. CONCLUSÃO

O tratamento térmico, 110°C por tempos de 1 a 5 horas, da farinha de arroz não foi eficaz em realizar a esterificação das amostras.

A determinação de dextrose equivalente demonstrou hidrólise, pela combinação ácida com tratamento térmico, nas cadeias de carboidrato, conforme o aumento do tempo de aquecimento maior foi o valor para dextrose equivalente.

O poder de inchamento e solubilidade apresentaram aumento de seus valores quando analisados por temperaturas de 60 e 90 °C.

A viscosidade das amostra foi decrescendo de acordo com o aumento da temperatura, isso possivelmente ocorre pela hidrólise das cadeias de amido.

A transmitância das amostras foi aumentando com o tratamento térmico, ou seja, quanto maior o tempo de tratamento térmico da amostra, maior foi a claridade da pasta, por ter sua opacidade diminuída.

A partir destes resultados pode-se desenvolver em futuros trabalhos a aplicação da farinha de arroz em alimentos empanados.

7. REFERÊNCIAS

- 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.
- ANJOS, G. R. **Obtenção e caracterização de farinha de amido de pinhão native e esterificado com ácido láctico**. 2013. 54f. Trabalho de Conclusão de Curso – Tecnologia em Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Campo Mourão, 2013.
- CASTRO, E.M.; VIEIRA, N.R.A.; RABELO, R.R.; SILVA, S.A. **Qualidade de grãos em arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 30 p
- CEREDA, M. P. (1983). **Determinação de viscosidade da fécula fermentada de mandioca (polvilho azedo)**. Boletim da Sociedade de Ciência e Tecnologia de Alimentos. 17, 15-24.
- CRAIG, S. A. S.; MANINGAT, C. C.; SEIB, P. A., HOSENEY, R. C. Starch paste clarity. **Cereal Chem**. Vol. 66(3):173-182, 1989.
- DEOBALD, H. J. Rice flours. Ch.10. In: Rice: Chemistry and Technology. **American Association of Cereal Chemists**, D.F. HOUSTON (ed), v.4, p.264-269, Saint Paul, 1972.
- DORS, G. C; CASTIGLIONI, G. L.; RUIZ, W. A. **Utilização da farinha de arroz na elaboração de sobremesa**. Vetor, Rio Grande, 16(1/2): 63-67, 2006.
- FOCUS on... modified starches. **Food Ingredients**, n.1/2, p.60-63, 1993.
- FONSECA, H. et al. **Arroz: produção, pré-processamento e transformação agroindustrial**. São Paulo: Coordenadoria da Indústria e Comércio, 1982.
- JERACHAIMONGKOL, S. 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.
- LENCHIN, J. M. G.; TRUBIANO, P. C. S.; HOFFMAN, S. P.; Converted starches for use as a fat-or oil-replacement in foodstuffs. USA n. PN. 4510166, 9 april, 1985.

LIGHT, J. M. Modified food starches: why, what, where and how. **Cereal Foods World**, v.35, n.11, p.1081-1092, 1990.

LORLOWHAKARN, K.; NAIVIKUL, O. Modification of rice flour by heat moisture treatment (HTM) to produce rice noodles. **Kasetsart J. (Nat. Sci)** 40 (Suppl.): 135 – 143 (2006).

LUNDUBWONG, N.; SEIB, P. A. Rice isolation by alkaline protease digestion of wet-milled rice flour. **Journal of Cereal Science**, v.31, p.63-74, 2000.

MORIKAWA, K.; NISHINARI, K. **Effects of concentration dependence of retrogradation behavior of dispersions for native and chemically modified potato starch**. *Food Hydrocolloids*, 14, 395 – 401. 2000.

MORRISON, W. R., TESTER, R. F., GIDLEY, M. J.; KARKALAS, J. (1993). Resistance to acid hydrolysis of lipid-complexed amylase and lipid-free amylase in lintnerized waxy, and non-waxy barley starches. **Carbohydrate Research**, 245, 289-302.

NABESHIMA, H. A.; EL-DASH, A. Modificação química da farinha de arroz como alternativa para o aproveitamento dos subprodutos do beneficiamento do arroz. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 107-120, 2004.

POLANCO, I.; MOLINA, M.; PIETRO, G.; CARRACO, S.; LAMA, R. Dieta y enfermedad celíaca. **Alimentaria, Madrid**, v. 33, n. 264, p. 91-93, 1995.

PUCHONGKAVARIN, H.; VARAVINIT, S.; BERGTHALLER, W. Comparative study of pilot scale rice starch production by an alkaline and an enzymatic process. **Starch/Stärke**, Weinheim, v.57, n. 3-4, p. 134-144, 2005.

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

RUTENBERG, M.W.; SOLAREK, D. Starch derivatives: production and uses. In: WHISTLER, R.L.; BEMILLER, J.M.; PASCHALL, E.P. (ed.). **Starch: Chemistry and Technology**. 2ed. New York: Academic Press, 1984. p.313-314.

SANGA, Edson Aparecido. **Amido de milho modificado com ácido láctico: avaliação das propriedades físico-químicas**. 2013. 38 f. Trabalho de Conclusão

de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2013.

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

STAHL, J.A.; LOBATO, L. P. BOCHI, V.C.; KUBOTA, E.H.; GUTKOSKI, L. C.; EMANUELLI, T. (2007). **Physicochemical properties of Pinhão (*Araucaria angustifolia* Bert, O. Ktze) starch phosphates**. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 40. 1206-1214.

TESTER, R. F.; DEBON, S. J. J.; KARKALAS, J. Annealing of wheat starch. **Journal of Cereal Science**, v. 28, n. 3, p. 259-272, 1998.

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.

WADUGE, R. N.; HOOVER, R.; VASANTHAN, T.; GAO, J.; LI, J. Effect of annealing on the structure and physicochemical properties of barley starches of varying amylose content. **Food Research International**, v. 39, n. 1, p. 59-77, 2006.

WURZBURG, O. B. **Modified starches**. In STEPHEN, A. M.; PHILLIPS, G. O.; WILLIAM, P. A. (Ed). , 2nd ed. Boca Raton: CRC, p. 87 – 118, 2006.

ZAVEREZE, E. R. **EXTRAÇÃO E TRATAMENTOS HIDROTÉRMICOS DE AMIDO DE ARROZ**. 2009. 117f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.