

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

GUSTAVO SARATE CAMPAGNER

**AVALIAÇÃO DA OXIDAÇÃO DO FARELO DE ARROZ INTEGRAL E
ESTABILIZADO ARMAZENADO EM DIFERENTES TEMPERATURAS**

Itaqui

2022

GUSTAVO SARATE CAMPAGNER

**AVALIAÇÃO DA OXIDAÇÃO DO FARELO DE ARROZ INTEGRAL E
ESTABILIZADO ARMAZENADO EM DIFERENTES TEMPERATURAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Tiago André Kaminski

Itaqui

2022

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

C186a	<p>Campagner, Gustavo Sarate Avaliação da oxidação do farelo de arroz integral e estabilizado armazenado em diferentes temperaturas / Gustavo Sarate Campagner. 29 p.</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -- Universidade Federal do Pampa, INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2022. "Orientação: Tiago André Kaminski".</p> <p>1. Oryza sativa. 2. lipídios. 3. acidez. 4. extrusão. 5. estabilidade. I. Título.</p>
-------	--

GUSTAVO SARATE CAMPAGNER

**AVALIAÇÃO DA OXIDAÇÃO DO FARELO DE ARROZ INTEGRAL E
ESTABILIZADO ARMAZENADO EM DIFERENTES TEMPERATURAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Bacharelado Interdisciplinar em
Ciência e Tecnologia da Universidade Federal
do Pampa, como requisito parcial para obtenção
do Título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 02 de agosto de 2022.

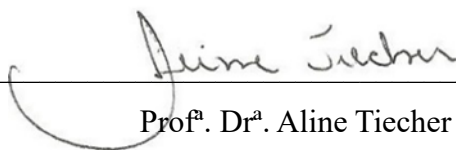
Banca examinadora:



Prof. Dr. Tiago André Kaminski

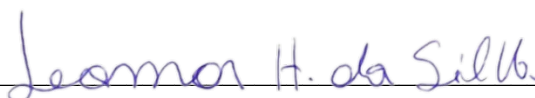
Orientador

UNIPAMPA



Prof.ª Dr.ª Aline Tiecher

UNIPAMPA



Prof. Dr. Leomar Hackbart da Silva

UNIPAMPA

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, João Antônio Campagner e Iara Teresinha Sarate Campagner, por todo o apoio, compreensão e incentivo até este momento tão importante da minha caminhada enquanto estudante universitária.

Manifesto ainda minha imensa gratidão a minha esposa, Diéli Dornelles Braga Campagner, por comemorar comigo as aprovações em cada componente curricular até aqui cursadas e por toda a paciência, auxílio e carinho.

Por fim agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Tiago André Kaminski, pela confiança depositada em mim. Obrigado pela disponibilidade e aceitar, por diversas vezes, me orientar fazendo com que este projeto se consolidasse

RESUMO

O farelo obtido no processo de beneficiamento do arroz, *Oryza sativa*, apresenta elevado conteúdo de lipídios, mas seu sistema enzimático é muito ativo, o que pode provocar rápida e significativa elevação do teor de ácidos graxos livres no produto. Esse trabalho teve como objetivo avaliar periodicamente a acidez de dois tipos de farelos gerados pela indústria de arroz submetidos ao armazenamento em diferentes temperaturas. Foram coletadas amostras de farelo integral e estabilizado na linha de produção de uma indústria de arroz e de uma fábrica de extração de óleo, respectivamente. As amostras foram inicialmente caracterizadas quanto aos teores de umidade, lipídios, impurezas e acidez, depois acondicionadas em embalagens plásticas, seladas e armazenadas em temperatura ambiente ou sob refrigeração para o teste de estabilidade, em triplicata, com avaliação semanal da acidez durante quatro semanas. A evolução da acidez no farelo integral armazenado em temperatura ambiente foi mais evidente, aumentando progressivamente e chegando ao valor médio de 21,98% após quatro semanas de armazenagem. Nos demais farelos, os aumentos de acidez foram menores e não atingiram 8% após quatro semanas. Desde a primeira semana de armazenagem, os valores de acidez no farelo integral em temperatura ambiente foram significativamente maiores aos demais farelos armazenados. A estabilização por extrusão e a manutenção do farelo em temperatura de refrigeração foram eficientes para reduzir o processo oxidativo e controlar o aumento da acidez. Os resultados obtidos podem contribuir para a minimização de um problema técnico recorrente no processo de extração do óleo bruto de arroz.

Palavras-chave: *Oryza sativa*; lipídios; acidez; extrusão; estabilidade.

ABSTRACT

The bran obtained in the rice processing process, *Oryza sativa*, has a high lipid content, but its enzymatic system is very active, which can cause a rapid and significant increase in the free fatty acid content in the product. This work aimed to periodically evaluate the acidity of two types of bran generated by the rice industry submitted to storage at different temperatures. Samples of whole and stabilized bran were collected in the production line of a rice industry and an oil extraction factory, respectively. The samples were initially characterized in terms of moisture, lipids, impurities and acidity, then packed in plastic packaging, sealed and stored at room temperature or under refrigeration for the stability test, in triplicate, with weekly evaluation of the acidity for four weeks. The evolution of acidity in whole bran stored at room temperature was more evident, increasing progressively and reaching an average value of 21.98% after four weeks of storage. In the other brans, the acidity increases were smaller and did not reach 8% after four weeks. Since the first week of storage, the acidity values in the whole bran at room temperature were significantly higher than the other brans stored. Stabilization by extrusion and maintenance of the bran at refrigeration temperature were efficient to reduce the oxidative process and control the increase in acidity. The results obtained can contribute to the minimization of a recurring technical problem in the process of extracting crude rice oil.

Keywords: *Oryza sativa*; lipids; acidity; extrusion; stability.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
AMOSTRAS.....	12
TESTE DE ESTABILIDADE.....	15
ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	15
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
CONCLUSÃO.....	20
REFERÊNCIAS.....	22
ANEXO A - Diretrizes para autores.....	26

Este TCC está apresentado em formato de artigo científico. Sua elaboração segue as diretrizes para autores da Brazilian Journal of Food Research (REBRAPA) (ANEXO A).

Avaliação da oxidação do farelo de arroz integral e estabilizado armazenado em diferentes temperaturas

RESUMO

O farelo obtido no processo de beneficiamento do arroz, *Oryza sativa*, apresenta elevado conteúdo de lipídios, mas seu sistema enzimático é muito ativo, o que pode provocar rápida e significativa elevação do teor de ácidos graxos livres no produto. Esse trabalho teve como objetivo avaliar periodicamente a acidez de dois tipos de farelos gerados pela indústria de arroz submetidos ao armazenamento em diferentes temperaturas. Foram coletadas amostras de farelo integral e estabilizado na linha de produção de uma indústria de arroz e de uma fábrica de extração de óleo, respectivamente. As amostras foram inicialmente caracterizadas quanto aos teores de umidade, lipídios, impurezas e acidez, depois acondicionadas em embalagens plásticas, seladas e armazenadas em temperatura ambiente ou sob refrigeração para o teste de estabilidade, em triplicata, com avaliação semanal da acidez durante quatro semanas. A evolução da acidez no farelo integral armazenado em temperatura ambiente foi mais evidente, aumentando progressivamente e chegando ao valor médio de 21,98% após quatro semanas de armazenagem. Nos demais farelos, os aumentos de acidez foram menores e não atingiram 8% após quatro semanas. Desde a primeira semana de armazenagem, os valores de acidez no farelo integral em temperatura ambiente foram significativamente maiores aos demais farelos armazenados. A estabilização por extrusão e a manutenção do farelo em temperatura de refrigeração foram eficientes para reduzir o processo oxidativo e controlar o aumento da acidez. Os resultados obtidos podem contribuir para a minimização de um problema técnico recorrente no processo de extração do óleo bruto de arroz.

PALAVRAS-CHAVE: *Oryza sativa*; lipídios; acidez; extrusão; estabilidade.

INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais mais cultivados no mundo, com produção mundial de 514 milhões de toneladas em 2020, sendo a China o maior produtor e o Brasil ocupando a décima posição (FAO, 2021). O Brasil, com produção anual entre 11 e 13 milhões de toneladas, representa 78% da produção do Mercosul, enquanto que o estado do Rio Grande do Sul se destaca como o maior produtor nacional, responsável por cerca de 70% da produção (SOSBAI, 2018). A região da Fronteira Oeste do estado é a que mais produz arroz, teve a maior área cultivada, de 314.660 ha, que equivale a quase 30% do total do estado na safra 2017/2018, além da maior produtividade média, de 8.661 kg/ha (SOSBAI, 2018).

O arroz é base da alimentação de mais de três bilhões de pessoas no mundo, sendo considerado um dos alimentos mais importantes para nutrição humana (SOSBAI, 2018). Em 2020, a média do consumo de arroz no Brasil foi de 35,2 Kg por habitante, principalmente na forma de grãos (EMBRAPA, 2021). O consumo de arroz representa importante fonte de energia, principalmente devido às elevadas concentrações de amido, mas também fornece proteínas, vitaminas e minerais, além de possuir baixo teor de lipídios, consegue suprir parte da nutrição necessária para manutenção da saúde humana (WALTER, MARCHESAN e AVILA, 2008).

No processo de beneficiamento do arroz branco polido, a película, o germe e parte do endosperma são removidos da periferia do grão nas etapas de brunimento e polimento, originando o farelo de arroz, que representa cerca de 8% do peso do grão com casca e 10% do produto descascado (CASTRO *et al.*, 1999; DAL MORO, ROSA e HOELZEL, 2004; PESTANA, MENDONÇA e ZAMBIAZI, 2008). O brunimento consiste na retirada do germe e da película que envolve a cariopse através de brunidores, máquinas que provocam atrito (SAIDELLES *et al.*, 2012), mas para melhorar a aparência do grão, é realizado o polimento através de micro aspersão com jato de água (polimento a água), o que confere brilho e

uniformidade aos grãos e gera mais uma fração de farelo com parte do endosperma (DAL MORO, ROSA e HOELZEL, 2004; MARSHALL e WADSWORTH, 1994).

O farelo de arroz é fonte de nutrientes diversos, como proteínas de elevado valor biológico, lipídios ricos em ácidos graxos insaturados, fibras insolúveis, principalmente hemicelulose e lignina, vitaminas e minerais (DAL MORO, ROSA e HOELZEL, 2004; LACERDA *et al.*, 2009; MARSHALL e WADSWORTH, 1994). A composição química apresenta teores de proteínas entre 12 e 17%, lipídios de 15 a 22%, fibra alimentar de 15 a 25%, carboidratos de 40 e 60% e cinzas na faixa de 10 a 15% (DAL MORO, ROSA e HOELZEL, 2004; PESTANA, MENDONÇA e ZAMBIAZI, 2008; TBCA, 2020).

A quantidade e proporção destes constituintes variam conforme origem, variedade e processamento do arroz, e determinam expressivas variações na composição química do farelo (PESTANA, MENDONÇA e ZAMBIAZI, 2008; WALTER, MARCHESAN e AVILA, 2008). Como os teores dos componentes podem apresentar variações, é prática do mercado especificar os limites máximos e mínimos de tolerância para os componentes majoritários, mesmo sem padrões estabelecidos na legislação brasileira para o farelo de arroz, sendo normalmente utilizados parâmetros estipulados por indústrias de transformação de arroz dos Estados Unidos, com tolerância de no mínimo 16% de lipídios e 13% de proteínas, além de no máximo 10% de cinzas e 12% de umidade (PESTANA, MENDONÇA e ZAMBIAZI, 2008; MARAGNO e KUHN, 2013).

O elevado conteúdo de lipídios faz que o farelo de arroz seja mais empregado como matéria-prima na indústria de extração de óleo comestível, mas sua conservação *in natura* traz preocupações, pois seu sistema enzimático é muito ativo, provocando uma rápida e significativa elevação do teor de ácidos graxos livres no produto (BELLA CRUZ, 2000; PESTANA, MENDONÇA e ZAMBIAZI, 2008). Nas etapas de brunimento e polimento ocorre o rompimento das paredes celulares e a liberação de enzimas que atuam sobre os lipídios,

desencadeando o processo denominado de rancificação (NITZKE e BIEDRZYCKI, 2004). As enzimas que mais preocupam no farelo são as lipases, pois hidrolisam os triglicerídeos em ácidos graxos livres, aumentando a acidez, agregando odores e sabores rançosos, conferindo um gosto ácido e desagradável (PESTANA, MENDONÇA e ZAMBIAZI, 2008). Os eventos enzimáticos podem comprometer a utilização do farelo como matéria-prima para extração de óleos comestíveis, visto que diminui o rendimento em óleo neutro e dificulta seu refino, bem como para a alimentação animal e também para o consumo humano, pois além de um produto sensorialmente desagradável, acarreta em perdas de constituintes como vitaminas e antioxidantes (CARVALHO e VIEIRA, 1999; PESTANA, MENDONÇA e ZAMBIAZI, 2008).

Para prevenir o processo oxidativo e aumentar a vida útil do farelo de arroz, esse subproduto pode passar por processos de estabilização em que é aquecido, caso da extrusão termoplástica, que inativa as enzimas lipases (LACERDA *et al.*, 2010). A extrusão do farelo de arroz é um processo termomecânico contínuo, em que o subproduto é transformado física e quimicamente ao ser transportado por meio de parafusos rotatórios por tambores aquecidos, sendo forçado a passar por matriz(es) na saída da extrusora (MARQUES *et al.*, 2018).

Nesse sentido, o trabalho teve como objetivo avaliar periodicamente a acidez, um indicador do processo oxidativo, de dois tipos de farelos gerados pela indústria de arroz, integral e estabilizado, submetidos ao armazenamento em temperatura ambiente e refrigerada.

MATERIAIS E MÉTODOS

AMOSTRAS

Obtenção das amostras

As amostras de farelo de arroz integral (FAI) e de farelo de arroz estabilizado (FAE) foram coletadas diretamente na linha de produção de uma indústria de beneficiamento de arroz

e de uma fábrica de extração de óleo, respectivamente, localizadas no município de Itaqui, na região da Fronteira Oeste do estado do Rio Grande do Sul, Brasil (Figura 1).



Figura 1. Aparência das amostras de farelo (Itaqui/RS, 2022)

FAI: farelo de arroz integral; FAE: farelo de arroz estabilizado.

O FAE passou pelo processo de extrusão em extrusora mono rosca (Expander, EXP-275/250). O fluxograma da Figura 2 demonstra as etapas básicas da industrialização e obtenção dos farelos de arroz utilizados no presente estudo.

Caracterização das amostras

Após a coleta, as amostras de FAI e FAE foram imediatamente avaliadas quanto ao percentual de umidade, em analisador de umidade (MB25, Ohaus); ao teor de lipídios, pelo método de Soxhlet; e à acidez, por titulação com hidróxido de sódio, de acordo com o método de determinação de acidez álcool-solúvel em farinhas e produtos similares (IAL, 2008). Na amostra de FAI também foi avaliada a presença de impurezas totais, através de peneiramento em tela de poliamida, com abertura de 0,8 a 1 mm e fio de 0,5 mm, o mesmo tipo de tela utilizado nas peneiras da fábrica de óleo de arroz. Ainda, as impurezas retidas na tela da peneira foram identificadas como grãos inteiros, quebrados (canjica ou quirera) ou casca de arroz (Figura 3).

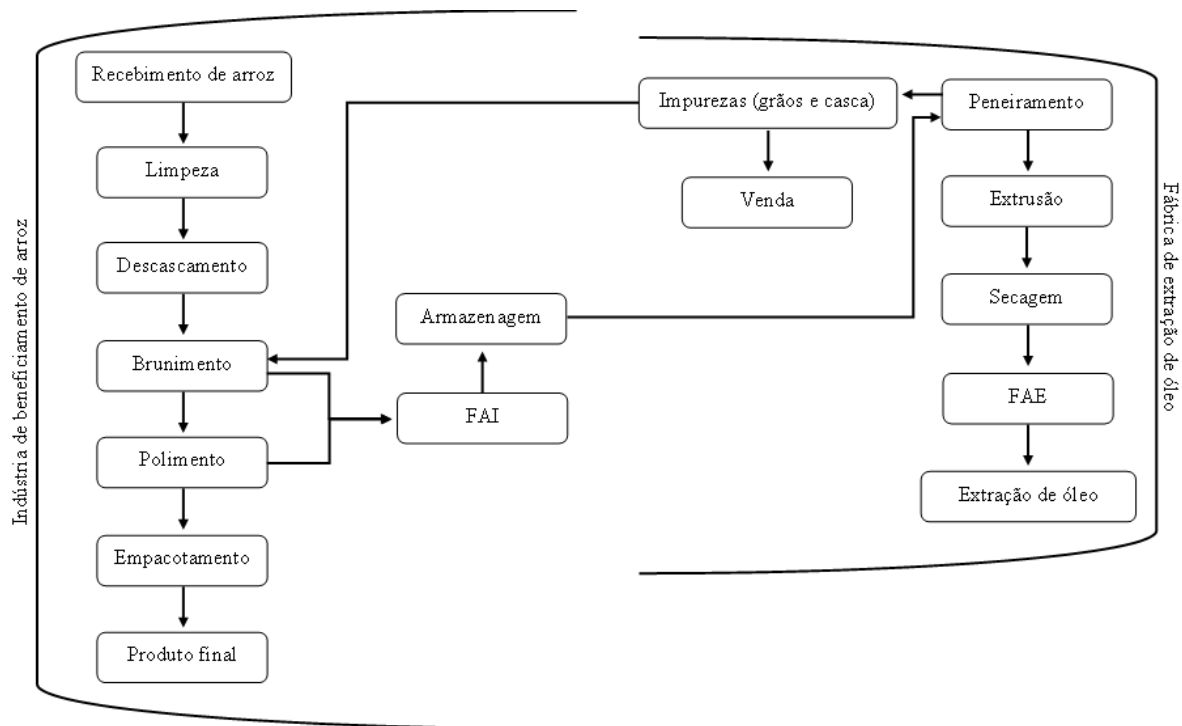


Figura 2. Etapas básicas da industrialização e obtenção dos farelos de arroz (Itaqui/RS, 2022)

FAI: farelo de arroz integral; FAE: farelo de arroz estabilizado.

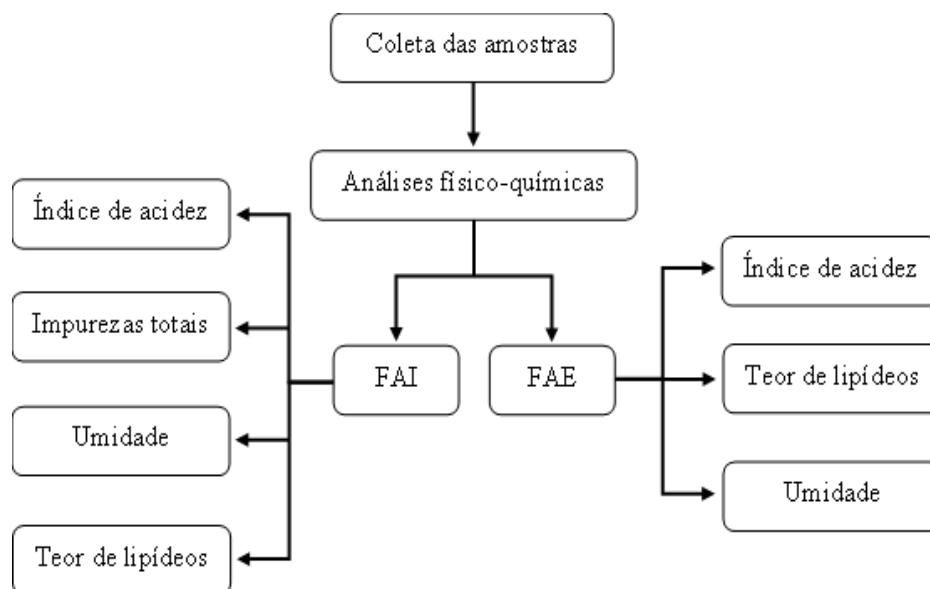


Figura 3. Caracterização das amostras de farelos (Itaqui/RS, 2022)

FAI: farelo de arroz integral; FAE: farelo de arroz estabilizado.

TESTE DE ESTABILIDADE

As amostras de FAI e FAE foram divididas em 24 partes de cada farelo, acondicionadas em embalagens plásticas de polietileno, seladas em máquina seladora de calor e armazenadas em temperatura ambiente (entre 20 e 25 °C) ou refrigerada (de 1 a 7 °C), conforme demonstrado no fluxograma da Figura 4.

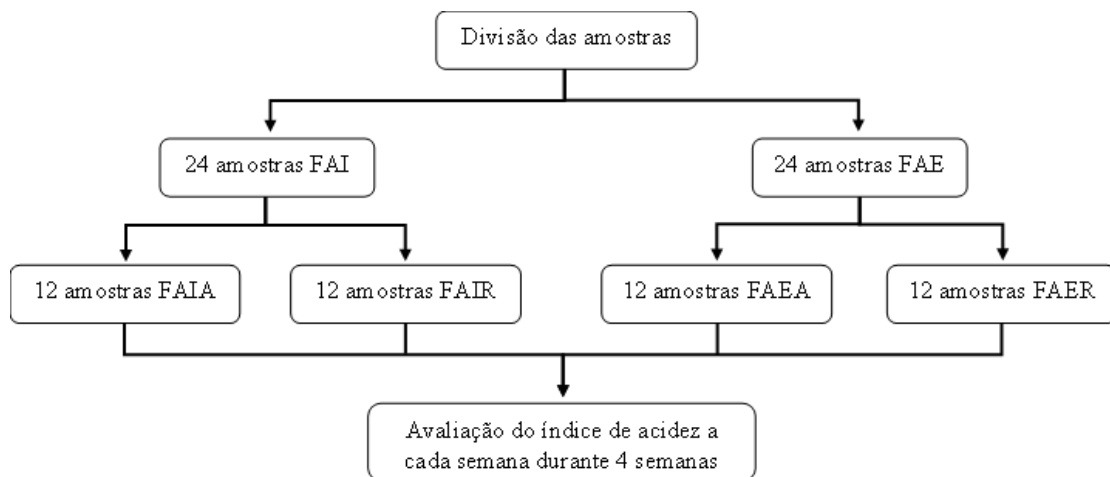


Figura 4. Fluxograma do teste de estabilidade dos farelos de arroz (Itaqui/RS, 2022)

FAI: farelo de arroz integral; FAE: farelo de arroz estabilizado; FAIA: farelo de arroz integral armazenado em temperatura ambiente; FAIR: farelo de arroz integral armazenado refrigerado; FAEA: farelo de arroz estabilizado armazenado em temperatura ambiente; FAER: farelo de arroz estabilizado armazenado refrigerado.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado. Através do programa Statistica, versão 8.0, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias, obtidas a partir das amostras e diferentes tratamentos, comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, os farelos que constituíram as amostras apresentavam características normais para o produto, com teores de umidade em torno de 10%, elevados teores de lipídios e acidez baixa. As impurezas não foram determinadas no FAE devido ao mesmo ser previamente extrusado em *pellets* após uma etapa de peneiramento para retirada de impurezas, como grãos e casca de arroz.

Tabela 1. Características das amostras de farelos de arroz (Itaqui/RS, 2022)

Análise	Farelos	
	FAI	FAE
Umidade	9,99%	10,63%
Lipídios	17,34%	17,92%
Acidez	3,26%	3,17%
Impurezas totais	13,23%	-
Grãos inteiros	1,96%	-
Grãos quebrados (canjica)	4,26%	-
Grãos quebrados (quirera)	6,39%	-
Casca de arroz	0,62%	-

FAI: farelo de arroz integral; FAE: farelo de arroz estabilizado.

Maragno e Kuhn (2013) avaliaram a estabilidade de farelo de arroz submetidos a quatro diferentes tratamentos: controle, peletizado (extrusado), aquecido em micro-ondas e desengordurado. Na caracterização dos farelos, esses autores relataram características diferentes às encontrados nos farelos do presente trabalho (Tabela 1), com destaque para

menores teores de umidade, variando de 3,87 a 8,90%, e, com exceção do farelo desengordurado, maiores teores de lipídios, chegando a 30,14% no tratamento controle.

A extrusão do FAI em FAE é uma importante etapa visando a estabilização oxidativa através do calor gerado no processo, que desnatura enzimas oxidativas, e também para facilitar a extração do óleo de arroz, pois os *pellets* são mais facilmente removidos do contato com o solvente extrator do que seria com o farelo pulverizado. De acordo com Capellini (2013), a extrusão em *pellets* auxilia o acesso do solvente aos lipídios do farelo, pois células são rompidas na extrusão, aumentando o fluxo de solvente pelo farelo e facilitando o processo de extração do óleo.

Os resultados das análises de acidez nos farelos armazenados sob diferentes condições estão demonstrados na Tabela 2 e Figura 5.

Tabela 2. Acidez dos farelos de arroz submetidos a diferentes condições de armazenagem (Itaqui/RS, 2022)

Farelos	% de acidez durante as semanas de armazenagem				
	0	1	2	3	4
FAIA	3,26±0,06 Ae	9,66±1,24 Ad	13,16±1,00 Ac	18,40±0,47 Ab	21,98±0,44 Aa
FAIR	3,26±0,06 Ac	5,95±1,08 Bb	6,02±0,05 Bb	6,93±0,97 Bab	7,93±0,46 Ba
FAEA	3,17±0,07 Ac	4,81±0,03 Bb	7,28±0,19 Ba	7,18±0,14 Ba	7,18±0,11 Ba
FAER	3,17±0,07 Ac	4,02±0,73 Bc	6,54±0,22 Bab	6,14±0,47 Bb	7,51±0,16 Ba

Valores expressos como média ± desvio padrão seguidos por letras distintas que indicam diferença estatística significativa em nível de 5% pelo teste de Tukey; letras maiúsculas representam diferenças entre as médias das colunas e minúsculas das linhas. FAIA: farelo de arroz integral armazenado em temperatura ambiente; FAIR: farelo de arroz integral armazenado refrigerado; FAEA: farelo de arroz estabilizado armazenado em temperatura ambiente; FAER: farelo de arroz estabilizado armazenado refrigerado.

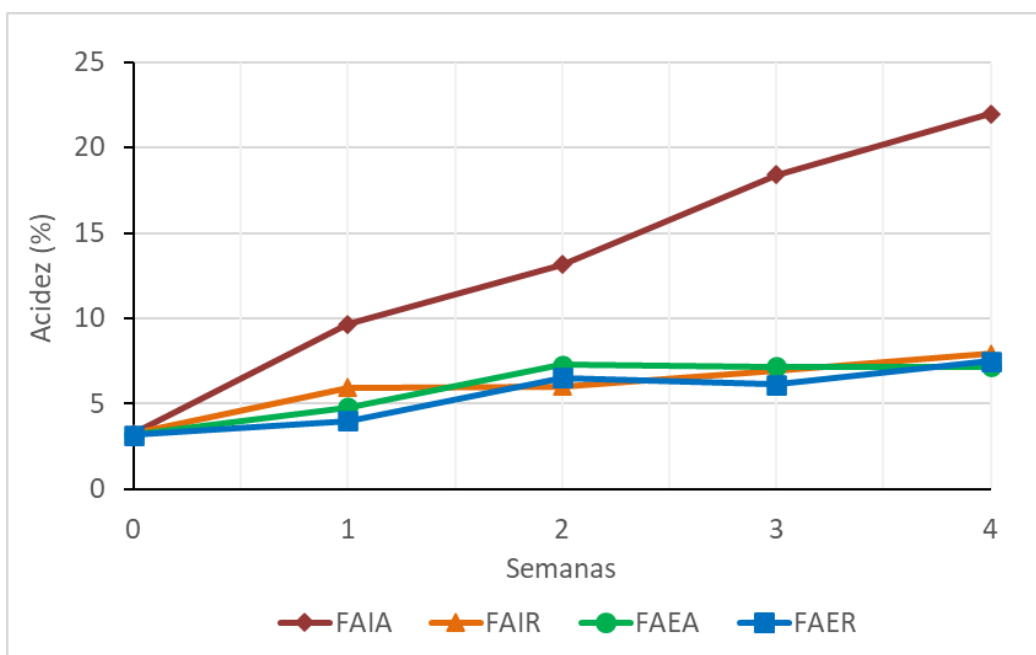


Figura 5. Acidez dos farelos de arroz submetidos a diferentes condições de armazenagem durante quatro semanas (Itaqui/RS, 2022)

FAIA: farelo de arroz integral armazenado em temperatura ambiente; FAIR: farelo de arroz integral armazenado refrigerado; FAEA: farelo de arroz estabilizado armazenado em temperatura ambiente; FAER: farelo de arroz estabilizado armazenado refrigerado.

A evolução da acidez no FAIA foi mais evidente, aumentando progressivamente a cada semana de análise e chegando ao valor médio de 21,98% de acidez após quatro semanas de armazenagem. Já nos demais farelos, os aumentos de acidez foram menores e não atingiram 8% após quatro semanas, valor ultrapassado no FAIA após apenas uma semana de armazenagem. Desde a primeira semana de armazenagem, os valores de acidez no FAIA foram significativamente maiores do que os demais farelos armazenados (Tabela 2).

O valor de acidez do farelo de arroz para extração do óleo bruto é de até 15% (PAUCAR-MENACHO *et al.*, 2007), se a acidez for superior, maiores serão as perdas e a dificuldade no processo de refino para conseguir produzir óleo com acidez abaixo do valor máximo

estabelecido pela legislação, de 0,6 mg KOH/g (BRASIL, 2021). Dessa forma, o FAIA esteve adequado para extração do óleo por até duas semanas, enquanto que os demais tratamentos estiveram adequados durante as quatro semanas de armazenamento (Tabela 2).

Kim, Chung e Lim (2014) constataram que o farelo de arroz integral armazenado por 24 semanas teve aumento da acidez de 2,14 para 19,81%, mas a realização de tratamento térmico seguido de refrigeração em temperatura de 4 a 5 °C minimizou o aumento da acidez, que chegou apenas a 8% no mesmo período de armazenagem.

A estabilidade do farelo de arroz submetido a diferentes tratamentos também foi relatada no trabalho de Maragno e Kuhn (2013). Diferentemente dos resultados obtidos no presente trabalho, esses autores observaram que o farelo de arroz integral, denominado de controle, não apresentou variação de acidez durante sete semanas de armazenamento, mantendo a média de acidez em 1,36%. Já o farelo peletizado foi o que teve o maior valor e aumento de acidez dentre os tratamentos, passando de 1,75 para 2,53% na terceira semana de armazenamento. Os autores concluíram que o tratamento do farelo de arroz em micro-ondas é uma boa opção de estabilização, conferindo os menores valores de acidez e de atividade da enzima lipase, mas não descreveram como os tratamentos foram armazenados durante o período de estudo.

A refrigeração é uma alternativa já estudada para preservar a qualidade dos grãos e que pode ser aplicada ao farelo de arroz, por exemplo, o trabalho de Souza, Rolim e Silva (2018) descreve que o armazenamento de arroz em casca a 8 °C não influenciou no rendimento de grãos inteiros e quebrados, mas retardou o crescimento de microrganismos, como fungos, diminuiu a atividade metabólica e enzimática, amenizou as reações químicas, conteve o desenvolvimento de insetos, reduziu o teor de umidade e a incidência de defeitos; dessa forma, a refrigeração foi eficiente para aumentar a vida útil do produto.

A acidez também já foi testada na avaliação da qualidade de sementes e de grãos de arroz comercializados. Biaggioni e Barros (2006) avaliaram a acidez graxa em sementes de

arroz e encontraram valores de 4,10 a 6,70 mL de KOH/100 g de massa seca; tais resultados tiveram correlação significativa com a germinação (-0,6333) e o envelhecimento acelerado (-0,7326), ou seja, quanto maior a acidez, menor foi o percentual de germinação das sementes de arroz. No mesmo trabalho, os mesmos autores testaram a correspondência entre a acidez graxa e os tipos comerciais de arroz, tendo relatado que quanto mais defeitos (pior o tipo comercial), maiores os valores de acidez, a qual variou de 2,97 a 4,84 mL de KOH/100 g de massa seca, para os tipos 1 e 5, respectivamente.

Visando a conservação do farelo de arroz para a nutrição animal, a acidez também é um dos indicadores de qualidade a ser avaliado. Caso do trabalho de Tubin *et al.* (2016), que conduziram um estudo para avaliar diferentes graus de hidratação e adição de fubá de milho para a ensilagem do farelo de arroz integral contendo 22% de lipídios. Os autores constataram que a inclusão de 40% de fubá e a hidratação de 42,3% proporcionam silagem de farelo de arroz de melhor qualidade, o que inclui menor valor de acidez.

CONCLUSÃO

Os farelos extrusados e/ou refrigerados não diferiram significativamente na evolução da acidez durante quatro semanas de armazenamento, dessa forma, a estabilização por extrusão e a manutenção do farelo de arroz em temperatura de refrigeração são eficientes para reduzir o processo oxidativo e controlar o aumento da acidez, em comparação com o farelo de arroz integral armazenado em temperatura ambiente.

Os resultados obtidos podem contribuir para a minimização de um problema técnico recorrente no processo de extração do óleo bruto de arroz.

Evaluation of oxidation of whole and stabilized rice bran stored at different temperatures

ABSTRACT

The bran obtained in the rice processing process, *Oryza sativa*, has a high lipid content, but its enzymatic system is very active, which can cause a rapid and significant increase in the free fatty acid content in the product. This work aimed to periodically evaluate the acidity of two types of bran generated by the rice industry submitted to storage at different temperatures. Samples of whole and stabilized bran were collected in the production line of a rice industry and an oil extraction factory, respectively. The samples were initially characterized in terms of moisture, lipids, impurities and acidity, then packed in plastic packaging, sealed and stored at room temperature or under refrigeration for the stability test, in triplicate, with weekly evaluation of the acidity for four weeks. The evolution of acidity in whole bran stored at room temperature was more evident, increasing progressively and reaching an average value of 21.98% after four weeks of storage. In the other brans, the acidity increases were smaller and did not reach 8% after four weeks. Since the first week of storage, the acidity values in the whole bran at room temperature were significantly higher than the other brans stored. Stabilization by extrusion and maintenance of the bran at refrigeration temperature were efficient to reduce the oxidative process and control the increase in acidity. The results obtained can contribute to the minimization of a recurring technical problem in the process of extracting crude rice oil.

KEYWORDS: *Oryza sativa*; lipids; acidity; extrusion; stability.

REFERÊNCIAS

BELLA CRUZ, A. **Lipase de farelo de arroz: extração, imobilização e aplicação**. 105 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

BIAGGIONI, M. A. M.; BARROS, R. E. Teste de acidez graxa como índice de qualidade em arroz. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 4, p. 679-684, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 87, de 15 de março de 2021. Estabelece a lista de espécies vegetais autorizadas, as designações, a composição de ácidos graxos e os valores máximos de acidez e de índice de peróxidos para óleos e gorduras vegetais. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília/DF, 17 de março de 2021.

CAPELLINI, M. C. **Extração de óleo de Farelo de Arroz utilizando Solventes Alcoólicos: Avaliação de Alterações na Fração Proteica e na Composição do Óleo**. 135 f. Dissertação (Mestre) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.

CASTRO, E. M.; VIEIRA, N. R. A.; RABELO, R. R.; SILVA, S. A. **Qualidade de grãos em arroz**. Disponível em:

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/510826/1/circ34.pdf>>.

Acesso em: 22 jul. 2022.

DAL MORO, J.; ROSA, C. S.; HOELZEL, S. C. S. M. Composição centesimal e ação

antioxidante do farelo de arroz e seus benefícios à saúde. **Disciplinarum Scientia, Série: Ciências da Saúde**, v. 4, n. 1, p. 33-44, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Consumo Per Capita de Arroz (*Oryza sativa* L.) e de Feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), no Brasil, de 1985 a 2020.** EMBRAPA Socioeconômica. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/docs/arroz/consumopercapitaarrozefeijao.html>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Food Outlook: Biannual Report on Global Food Markets.** 2021. Disponível em: <<https://www.fao.org/3/cb4479en/cb4479en.pdf>>. Acesso em: 09 jun. 2022.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **V 1: Métodos Químicos e Físicos para análise de alimentos.** São Paulo (SP): IMESP, 4. ed., 2008.

KIM, S. M.; CHUNG, H. J.; LIM, S. T. Effect of various heat treatments on rancidity and some bioactive compounds of rice bran. **Journal of Cereal Science**, v. 60, n. 1, p. 243-248, 2014.

LACERDA, D. B. C. L.; JÚNIOR, M. S. S.; BASSINELLO, P. Z.; CASTRO, M. V. L.; SILVA-LOBO, V. L.; CAMPOS, M. R. H.; SIQUEIRA, B. S. Qualidade de farelos de arroz cru, extrusado e parboilizado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, n. 4, p. 521-530, 2010.

MARAGNO, V. P.; KUHN, R. C. Estabilidade do farelo de arroz sob diferentes tratamentos: micro-ondas, peletização e desengorduramento. **Unopar Científica. Ciências Biológicas e da**

Saúde, v. 15, n. 1, p. 47-53, 2013.

MARQUES, G. A.; MAGALHÃES, C. S.; ASCHERI, J. L. R.; SILVA, E. M. M. O efeito do processamento por extrusão termoplástica na qualidade nutricional dos alimentos: uma revisão. **Journal of Applied Pharmaceutical Sciences**, v. 5, n. 1, p. 45-56, 2018.

MARSHALL, W. E.; WADSWORTH, J. I. **Rice Science and technology**. New Orleans: Marcel Dekker, 1994.

NITZKE, J. A.; BIEDRZYCKI, A. **Terra de arroz**. 2004. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/alimentus1/terradearroz/index.htm>>. Acesso em: 16 jun. 2022.

PAUCAR-MENACHO, L. M.; SILVA, L. H.; SANT'ANA, A. S.; GONÇALVES, L. A. G. Refino de óleo de farelo de arroz (*Oryza sativa* L.) em condições brandas para preservação do γ -orizanol. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 45-53, 2007.

PESTANA, V. R.; MENDONÇA, C. R. B., ZAMBIAZI, R. C. Farelo de arroz: características, benefícios à saúde e aplicações. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 29-40, 2008.

SAIDELLES, A. P. G.; SENNA, A. J. T.; KIRCHNER, R.; BITENCOURT, G. Gestão de resíduos sólidos na indústria de beneficiamento de arroz. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 5, n. 5, p. 904-916, 2012.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz Irrigado:**

recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. 2018. Disponível em: <https://www.sosbai.com.br/uploads/documentos/recomendacoes-tecnicas-da-pesquisa-para-o-sul-do-brasil_906.pdf>. Acesso em: 04 ago. 2022.

SOUZA, C.; ROLIM, L. B.; SILVA, L. H. Efeito da temperatura de armazenamento no desempenho industrial do arroz. In: **10º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão - SIEPE.** Santana do Livramento, Brasil: Anais, 2018.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TBCA). **Universidade de São Paulo (USP).** Food Research Center (FoRC). Versão 7.1. São Paulo, 2020. Disponível em: <<http://www.fcf.usp.br/tbca>>. Acesso em: 14 jun. 2022.

TUBIN, J. S. B.; CONTE, R. A.; BAGGIO, R. A.; DAL PIVO, J. C.; ZANELLA, M.; PAIANO, D. Conservação do farelo de arroz integral por ensilagem com diferentes graus de hidratação e adição de fubá de milho. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 4, p. 608-616, 2016.

WALTER, M.; MARCHEZAN, E.; AVILA, L. A. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p. 1184-1192, 2008.

ANEXO A – Diretrizes para autores

Informações aos Autores e Formatação dos Manuscritos

A Brazilian Journal of Food Research (REBRAPA) publica artigos e comunicações científicas na área de Ciência, Tecnologia e Engenharia de Alimentos. Os trabalhos podem ser apresentados em português, inglês ou espanhol, devendo observar as disposições normativas da revista não podendo exceder 6000 palavras (excluindo resumo, abstract, tabelas, figuras, legendas e referências). Todos os manuscritos deverão ser submetidos exclusivamente através do sistema eletrônico de submissão disponível no site www.cm.utfpr.edu.br/rebrapa.

Os autores devem eleger um autor responsável pela submissão, que conduzirá todo o processo de submissão. O autor responsável deve ter obtido permissão por escrito de todos os autores do artigo, devendo manter tal autorização sob sua custódia. Durante o processo de submissão online o autor responsável deverá aceitar as condições de submissão e a declaração de direitos autorais.

A REBRAPA aceita submissão de artigos em duas categorias:

Artigos Originais: Trabalhos que descrevam descobertas originais e de maior importância e devem ser escritos de maneira clara e sucinta.

Artigos de Revisão: Destinados à apresentação do progresso em uma área específica com o objetivo de dar uma visão crítica do ponto de vista do especialista altamente qualificado e experiente. É imprescindível que, na referida área, o autor tenha publicações que comprovem a sua experiência e qualificação. O Corpo Editorial da REBRAPA poderá, eventualmente, convidar pesquisadores qualificados para submeter artigo de revisão.

Preparação dos manuscritos:

Todas as páginas devem ser numeradas consecutivamente (canto inferior direito de cada página). A submissão deverá ser feita em arquivos do tipo DOC ou DOCX em formato A4. Para artigos submetidos em inglês ou espanhol, autores que não sejam fluentes na língua são encorajados a procurar ajuda na escrita do documento. Artigos submetidos em português devem ser redigidos em linguagem culta. Incorreções gramaticais levam inevitavelmente ao atraso no processo de avaliação e aceite do artigo.

Não incluir no manuscrito informações sobre os autores e suas respectivas filiações bem como e-mail de contato ou outros dados que possam identificar a autoria do trabalho. Tais

informações serão incluídas no formulário de submissão e não serão enviadas para os avaliadores a fim de manter a revisão cega dos manuscritos.

Texto: deve ser utilizada a fonte Times New Roman tamanho 12 para o texto, parágrafos justificados com espaçamento duplo entre linhas. Todas as linhas do manuscrito devem ser numeradas consecutivamente utilizando o respectivo comando do editor de textos (Layout de Página > Números de Linha > Contínuo).

Para o processo de submissão, o manuscrito deve ser preparado na seguinte ordem:

- 1) Títulos do trabalho em português e inglês ou espanhol e inglês. O título (fonte tamanho 14) deve ser escrito de forma breve, concisa e clara e deve refletir de forma objetiva o tema do artigo;
- 2) Resumo na língua do manuscrito (máximo de 250 palavras). Este deve ser conciso, fornecendo o escopo do trabalho, objetivos, resultados significantes e conclusões.
- 3) Resumo em inglês, caso o manuscrito não seja escrito em inglês;
- 4) Palavras-chave (3 a 5) em português e inglês ou espanhol e inglês.
- 5) Texto principal. Será permitida alguma flexibilidade na apresentação do conteúdo, contudo deve ser respeitada uma sequência lógica (Introdução, Materiais e Métodos, Resultados e Discussão, Conclusão, Agradecimentos, Referências).

*Importante: Não utilizar símbolos no resumo e palavras-chave.

Na elaboração do texto principal, os seguintes pontos devem ser respeitados:

- Deixar a margem esquerda, direita, superior e inferior de 2,5 cm.
- Incluir figuras e tabelas nos locais onde estas devem aparecer no artigo após a publicação. As figuras e tabelas devem ser numeradas consecutivamente em algarismos arábicos (Exemplo: Figura 1: ...; Tabela 1: ...). Evite duplicar informações apresentando-as simultaneamente em gráficos e tabelas. Os textos das legendas de tabelas e figuras devem refletir seu conteúdo e conter toda a informação necessária para o seu entendimento.
- Imagens não podem ser melhoradas durante o processo de editoração, por isso a qualidade final da imagem depende da qualidade das imagens fornecidas pelos autores. Utilize apenas gráficos e imagens sem cor (preto e branco ou escalas de cinza).
- É preferível que as figuras e tabelas não excedam as margens da página nem estejam em páginas com orientação paisagem.
- Abreviações, siglas e símbolos devem ser claramente definidos na primeira vez em que aparecem no texto.
- Notas de rodapé não são permitidas.
- Equações devem ser geradas por programas apropriados e identificadas no texto com

algarismos arábicos entre parêntesis na ordem em que aparecem.

- As citações bibliográficas inseridas no texto devem ser indicadas dependendo do número de autores. Artigos com um, dois ou três autores, citam-se os sobrenomes separados por ponto e vírgula seguidos do ano de publicação; artigos com quatro ou mais autores, cita-se o sobrenome do primeiro autor, seguido da expressão “et al.” em itálico seguido do ano de publicação; se o nome do autor não é conhecido, cita-se a fonte de origem.

Exemplos:

“Como demonstrado por Silva, Souza e Costa (2008), as temperaturas...”;

“... relacionadas ao tipo de embalagem mais adequada ao seu acondicionamento (SANTOS; FIGUEIRÊDO; QUEIROZ, 2004).”

“De acordo com Silva et al. (2010), os fatores ...”

“... em uma determinada pressão e temperatura (LUZ et al., 2006).

“... até atingir massa constante (AOAC, 1994).”

“... foram realizadas segundo metodologia descrita pela AOAC (1995).”

- Toda a literatura citada ou indicada no texto deverá ser listada em ordem alfabética nas Referências. Artigos em preparação ou submetidos à avaliação não devem ser incluídos nas referências. A formatação das referências deve seguir o padrão exemplificado a seguir.

Livros:

SILVA, D. B.; SILVA, J. A.; JUNQUEIRA, N. P. V.; ANDRADE, L. R. M. **Frutas do cerrado**. Brasília: EMBRAPA, 2001.

BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. de A.; AQUARONE, E. **Biotecnologia industrial: Fundamentos**. São Paulo (SP): Edgard Blucher, 2001. V1.

Artigos:

LIMA, A.; SILVA, A. M. O.; TRINDADE, R. A.; TORRES, R. P.; MANCINI-FILHO, J. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 695-967, 2007.

Teses, Dissertações, Monografias e Trabalhos de Conclusão de Curso:

LEIMANN, F. V. **Nanopartículas Híbridas de Polímero Natural (PHBV)/Polímero Sintético**. 133 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

Normas Técnicas:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: Informação e Documentação. Referências: Elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

Trabalhos Apresentados em Congressos:

CLAROS, R. A. R.; PENZ JÚNIOR, A. M. Control de Calidad de los Diferentes Sistemas de Processado de la Soya. In: **III Seminário Internacional em Ciência Avícolas**. Santa Cruz, Bolívia: Anais, p. 25-32, 1997.

Patentes e Marcas:

EMBRAPA. Unidade de Apoio, Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária (São Carlos). Paulo Estevão Cruvinel. **Medidor digital multisensor de temperatura para solos**. BR n. PI 8903105-9, 1995.

Home Pages e Documentos Disponíveis Somente em Meio Eletrônico:

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Manual para implantação de incubadores de empresas: por que implantar**. Disponível em: <http://www.sebrae.com.br/br/parasuaempresa/incubadorasdeempresas_953.asp>. Acesso em: 12 mai. 2004.

- Segundo o conselho editorial da REBRAPA, artigos submetidos cujas referências bibliográficas estejam fora do padrão determinado ou com informações incompletas não serão publicados até que os autores tenham as referências totalmente adequadas às normas.

- Caso necessário a equipe editorial da REBRAPA pode requisitar o envio de arquivos separados contendo as tabelas e figuras com resolução adequada para publicação impressa.