

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**EMBALAGENS BIOATIVAS PARA ALIMENTOS A BASE DE  
AMIDO DE DIFERENTES VARIEDADES DE ARROZ**

**LUAN RAMOS DA SILVA**

**DOURADOS/MS  
JANEIRO/2019**

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**LUAN RAMOS DA SILVA**

**EMBALAGENS BIOATIVAS PARA ALIMENTOS A BASE DE  
AMIDO DE DIFERENTES VARIEDADES DE ARROZ**

**Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, como um dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.**

**Orientadora: Profa. Dra. Farayde Matta Fakhouri**

**Coorientador: Prof. Dr. José Ignácio Velasco  
Coorientadora: Profa. Dra. Cristina Tostes Filgueiras**

**DOURADOS/MS  
2019**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

S586e Silva, Luan Ramos Da

Embalagens bioativas para alimentos a base de amido de diferentes variedades de arroz / Luan Ramos Da Silva -- Dourados: UFGD, 2019.

108f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Farayde Matta Fakhouri

Co-orientador: José Ignacio Velasco

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal da Grande Dourados

Inclui bibliografia

1. Oryza sativa. 2. Polímero de fonte renovável. 3. Filmes bioativos. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.**



**MINISTERIO DA EDUCAÇÃO**  
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS



ATA DA **DEFESA** DE MESTRADO APRESENTADA PELO ALUNO LUAN RAMOS DA SILVA DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO “CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS”.

Aos sete do mês de janeiro do ano de dois mil e dezenove às 14:00 hs, em sessão pública, realizou-se, na sala de aulas n. 102 da FADIR da Universidade Federal da Grande Dourados, a Defesa de Dissertação: “Embalagens bioativas para alimentos a base de amido de diferentes variedades de arroz”, apresentada pelo mestrando, LUAN RAMOS DA SILVA do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, à Banca Examinadora constituída pelos professores Dra Cristina Tostes Filgueiras – presidente/Co-orientadora, Dra. Silvia Maria Martelli, UFGD - membro titular, Dra. Rosana Lopes Lima Fialho, UFBA - membro titular. Iniciados os trabalhos, a presidência deu a conhecer ao candidato e aos integrantes da Banca as normas a serem observadas na apresentação da Dissertação. Após o candidato ter apresentado a sua Dissertação, os componentes da Banca Examinadora fizeram suas arguições, que foram intercaladas pela defesa do candidato. Terminadas as arguições, a Banca Examinadora, em sessão secreta, passou aos trabalhos de julgamento, tendo sido o candidato considerado APROVADO, fazendo *jus* ao título de **MESTRE EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**. Nada mais havendo a tratar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Dourados, 07 de Janeiro de 2019.

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Cristina Tostes Filgueiras Cristina Tostes Filgueiras Co/orientadora/Presidente da Banca

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Silvia Maria Martelli Silvia Maria Martelli Membro Titular

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Rosana Lopes Lima Fialho Rosana Lopes Lima Fialho Membro Titular

ATA HOMOLOGADA EM: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_, PELA PRÓ REITORIADE ENSINO DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA/UFGRD.

Pró-Reitor de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa

*“The best way to have a good idea,  
is to have a lot of ideas.”*

***Linus Pauling***

Dedico este trabalho aos meus  
pais, Conceição e José Carlos  
(*in memoriam*), pelo amor  
incondicional.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente à minha mãe, Conceição, pessoa a qual devo minha vida e que me apoia em todas as minhas decisões, além de ser um exemplo de mulher para mim, estando sempre batalhando e garantindo o que há de melhor aos filhos, tudo com muito amor e carinho. Te amo e tenho muito orgulho de você!

Ao meu padrasto Plínio e meu irmão Murilo, pelo apoio e admiração depositados sobre mim. Aos meus avós que sempre foram exemplos de pessoas na minha vida. Além dos meus tios e tias, primos e primas, pelo apoio que demonstraram durante minha formação.

À grande profissional que tenho muito orgulho de chamar de professora, orientadora e amiga, Farayde, sem você nada disso seria possível. Sei de todas as barreiras que apareceram no caminho, mas mesmo assim você me orientou bravamente. Estando presente ou não, atuou ativamente em todas as etapas deste trabalho e nunca se recusou a sanar minhas dúvidas. Com você eu acredito que cresci não só profissionalmente, mas também como pessoa. Obrigado pela confiança no meu trabalho e pela amizade.

Ao meu coorientador, Velasco, pela paciência, dedicação e colaborações ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Àquelas pessoas que a vida me trouxe e que me aguentam diariamente reclamando, chorando, rindo, conversando, pedindo conselhos e ajuda, mas que fazem meus dias melhores apenas com a presença e conversas. Vocês tiveram uma enorme contribuição para que este trabalho fosse concluído com êxito: Airã, Ana Carolina, Andressa, Any, Ariane, Bruna Cavalcante, Bruna Nabor, Célia, Cleiton, Everton, Giovana, Kely, Luciane, Márcio, Mateus, Micaella, Nady, Olga, Priscilla, Rafinha, Renê, Rita, Rodrigo e Thainá.

À Faculdade de Engenharia da Universidade Federal da Grande Dourados pela infraestrutura durante a realização deste trabalho, em especial ao grupo de pesquisa em Embalagens e Alimentos Funcionais.

Aos parceiros EMBRAPA Agroindústria de Alimentos, Universidade Politécnica da Catalunya e Universidade Estadual de Campinas pela colaboração em análises.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

Aos membros da banca avaliadora, de qualificação e defesa, pela disponibilidade de participação e contribuições realizadas neste trabalho.

E a todos aqueles que me ajudaram direta ou indiretamente durante o desenvolvimento deste trabalho.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

$\mu\text{M}$	Micromolar
ABTS	2,2-azinobis(3-tilbenzoazolina-6-ácido sulfônico)
ANOVA	Análise de variância
C*	Cromaticidade
cP	Centipoise
d	Dia
DPPH	2,2-difenil-1-picril-hidrazil
DRX	Difratometria de Raios-X
EAG	Equivalente de ácido gálico
g	Gramas
kcal	Quilocaloria
kPa	Quilopascal
m <sup>2</sup>	Metro ao quadrado
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
min	Minuto
mm	Milímetro
PVA	Permeabilidade ao vapor de água
rpm	Rotações por minuto
RVA	Rapid Visco Analyser
Trolox	6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilchroman-2-ácido carboxílico
UR	Umidade relativa

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1. Caracterização de amidos provenientes de diferentes variedades de arroz.....</b>	<b>61</b>
<b>Tabela 2. Teor de compostos fenólicos (mgEAG/100 g) em amidos provenientes de diferentes variedades de arroz .....</b>	<b>64</b>
<b>Tabela 3. Parâmetros de cor em amido de diferentes variedades de arroz .....</b>	<b>65</b>
<b>Tabela 4. Formulações de filmes de amido de arroz branco, vermelho e preto .....</b>	<b>80</b>
<b>Tabela 5. Propriedades de filmes a base de amido de arroz branco.....</b>	<b>85</b>
<b>Tabela 6. Propriedades de filmes a base de amido de arroz vermelho.....</b>	<b>86</b>
<b>Tabela 7. Propriedades de filmes a base de amido de arroz preto.....</b>	<b>87</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1. Representação da planta de arroz (<i>Oryza sativa</i>) (a) e seus grãos (b) .....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 2. Estrutura química dos aminoácidos cisteína (a) e metionina (b) .....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 3. Grãos de arroz vermelho (a) e preto (b) e estrutura do grão de arroz (c) .....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 4. Estrutura química da amilose (a) e amilopectina (b).....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 5. Equipamento de produção contínua de filmes .....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 6. Amido extraído de arroz branco (a), vermelho (b) e preto (c).....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 7. Microscopia ótica de amidos de arroz branco (a, b) vermelho (c, d) e preto (e, f) .....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 8. Microscopia eletrônica de varredura (MEV) de amidos de arroz branco (a, b) vermelho (c, d) e preto (e, f) .....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 9. Valor calórico total de amidos provenientes de diferentes variedades de arroz.....</b>	<b>62</b>
<b>Figura 10. Propriedades viscoamilográficas (RVA) de amidos de arroz branco, vermelho e preto .....</b>	<b>67</b>
<b>Figura 11. Difratometria de Raios-X (DRX) de amidos de arroz branco (a) vermelho (b) e preto (c) .....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 12. Filmes elaborados com 5 % de amido + 30 % de sorbitol. Filme a base de amido de arroz branco (a, d), vermelho (b, e) e preto (c, f).....</b>	<b>84</b>
<b>Figura 13. Atividade antioxidante (DPPH e ABTS) de filmes a base de amido de arroz branco, vermelho e preto (5% amido + 30% sorbitol) .....</b>	<b>89</b>

## RESUMO

O amido é um polímero proveniente dos vegetais e que, após extraído, pode ser amplamente utilizado para diversos fins industriais, na sua forma nativa e/ou modificada, sendo considerado atualmente uma matéria prima promissora para o desenvolvimento de embalagens comestíveis e/ou biodegradáveis. Devido à sua aplicabilidade e praticidade, o arroz é um dos cereais mais consumidos no mundo, com elevada porcentagem de amido em sua composição. O objetivo deste trabalho foi extrair e caracterizar amidos de diferentes variedades de arroz (branco, vermelho e preto) e desenvolver e caracterizar filmes comestíveis e/ou biodegradáveis com os amidos obtidos. O rendimento da extração do arroz branco, vermelho e preto foi de 44,05, 47,05 e 35,74%, respectivamente. Através da microscopia eletrônica de varredura, que mostrou ausência de impurezas e das análises químicas, as quais apresentaram teor de carboidratos acima de 83,0%, foi comprovado a eficiência na extração dos amidos. O amido de arroz vermelho apresentou maior percentual de amilose (25,75%) em relação as demais (18,61% para o branco e 20,02% para o preto). Houve retenção dos compostos fenólicos da matéria prima nos amidos. Analisando as propriedades de pasta dos amidos, não houve variação da viscosidade nos primeiros 3 minutos, porém houve diferença na temperatura inicial da pasta, sendo de 80,65, 79,10 e 88,80°C para o amido de arroz branco, vermelho e preto, respectivamente. O amido de arroz preto expressou picos de menores intensidades, observados por difratogramas de raios-X, quando comparado aos amidos de arroz branco e vermelho. Os amidos apontaram elevado teor de compostos fenólicos, mesmo após o processamento de extração e secagem, sendo que este teor foi diferente em função dos solventes utilizados, no qual a água apresentou melhor performance. Menor cristalinidade foi observada para o amido proveniente do arroz preto. Após a extração e caracterização dos diferentes amidos, esses foram utilizados para elaboração de filmes flexíveis pela técnica de *casting*.

Os filmes apresentaram uma matriz homogênea e variação na tonalidade, a olho nu, em função do amido utilizado. A alteração do tipo de amido e plastificante, bem como as concentrações dos mesmos, resultou em filmes com diferenças em espessura, solubilidade em água, permeabilidade ao vapor de água e opacidade. Filmes elaborados com 5% de amido e 30% de sorbitol apresentaram compostos fenólicos e capacidade antioxidante, determinados pelos métodos de DPPH e ABTS, indicando que estes podem ser considerados embalagens bioativas, estando aptos para aplicação em alimentos.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, Polímero de fonte renovável, Filmes bioativos.

## ABSTRACT

Starch is a polymer derived from plants that after extraction can be widely used for various industrial purposes in its native and / or modified form and it is currently considered a promising raw material for the development of edible and / or biodegradable packaging. Due to its applicability and practicality, rice is one of the most consumed cereals in the world, with high percentage of starch on its composition. The aim of this work was to extract and characterize starches from different rice varieties (white, red and black) and to develop and characterize edible and / or biodegradable films with the obtained starches. The extraction yield of white, red and black rice was 44.05, 47.05 and 35.74%, respectively. By scanning electron microscopy, which showed no impurities and chemical analyzes, which had a carbohydrate content above 83.0%, the efficiency of the starch extraction was confirmed. Red rice starch showed a higher percentage of amylose (25.75%) compared to others (18.61% for white and 20.02% for black). There was retention of the phenolic compounds of the raw material in the starches. Analyzing pasting properties of the starches, there was no change in viscosity for the first 3 minutes, but there was difference in the initial temperature, being 80.65, 79.10 and 88.80°C for white, red and black rice starch, respectively. Black rice starch expressed peaks of lower intensities, observed by X-ray diffractograms, when compared to white and red rice starches. The starches have shown a high content of phenolic compounds, even after the extraction and drying process, and this content was different according to the solvents used, in which the water presented better performance. Less crystallinity was observed for black rice starch. After the extraction and characterization of the different starches, those were used for the elaboration of flexible films by the casting technique. The films have presented a homogeneous matrix and variation in the hue, with naked eye, as a function of the starch used. The change in the type of starch and plasticizer, or their

concentrations, resulted in films with differences in thickness, water solubility, water vapor permeability and opacity. Films prepared with 5% of starch and 30% of sorbitol have showed phenolic compounds and antioxidant capacity, using the DPPH and ABTS methods, indicating that these can be considered bioactive packages, being suitable for food application.

Key-words: *Oryza sativa*, Polymer from renewable source, Bioactive films.