

# Efeitos da fermentação nas propriedades físico-químicas e nutricionais do farelo de arroz

*Effects of fermentation on the physicochemical and nutritional properties of rice bran*

Vivian FEDDERN<sup>1\*</sup>, Eliana Badiale FURLONG<sup>1</sup>, Leonor Almeida de Souza SOARES<sup>1</sup>

## Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a disponibilização de nutrientes no farelo de arroz através de um processo de fermentação utilizando *Saccharomyces cerevisiae* como inóculo, bem como caracterizar os farelos não fermentado e fermentado química e nutricionalmente. Os parâmetros definidos para a fermentação foram 3% de levedura, 30% de umidade e um intervalo de 6 horas a 30 °C. A caracterização físico-química foi realizada segundo AOAC (2000), a digestibilidade in vitro e metionina disponível por método enzimático, cálcio por complexometria, açúcares redutores por espectrofotometria e micotoxinas pelo multimétodo de TANAKA (2001). Observou-se, que os açúcares redutores variaram de 3,4 a 4,8% durante 6 horas de fermentação. Comparando-se o farelo não fermentado com o fermentado, o pH diminuiu de 6,5 para 5,8, a acidez, os minerais e as fibras variaram de 2,1 a 4,7%, de 10,5 a 11,9% e de 9,4 a 9,9%, respectivamente. A digestibilidade in vitro e os teores de lipídios, proteínas e cálcio não variaram significativamente com a fermentação.

**Palavras-chave:** farelo de arroz; fermentação; *S. cerevisiae*; digestibilidade.

## Abstract

The objective of this work was to evaluate the availability of nutrients in rice bran through a solid-state fermentation process, using *Saccharomyces cerevisiae* as the inoculum, and to characterize the fermented and non-fermented bran physicochemically and nutritionally. The parameters defined for the fermentation were 3% yeast, 30% humidity and an interval of 6 hours at 30 °C. The physicochemical characterization was conducted according to an official methodology (AOAC, 2000), the pH and acidity were determined by the Adolfo Lutz Institute (1985) method, in vitro digestibility and available methionine by the enzymatic method, calcium by complexometry, reducing sugars by spectrophotometry and mycotoxins by TANAKA's multimethod (2001). The reducing sugars were found to vary from 3.4 to 4.8% during a 6 hours fermentation period. A comparison of the non-fermented and fermented bran indicated that the pH, available methionine and carbohydrates decreased, respectively, from 6.5 to 5.8, from 4.4 to 4.2 mg.g<sup>-1</sup> and from 46.3 to 44.1%, while acidity, ashes and fibers varied from 2.1 to 4.7%, 10.5 to 11.9% and 9.4 to 9.9%, respectively. The in vitro digestibility and lipids, protein and calcium contents did not vary significantly with the fermentation process.

**Keywords:** rice bran; fermentation; *S. cerevisiae*; digestibility.

## 1 Introdução

O farelo é obtido a partir do arroz após o seu descasamento, correspondendo a 5-8% do grão. Nele estão presentes fibras, aminoácidos e sais minerais como ferro, fósforo e magnésio, capazes de reduzir o excesso de colesterol do sangue e cálculos renais<sup>21</sup>.

Entre seus nutrientes, o farelo de arroz contém entre 11 e 13% de proteína bruta, aproximadamente 11,5% de fibras, sendo ainda uma boa fonte de lipídios. Pode conter mais de 20% do seu peso em óleo, o que muitas vezes limita seu uso, uma vez que a gordura é altamente insaturada e oxidável. Particularmente se o grão não é parboilizado, ocorre a rancidez logo após sua produção na indústria<sup>21</sup>, embora o farelo de arroz possua também componentes antioxidantes e funcionais, entre eles, o orizanol e tocotrienol<sup>16</sup>.

O farelo integral é normalmente destinado para rações ou para produção de óleo e o subproduto desengordurado restante é pouco valorizado pelas indústrias arroeiras. Como o farelo

possui baixo valor comercial e vários nutrientes, ele tem sido incorporado em multimisturas para distribuição em creches e programas sociais, mas há controvérsias quanto ao seu emprego, decorrente da indisponibilidade de alguns nutrientes e da toxicidade atribuída a outros. Além disso, o farelo por ser a porção mais externa do grão, pode ser uma fonte de contaminantes de várias origens, especialmente fúngica<sup>5</sup>.

O estresse, o desbalanço de nutrientes e as condições ambientais propiciam o crescimento de fungos e a possível produção de micotoxinas, que são metabólitos secundários associados ao aparecimento de efeitos patológicos em animais e humanos<sup>7,23</sup>. Em estudos com farelo de arroz desengordurado, foi constatado que dentre 40 amostras, 18% apresentaram contaminação com micotoxinas que caracterizam contaminação no campo, como o deoxinivalenol e a zearalenona e durante o armazenamento, como a aflatoxina B<sub>1</sub> e ocratoxina A<sup>10,11,12</sup>.

Entre as formas de aumentar a disponibilidade de nutrientes em matérias-primas, estão os processos fermentativos, que implicam no emprego de microrganismos para obter transformações resultantes da atividade metabólica dos mesmos<sup>25</sup>. Esses processos podem tornar os alimentos mais nutritivos por aumentar a digestibilidade e a palatabilidade, com um odor mais agradável. As leveduras se destacam como uma excelente fonte de proteínas, não apenas pela sua capacidade de sintetizá-las e a outros compostos, mas também por suas características não patogênicas, podendo ser usadas tanto como

Recebido para publicação em 8/12/2006

Aceito para publicação em 27/6/2007 (002138)

<sup>1</sup> Laboratórios de Micotoxinas, Análise e Bioquímica de Alimentos, Fundação Universidade Federal do Rio Grande – FURG, Rua Eng. Alfredo Huch, 475, Centro, CEP 96201-900, Rio Grande - RS, Brasil,

E-mail: vfeddern@yahoo.com.br

\*A quem a correspondência deve ser enviada

alimento para humanos quanto como ração<sup>19</sup>, sendo por isto utilizadas em diversas formulações alimentícias<sup>6</sup>.

As vantagens de empregar *Saccharomyces cerevisiae* como agente transformador são: a simplicidade da técnica amplamente conhecida, a classificação microrganismo GRAS (*Generally Recognized as Safe*) e a possibilidade de disponibilizar nutrientes em cereais e derivados<sup>3</sup>.

A partir destas considerações, o objetivo deste trabalho foi avaliar a disponibilização de nutrientes no farelo de arroz através de um processo de fermentação em estado sólido utilizando como inóculo levedura de panificação (*Saccharomyces cerevisiae*), através da caracterização físico-química e nutricional.

## 2 Material e métodos

### 2.1 Amostra

A amostra utilizada foi o farelo de arroz integral obtido do processamento do arroz branco, cedido por um Engenho da Região Sul do RS.

A granulometria do farelo de arroz foi determinada em agitador de peneiras eletromagnético (Bertel) de 60 Hz, durante 15 minutos, tomando-se 100 g de amostras como quantidade inicial, as quais foram colocadas na peneira de Tyler 14 (1,18 mm), a qual foi acoplada acima de outras quatro peneiras de diferentes malhas. O mesmo procedimento foi repetido duas vezes.

### 2.2 Fermentação com *S. cerevisiae*

O farelo de arroz, depois de peneirado, foi submetido à fermentação em estado sólido com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* (3% p.p<sup>-1</sup>) na forma de fermento liofilizado instantâneo. Esta foi dissolvida em água destilada até o farelo atingir 30% de umidade. O processo foi realizado em estufa com circulação de ar a 30 °C (Quimis Q-314D242), em bandejas de alumínio de dimensões (comprimento x largura x altura da camada de farelo) 40 cm x 25 cm x 1 cm, durante 6 horas. A cada hora de fermentação foram tomadas alíquotas de farelo, até completar 6 horas a fim de quantificar açúcares redutores. O material obtido durante a fermentação e ao final das 6 horas de fermentação foi armazenado sob refrigeração para posterior realização das determinações.

### 2.3 Composição físico-química

Lipídios, cinzas, fibras e proteínas foram determinados segundo procedimentos descritos pela AOAC<sup>2</sup>, sendo carboidratos estimados por diferença. A acidez e o pH foram determinados segundo normas do Instituto ADOLFO LUTZ<sup>1</sup>.

### 2.4 Digestibilidade protéica *in vitro*

A digestibilidade *in vitro* foi realizada por ação enzimática da pepsina (atividade específica de 107 µg tirosina/min/mg prot) e pancreatina (atividade específica de 24 µg tirosina/min/mg prot).

Inicialmente foram tomadas 2,5 g de amostra, as quais foram transferidas para erlenmeyer de 125 mL, onde foram adicionados 10 mL de solução de pepsina 1,5 mg.mL<sup>-1</sup> em HCl 0,1 N, e uma gota de tolueno, a fim de prevenir o desenvolvimento microbiano. As amostras foram mantidas sob agitação (90 rpm) em agitador (B. Braun Biotech International) a 37 °C por 3 horas. Ao final o pH das amostras foi elevado a 7,0, utilizando solução de NaOH 0,3 N. Foram acrescentados 10 mL de solução de pancreatina (ICN Biomedicals Inc.) 1,5 mg.mL<sup>-1</sup> em tampão fosfato pH 8,0. As amostras foram mantidas sob agitação (130 rpm) a 37 °C por 24 horas. Após a hidrólise, as amostras foram centrifugadas (Presvac 5363 DSC-16-RV) e filtradas. Deste filtrado foi tomada uma alíquota de 10 mL e a esta foram adicionados 10 mL de solução de TCA 40%, para precipitação do material não digerido, ficando as amostras em repouso por 1 hora no refrigerador. As misturas foram centrifugadas e filtradas. Deste segundo filtrado foi retirada uma alíquota de 1,0 mL e o volume elevado a 10 mL em balão volumétrico. Desta solução diluída foi transferida uma alíquota de 0,7 mL para tubo de ensaio e neste se adicionou 5,0 mL de solução alcalina (Carbonato de Sódio + Sulfato de Cobre + Tartarato de Sódio e Potássio) e 0,3 mL de água destilada. Os tubos de ensaio foram colocados em banho-maria (Biomatic 1053/522) a 37 °C durante 10 minutos. Ao final desse tempo foram adicionados em cada tubo 0,5 mL de solução do reagente Folin-Ciocalteu em água (1:2) e os tubos foram mantidos em repouso à temperatura ambiente por 20 minutos. A determinação de aminoácidos liberados foi realizada pelo método de LOWRY et al<sup>17</sup>. A leitura foi efetuada em espectrofotômetro UV-Visível (Varian Cary 100 conc) em comprimento de onda de 660 nm. Os cálculos foram realizados com base em curva padrão de tirosina, cuja concentração variou entre 3 e 10 µg.mL<sup>-1</sup>.

### 2.5 Metionina disponível

Para a determinação de metionina disponível foi utilizado o filtrado obtido após a hidrólise descrita no item 2.4, do qual foi transferida uma alíquota de 1,0 mL para tubo de ensaio, onde foram adicionados 0,5 mL de solução de NaOH 5 N e 1,0 mL de solução de nitroprussiato de sódio 2,5% e 1,0 mL de água. Após 5 minutos, foi acrescentado 1,0 mL de solução de ácido clorídrico 8 N. Transcorridos mais 5 minutos, foi realizada leitura em espectrofotômetro em comprimento de onda de 510 nm. Os cálculos de concentração foram realizados com base em curva padrão de metionina, cuja concentração variou entre 50 e 170 µg.mL<sup>-1</sup> 4,8.

### 2.6 Cálcio

As amostras foram incineradas a 550 °C em mufla (Quimis) e o cálcio foi determinado dissolvendo-se as cinzas das amostras em HCl 1:1 com aquecimento suave (50 °C). Em seguida, as amostras foram filtradas para eliminação do material insolúvel. O filtrado foi transferido para balão volumétrico de 100 mL, no qual foram colocadas duas gotas de ácido nítrico para não haver oxidação, aferindo-se o volume com água destilada. Do balão, foram retiradas duas alíquotas de 20 mL da solução contendo a amostra e transferidas para erlenmeyers de

250 mL, aos quais foram adicionados 50 mL de água destilada, agitando-se. Logo, foram adicionados 20 mL de solução de trietanolamina 30%, agitando-se novamente<sup>1</sup>. Em seguida foi adicionado quantidade suficiente de NaOH 40% até o pH ficar entre 10 e 12. A solução foi então titulada com EDTA sódico até desaparecimento da turbidez, utilizando 3 a 5 gotas do indicador murexida 0,5%.

## 2.7 Açúcares redutores

Foram determinados no tempo zero e a cada hora de fermentação durante seis horas, segundo MILLER<sup>18</sup>, sendo a leitura realizada em espectrofotômetro a 546 nm. Os cálculos de concentração foram realizados com base em uma curva padrão de glicose, cuja concentração variou entre 15 e 50 µg.mL<sup>-1</sup>.

## 2.8 Caracterização micotoxicológica

No farelo de arroz não fermentado foi avaliada a ocorrência das seguintes micotoxinas: aflatoxinas B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> e G<sub>2</sub>, ocratoxina A, zearalenona e deoxinivalenol.

Os padrões de aflatoxinas B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, G<sub>1</sub> e G<sub>2</sub>, deoxinivalenol (DON), ocratoxina A (OTA) e zearalenona (ZEA) foram adquiridos da Sigma Chemical Company.

A determinação de micotoxinas foi realizada pelo método de TANAKA<sup>24</sup>. Os extratos foram submetidos à triagem, confirmação por derivação química, segundo SOARES e RODRIGUEZ-AMAYA<sup>22</sup>. A quantificação foi realizada empregando visualização sob luz UV comparativamente à fluorescência de padrões.

Para a visualização de DON e ZEA em cromatografia de camada delgada (CCD), os cromatogramas foram revelados com uma solução etanólica de cloreto de alumínio 15% e a placa cromatográfica aquecida a 105 °C por 10 minutos antes da leitura sob lâmpada UV para posterior confirmação e quantificação por cromatografia gasosa (CG).

A confirmação das amostras suspeitas de DON e ZEA também foi realizada por derivação química de acetilação com anidrido acético e piridina na proporção 1:1 segundo GOLINSKI e GRABARKIEWICZ-SZCZESNA<sup>13</sup>.

## 2.9 Análise estatística

Os dados foram avaliados através de análise de variância (ANOVA), sendo as médias dos resultados comparadas entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância utilizando o Software Statistica 6.0.

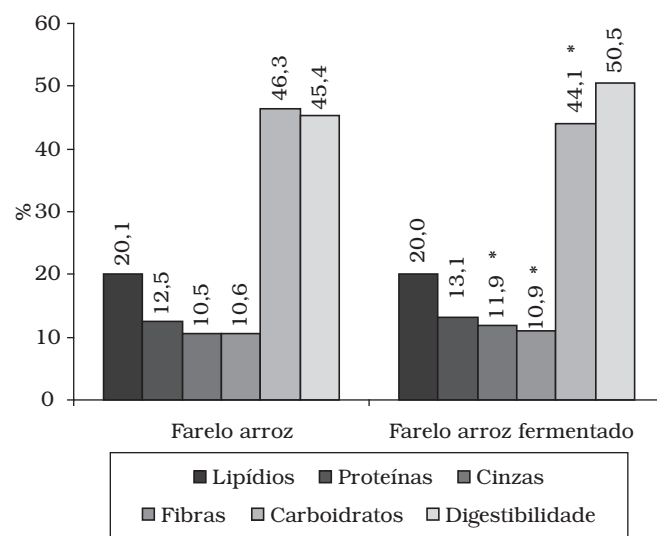
## 3 Resultados e discussão

A Tabela 1 ilustra os dados obtidos durante a determinação da granulometria do farelo e o rendimento percentual do farelo de arroz em cada peneira.

Pode-se observar que em relação à matéria inicial, houve uma média de aproximadamente 45% em grãos inteiros, quebrados e cascas de arroz (Ty 14 e 32). O farelo limpo (Ty 42 e 60) foi encontrado em apenas 54% da matéria inicial, o que acarreta em grandes perdas do produto, se o mesmo for utilizado para consumo humano, indicando a necessidade de rever o processo de separação do mesmo durante o processamento de arroz pela indústria.

Para a realização da fermentação e demais determinações foi escolhido o farelo de Tyler 32, por proporcionar o maior rendimento.

A Figura 1 mostra a composição proximal em base seca (b.s.) e a digestibilidade dos farelos de arroz fermentado e não fermentado.



**Figura 1.** Composição proximal e digestibilidade dos farelos de arroz. \*Indica que há diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para os mesmos componentes entre os diferentes farelos.

No farelo de arroz fermentado, verificou-se um aumento no conteúdo de cinzas ( $p = 0,012468$ ) e fibras ( $p = 0,039018$ ), provavelmente devido aos teores intrínsecos da própria leveadura que, conforme CHAUD e SGARBIERI<sup>6</sup>, possui 3,8% de fibras e 1,4% de cinzas. Também se observou uma diminuição no conteúdo de carboidratos ( $p = 0,047666$ ), o que pode ser

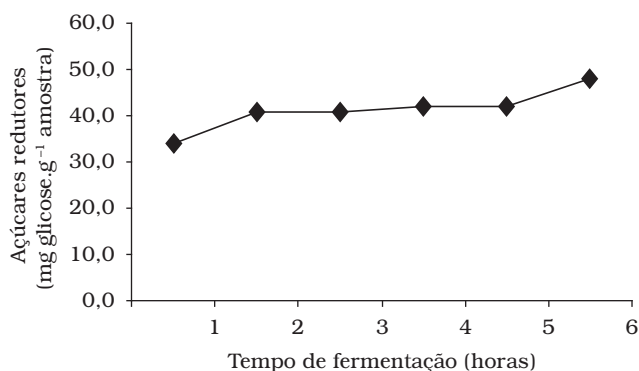
**Tabela 1.** Rendimento do farelo de arroz.

Malha	Média (g)	Descrição	Rendimento (%)
Ty 14 (1,18 mm)	3,04 ± 0,30	Grãos inteiros, quebrados, casca de arroz	3,0
Ty 32 (0,50 mm)	41,20 ± 3,95	Casca de arroz fina, farelo	41,2
Ty 42 (0,355 mm)	29,56 ± 8,82	Farelo	29,56
Ty 60 (0,25 mm)	24,57 ± 2,90	Farelo	24,57
Ty 80 (0,18 mm)	0	-	-
Total	98,38 ± 2,26		

explicado pela estimativa do seu conteúdo estar baseada na diferença das demais frações. Para os teores de lipídios, proteínas e digestibilidade *in vitro* não houve diferença significativa entre os farelos antes e após a fermentação. A variação da digestibilidade *in vitro* do farelo de arroz não fermentado em relação ao fermentado foi de 45,4 para 50,5%, porém esta diferença não foi significativa pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), conforme o esperado em função do intervalo de 6 horas de fermentação e do metabolismo característico das leveduras.

O farelo de arroz apresentou conteúdo lipídico elevado, pois não foi desengordurado, estando o valor encontrado de acordo com FUH e CHIANG<sup>9</sup>, de 18,0% e KHLON e CHOW<sup>15</sup>, de 21,5% e abaixo do valor citado por SILVA, SANCHES e AMANTE<sup>21</sup>, de 26,5%. O conteúdo de proteínas também se assemelha ao encontrado por diversos pesquisadores<sup>9,14,21</sup>. O conteúdo de cinzas está de acordo com GONÇALVES et al.<sup>14</sup>, porém maior em relação aos valores encontrados por FUH e CHIANG<sup>9</sup> e SILVA, SANCHES e AMANTE<sup>21</sup> que encontraram 8,1 e 9,2% respectivamente. O conteúdo de fibras foi superior ao encontrado por FUH e CHIANG<sup>9</sup>, de 4,6% e GONÇALVES et al.<sup>14</sup>, de 7,1%, mas inferior ao encontrado por KHLON e CHOW<sup>15</sup>, de 18,3%. O conteúdo de carboidratos foi semelhante ao valor encontrado por SILVA, SANCHES e AMANTE<sup>21</sup>, de 50,6%. Vale ressaltar que a composição do farelo de arroz varia dependendo do tipo de arroz e das técnicas de moagem utilizadas, e estes resultados comparados refletem isto. Os resultados da caracterização granulométrica realizada no farelo também corroboram com estas discrepâncias com outros autores.

A Figura 2 apresenta o conteúdo de açúcares redutores do farelo fermentado durante 6 horas de fermentação.



**Figura 2.** Açúcares redutores em função do tempo de fermentação.

Houve uma tendência de aumento dos açúcares redutores ao longo do tempo de fermentação. No tempo zero o conteúdo de açúcares redutores encontrado foi de 1% (não mostrado). Da primeira hora até a última, foi observada uma variação de 3,4 a 4,8% nos açúcares redutores, representando um incremento de 41% devido à hidrólise dos açúcares presentes no farelo de arroz. Isto pode contribuir para melhorar as características sensoriais como o sabor doce.

A Tabela 2 mostra os resultados das determinações de cálcio, metionina ( $p = 0,032412$ ), acidez ( $p = 0,001604$ ) e

pH ( $p = 0,006142$ ) dos farelos. Apenas o teor de cálcio não apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os farelos estudados.

**Tabela 2.** Valores de cálcio, metionina, acidez e pH dos farelos.

	Farelo arroz	Farelo arroz fermentado
Cálcio (%)	1,6 <sup>a</sup>	2,0 <sup>a</sup>
Metionina (mg.g <sup>-1</sup> )	4,4 <sup>a</sup>	4,2 <sup>b</sup>
Acidez (%)	2,1 <sup>a</sup>	4,7 <sup>b</sup>
pH	6,5 <sup>a</sup>	5,8 <sup>b</sup>

Letras diferentes para os mesmos componentes entre os farelos indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

A diminuição do pH com a fermentação, e conseqüente aumento de acidez, é um ponto positivo, pois pode propiciar uma melhora no período de conservação do farelo, uma vez que durante a fermentação aeróbia em presença de concentrações elevadas de açúcar também são produzidos álcoois.

Os valores de cálcio estão acima do valor encontrado por FUH e CHIANG<sup>9</sup>, de 0,57% e a fermentação não causou aumento significativo deste mineral, provavelmente pelo acréscimo de somente 3% de levedura em base seca.

SILVEIRA (2005) citada por FARIA, VASCONCELLOS e SACCHET<sup>8</sup>, encontrou 2,0 mg.g<sup>-1</sup> de metionina disponível em farelo de trigo não fermentado, sendo que esse teor foi aumentado para 3,5 mg.g<sup>-1</sup> de amostra, após 72 horas de fermentação com *Rhizopus* sp. e 4,0 mg.g<sup>-1</sup> de amostra, após 72 horas de fermentação com *Aspergillus oryzae*. No presente trabalho, o teor de metionina diminuiu de 4,4 para 4,2 mg.g<sup>-1</sup>, indicando uma possível degradação deste aminoácido durante a fermentação pela levedura, conforme descrito por WAINWRIGHT<sup>25</sup> em relação à fermentação da farinha de milho com leveduras. Portanto, foi estipulado o tempo de 6 horas de fermentação, para não ocasionar degradação demasiada do aminoácido metionina.

Dentre as micotoxinas avaliadas houve suspeita da presença de zearalenona no farelo de arroz integral não fermentado, porém a mesma não foi confirmada.

## 4 Conclusões

O farelo de arroz fermentado apresentou uma diminuição no pH e conseqüente elevação da acidez. Os açúcares redutores aumentaram em 41% ao longo das 6 horas de fermentação e as cinzas e fibras em 13 e 2%, respectivamente. A metionina disponível e o conteúdo de carboidratos sofreram diminuição de 0,2 mg.g<sup>-1</sup> e 4,8%, respectivamente. Os demais componentes não diferiram do farelo não fermentado.

Estes resultados sugerem a possibilidade de aumento do período de conservação e melhoria da palatabilidade dos farelos de arroz após a fermentação com *S. cerevisiae*.

## Agradecimentos

Ao Engenho doador do farelo de arroz, à CAPES pela concessão da bolsa e ao CNPq e FAPERGS, pelo apoio financeiro.

## Referências bibliográficas

1. ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**, v. 1, 3ª ed. São Paulo, 1985.
2. AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**, 17<sup>th</sup> edition, Washington, D. C., CD-ROM, 2000.
3. AQUARONE, E. et al. **Biotecnologia industrial - Biotecnologia na produção de alimentos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. 523 p.
4. BADIALE, E. **Varição de metionina em feijões (*Phaseolus vulgaris*)**. Campinas, 1979, 79 p. Dissertação (Mestre em Ciência de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).
5. BADIALE-FURLONG, E. **Manejo operacional para micotoxinas em arroz**. In: ELIAS, M. C.; LORINI, I.: Qualidade de arroz na pós-colheita. Anais do II Simpósio Sul - Brasileiro de qualidade de arroz. Pelotas: Abrapós/UFPEL, p. 95-109, 2005.
6. CHAUD, S. G.; SGARBIERI, V. C. Propriedades funcionais (tecnológicas) da parede celular de leveduras da fermentação alcoólica e das frações glicana, manana e glicoproteína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 369-379, abr.-jun., 2006.
7. D'MELLO, J. P. F.; MACDONALD, A. M. C. Mycotoxins. **Animal Feed Science and Technology**, v. 69, n. 1-3, p. 155-166, 1997.
8. FARIA, A. F.; VASCONCELLOS, D. G. V.; SACCHET, F. S. **Multimistura: um estudo de propriedades físico-químicas, biológicas e disponibilização de nutrientes**. Rio Grande, 2005, 71 p. Projeto de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos), Fundação Universidade Federal do Rio Grande (FURG).
9. FUH, W. S.; CHIANG, B. H. Dephytinisation of rice bran and manufacturing a new food ingredient. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 81, n. 15, p. 1419-1425, 2001.
10. FURLONG, E. B.; SOARES, L. A. S.; VIEIRA, A. P.; DADALT, G. Aflatoxinas, ocratoxina A e zearalenona em alimentos da região sul do Rio Grande do Sul. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 58, n. 2, p. 105-111, 1999.
11. FURLONG, E. B.; SOARES, L. A. de S.; DADALT, G. Micotoxinas em grãos destinados ao consumo humano no Rio Grande do Sul. In: IX Encontro Nacional de Micotoxinas e I Simpósio em Qualidade de Grãos do Mercosul, 1998, Florianópolis. IX **Encontro Nacional de Micotoxinas e I Simpósio em Qualidade de Grãos do Mercosul**. Florianópolis, SC: Universidade Federal de Santa Catarina, v. 1, 1998.
12. GARDA, J. et al. **Produtos destinados ao consumo humano no Rio Grande do Sul: situação micotoxicológica**. In: XVII Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia e III Feira de Protótipos, Passo Fundo, RS, 2002.
13. GOLINSKI, P.; GRABARKIEWCZ-SZCZESNA, J. Chemical confirmatory tests for ochratoxin A, citrinin, penicillic acid, sterigmatocystin and zearalenone performed directly on thin-layer chromatographic plates. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v. 67, n. 6, p. 1108-1110, 1984.
14. GONÇALVES, A. A. et al. Enzymatic determination of soluble and insoluble dietary fiber in rice and wheat bran. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 48, n. 4, p. 334-338, 1998.
15. KAHLON, T. S.; CHOW, F. I. Lipidemic response of hamsters to rice bran, uncooked or processed white and brown rice, and processed corn starch. **Cereal Chemistry**, v. 77, n. 5, p. 673-678, 2000.
16. LEMOS, M. R. B.; SOUZA-SOARES, L. A. de. Arroz e seus subprodutos na região sul do Brasil. **Vetor**, Rio Grande, v. 10, p. 21-36, 2000.
17. LOWRY, O. H. et al. Protein measurement with the folin phenol reagent. **Journal of Biological Chemistry**, v. 193, n. 1, p. 265-275, 1951.
18. MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, n. 3, p. 326-428, 1959.
19. RODRIGUES, A. M.; SANT'ANNA, E. S. Efeito do cloreto de sódio na produção de proteínas (*Saccharomyces cerevisiae*) em fermentação semi-sólida. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 57-62, 2001.
20. SAMSON, R. A.; REENEN-HOEKSTRA, E. S. **Introduction to Food-Borne Fungi**. Es. Centraalbureau Voor Schimmelcultures, 299 p, 1988.
21. SILVA, M. A. da.; SANCHES, C.; AMANTE, E. R. Prevention of hydrolytic rancidity in rice bran. **Journal of Food Engineering**, v. 75, n. 4, p. 487-491, 2006.
22. SOARES, L. M. V.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Survey of aflatoxins, ocratoxina A, zearalenone, and sterigmatocystin in some Brazilian foods by using multi-toxin-layer chromatographic method. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, v. 72, n. 1, p. 22-26, 1989.
23. SWEENEY, M. J.; DOBSON, A. D. W. Mycotoxin production by *Aspergillus*, *Fusarium* and *Penicillium* species. **International Journal of Food Microbiology**, v. 43 n. 43, p. 141-158, 1998.
24. TANAKA, T. Analysis of Mycotoxins. Textbook for contry focused training course: Mycotoxins analysis for federative republic of Brazil. **Hyogo International Centre Japan International Cooperation Agency: F. Y**, 40 p., 2001.
25. WAINWRIGHT, M. **Introducción a la Biotecnología de los Hongos**. Zaragoza, España: Acribia, 1995. 228 p.