

**Instituto Politécnico de Castelo Branco**

Escola Superior Agrária

# **Teor de amido e níveis de arsénio em variedades de arroz produzido no Ribatejo e Sado**

**Patrícia Margarida Duarte Farinha**

Dissertação apresentada ao Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Licenciado em Nutrição Humana e Qualidade Alimentar.

**Orientador interno:** Doutora Maria de Fátima Peres

**Orientador externo:** Engenheira Guida Ligeiro

2011

*À memória de meu Pai, ao Miguel, e a todos aqueles que me apoiaram neste longo caminho.*

**Palavras-chave:** arroz (*Oryza sativa L.*), macronutrientes, amido, fracções do amido, arsénio

## **Resumo**

O presente trabalho teve como objectivos a avaliação da composição em macronutrientes de diferentes variedades de arroz (*Oryza sativa L.*), a sua caracterização em amido total, amilopectina e amilose, a verificação da relação existente entre o teor de amido e a zona de cultivo, e a selecção das variedades com alto teor em amilopectina e baixo teor de arsénio. Para a determinação dos macronutrientes, foram seleccionadas 10 amostras provenientes das regiões do Ribatejo e Sado. Para a determinação do tamanho médio do grão, das fracções do amido e do teor total de arsénio foram seleccionadas 10 amostras, cultivadas nas mesmas regiões, correspondentes a 10 variedades diferentes. A determinação de amido e proteína foi realizada por reflectância no infravermelho próximo (NIR); por sua vez, o teor em gordura foi avaliado por extracção em Soxhlet. As fracções do amido (amilose e amilopectina) e o amido total foram quantificados por testes enzimáticos, kits fornecidos pela Megazyme, nomeadamente o K-AMYL e o K-TSTA. Os teores de arsénio foram quantificados por espectroscopia de absorção atómica e correspondem a um estudo levado a cabo pela empresa Atlantic Meals e o Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge (INSA). As amostras de arroz apresentaram elevados teores médios em amido total (89,45%), fornecendo 8,26% de proteína e um baixo teor de lípidos (0,38%). Em relação ao teor em amido, amilopectina e amilose, as amostras apresentam valores entre os 76 e 82%, 44,9 e 61,9% e 19,1 e 31,3%, respectivamente. Não foi encontrada qualquer relação entre o teor em amido e a zona de cultivo. O teor em arsénio total variou entre 121 e 625  $\mu\text{g kg}^{-1}$ , constatando-se que apenas 30% cumprem os requisitos do cliente ( $< 200 \mu\text{g kg}^{-1}$ ). Dado o reduzido número de amostras analisadas, não se verificou qualquer relação entre os níveis de arsénio e o teor de amilopectina.

**Keywords:** rice (*Oryza sativa* L.), macronutrients, starch, starch fractions, arsenic

## **Abstract**

The aims of the present work were the evaluation of macronutrient composition in different varieties of rice (*Oryza sativa* L.), namely total starch content, amylopectin and amylose, checking the relationship between starch content and the area of cultivation, and selection of varieties with high content of amylopectin and low arsenic level. For the determination of macronutrients, 10 samples were selected from the region of Ribatejo and Sado. To determine the average grain size, starch fractions and arsenic total content, 10 samples were selected, grown in the same regions, corresponding to 10 different varieties. For the determination of starch and protein near infrared reflectance (NIR); was while fat content was determined by Soxhlet Extractor. Amylose, amylopectin and total starch content were determined by enzymatic analysis test kits, namely K-AMYL and K-TSTA, both from Megazyme. Total arsenic content was determined by atomic absorption spectroscopy and corresponds to a study performed by the company Atlantic Meals and Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge (INSA). The samples showed a high average content of total starch (89,45%), providing 8,26% protein and low fat content (0,38%). Regarding to starch content, amylopectin and amylose, samples have values between 76 and 82%, 44,9% and 61,9% and 19,1 and 31,3%, respectively. There was no relationship between starch content and the area of cultivation. The total arsenic content varied between 121 and 625 mg kg<sup>-1</sup>, and only 30% of the samples answers the client requisites. Given the small number of samples analyzed, there was no relationship between the levels of arsenic and amylopectin content.

## Índice geral

1. Introdução .....	1
2. Composição e aspectos nutricionais do arroz .....	2
3. Características biométricas do grão .....	5
4. Amido de arroz .....	5
4.1. Estrutura e características dos grânulos de amido .....	5
4.2. Digestibilidade do amido .....	9
4.3. Poder de inchamento e solubilidade .....	9
4.4. Gelatinização e retrogradação .....	10
4.5. Comportamento térmico .....	12
5. Arsénio .....	13
5.1. Mobilidade do arsénio .....	14
5.2. Níveis de arsénio nas águas de irrigação .....	15
5.3. Implicações do arsénio para a saúde humana .....	16
5.4. Importância da determinação de arsénio vs. identificação e quantificação das diferentes espécies químicas (especiação) .....	16
6. Material e métodos .....	18
6.1. Material .....	18
6.2. Determinação de macronutrientes .....	19
6.2.1. Amido e proteína .....	19
6.2.2. Gordura .....	20
6.3. Determinação amido total e suas fracções .....	20
6.4. Arsénio total .....	21
7. Resultados e discussão .....	21
7.1. Macronutrientes .....	22
7.2. Determinação amido total e suas fracções .....	22
7.3. Arsénio .....	23
7.3.1. Arsénio total no grão .....	23
7.3.2. Relação amilopectina/arsénio .....	24
8. Considerações finais .....	25
Referências bibliográficas .....	27

Anexos

## Lista de figuras

<b>Figura 1:</b> Estrutura do grão de arroz.....	2
<b>Figura 2:</b> Representação da estrutura química da amilose .....	6
<b>Figura 3:</b> Representação da estrutura química da amilopectina .....	7
<b>Figura 4:</b> Estrutura da amilopectina formando as regiões amorfas e cristalinas no grânulo de amido .....	8
<b>Figura 5:</b> Perfil do analisador rápido de varredura (RVA). Análise do comportamento do amido quando submetido a aquecimento.....	12
<b>Figura 6:</b> NIR Perten DA 7200 .....	19
<b>Figura 7:</b> Equipamento para determinação da humidade .....	20
<b>Figura 8:</b> Espectrofotómetro UV/VIS para leitura das absorvâncias .....	21
<b>Figura 9:</b> Amido total (%) e suas fracções.....	23
<b>Figura 10:</b> Teor total de arsénio presente nas amostras em estudo .....	24
<b>Figura 11:</b> Arsénio total e teor em amilopectina das amostras de arroz seleccionadas.....	25

## Lista de tabelas

<b>Tabela 1:</b> Composição nutricional média (% na matéria seca) de arroz integral, arroz branqueado e arroz vaporizado .....	3
<b>Tabela 2:</b> Características biométricas do grão .....	5
<b>Tabela 3:</b> Amostras analisadas para determinação dos macronutrientes .....	18
<b>Tabela 4:</b> Amostras analisadas para determinação do amido total, das suas fracções e do teor de arsénio .....	19
<b>Tabela 5:</b> Determinação da composição média do arroz em macronutrientes .....	22

## Lista de abreviaturas

NIR- Reflectância no infravermelho próximo

INSA- Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge

%- Percentagem

Kcal- Quilocalorias

FAO- Food and Agriculture Organization of the United Nations

Kg- Kilograma

INE- Instituto Nacional de Estatística

mm- Milímetros

µm- Micrómetros

α- Alfa

RDS- Amido rapidamente digerível

SDS- Amido lentamente digerível

RS- Amido resistente

°C- Graus Celsius

pH- Potencial Hidrogeniónico

RVA- Analisador Rápido de Viscosidade

As- Arsénio

EFSA- European Food Safety Authority

As (III)- Ácido arsenioso

As(V)- Ácido arsénico

MMA- Ácido monometilarsínico

DMA- Ácido dimetilarsínico

AsB- Arsenobetaina

AsC- Arsenocolina

P- Fósforo

Al- Alumínio

Fe- Ferro

Ca- Cálcio

OMS- Organização Mundial de Saúde

IARC- Agência Internacional para a Investigação do Cancro

mg- Miligramas

U.E.- União Europeia

HPLC-HG-AAS- Espectrometria de absorção atómica com geração de hidretos

HPLC-ICP-MS- Espectrometria de massa acoplada ao plasma induzido

Con A- Conavalina A

DMSO- Dimetilsulfóxido

$H_2O$  - Água

AMG- Amiloglucosidase

$O_2$  - Oxigénio

$H_2O_2$  - Peróxido de hidrogénio

v/v- Volume por volume

CLF- Central Laboratoires Friedrichsdorf

m.s.- Matéria seca

SGS- Sociedade Geral de Superintendência S.A.