

**Processo de produção de extrusados  
não expandidos diretos ("pellets") de  
casca de soja e farinha de arroz**





## ***Documentos83***

### **Processo de Produção de Extrusados não Expandidos Diretos ("Pellets") de Casca de Soja e Farinha de Arroz**

José Luis Ramírez Ascheri  
Carlos Wanderlei Piler de Carvalho  
Regina Célia Della Modesta  
Renata Torrezan

Rio de Janeiro, RJ  
2007

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Agroindústria de Alimentos**

Av. das Américas, 29.501 - Guaratiba

CEP: 23020-470 - Rio de Janeiro - RJ

Telefone: (21) 2410-9500

Fax: (21) 2410-1090

Home Page: [www.ctaa.embrapa.br](http://www.ctaa.embrapa.br)

E-mail: [sac@ctaa.embrapa.br](mailto:sac@ctaa.embrapa.br)

**Comitê Local de Publicações e Editoração da Unidade**

Presidente: Virgínia Martins da Matta

Membros: Marcos José de Oliveira Fonseca, Marilia Penteado Stephan, Renata Torrezan, Ronoel Luiz de Oliveira Godoy, Soraya Pereira da Silva, André Luis do Nascimento Gomes.

Secretárias: Renata Maria Avilla Paldês e Celia Gonçalves Fernandes

Revisor de texto: Comitê de Publicações

Normalização bibliográfica: Luciana Sampaio de Araújo

Ilustração da capa: André Guimarães de Souza

Tratamento das fotos e ilustrações: André Guimarães de Souza

Editoração eletrônica: André Guimarães de Souza

**1<sup>a</sup> edição**

1<sup>a</sup> impressão (2007): 200 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

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

**Embrapa Agroindústria de Alimentos**

---

Processo de produção de extrusados não expandidos diretos ("pellets") de casca de soja e farinha de arroz / José Luis Ramírez Ascheri ... [et al.]. - Rio de Janeiro : Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2007.

16p.; 21cm. - (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Documentos, ISSN 0103-6068; 83).

1. Extrusão. 2. Tecnologia de alimento. 3. Casca de soja. 4. Farinha de arroz. I. Ascheri, José Luis Ramírez. II. Carvalho, Carlos Wanderlei Piler de. III. Della Modesta, Regina Célia. IV. Torrezan, Renata. V. Série.

---

CDD: 664.024 (21. ed.)

Embrapa, 2007

# **Autores**

## **José Luis Ramirez Ascheri**

Eng. de Alimentos; D.Sc. Tecnologia de Alimentos e Pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos. Av. das Américas, 29501, CEP 23.020-470, Rio de Janeiro, RJ, Fone (0xx21) 3622-9776.  
E-mail: ascheri@ctaa.embrapa.br

## **Carlos Wanderlei Piler de Carvalho**

Eng. Agrônomo; PhD Ciencia de Alimentos e Pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos. Av. das Américas, 29501, CEP 23.020-470, Rio de Janeiro, RJ, Fone (0xx21) 3622-9776.  
E-mail: cwpiler@ctaa.embrapa.br

## **Regina Célia Della Modesta**

Eng. de Alimentos. Praça Santos Dumont, 10/701 - Gávea, Rio de Janeiro, RJ, Fone (0xx21) 2511-0836.  
E-mail: regimode@hotmail.com

## **Renata Torrezan**

Eng. de Alimentos; Dr. Engenharia de Alimentos e Pesquisador da Embrapa Agroindústria de Alimentos. Av. das Américas, 29501, CEP 23.020-470, Rio de Janeiro, RJ, Fone (0xx21) 3622-9630.  
E-mail: torrezan@ctaa.embrapa.br



# Apresentação

Desde 1995 a Embrapa Agroindústria de Alimentos vem desenvolvendo novos produtos com o uso da tecnologia de extrusão termoplástica. Esta tecnologia de processamento, que combina calor e cisalhamento, tem permitido o aproveitamento de coprodutos da agroindústria com melhoria da qualidade nutricional dos produtos obtidos.

A divulgação dos novos produtos e processos tem ocorrido por meio da realização de um Curso Anual de Processamento de Alimentos e Rações, há mais de dez anos, cujo interesse da sociedade tem aumentado a cada ano, observado pelo aumento do número de participantes, particularmente daqueles do setor privado. Além disso, vários documentos técnicos científicos têm sido gerados e disponibilizados aos interessados, seja na forma de Comunicados Técnicos, Série Documentos, Palestras, trabalhos publicados em periódicos indexados, Dias de Campo na TV e Rádio, entre outros.

Os produtos extrusados comerciais, de uma forma geral, são produzidos, exclusivamente, a partir de cereais, e, no caso particular de extrusados pós-expandidos, por uma segunda etapa de aquecimento, a partir da farinha de trigo.

A casca de soja, resultante da industrialização da soja, pode ser usada em combinação com cereais em produtos de conveniência e prontos para o consumo. Com a substituição parcial do cereal, em particular o arroz, pela casca de soja, os produtos resultantes passam a apresentar maior teor de fibras, minerais e proteínas. O desenvolvimento desses produtos reforça a idéia de reaproveitamento da biomassa e ainda contribui, adicionalmente, para a melhoria da qualidade nutricional dos produtos industrializados disponíveis.

Neste trabalho, a farinha de trigo foi substituída integralmente por grãos quebrados de arroz, de menor valor comercial. Como resultado do processamento do arroz em extrusados não expandidos diretos, em formato de fitas cortadas que expandem ao ser expostos ao choque térmico, normalmente por fritura, o produto final resultante torna-se crocante e possui muito baixo teor de fibras dietéticas e proteínas sendo, no entanto, uma excelente fonte de energia. Embora os produtos energéticos industrializados tenham apelo para alguns tipos específicos de consumidores, para a grande maioria deles, isso pode não ser uma característica desejável devido a sua associação com a obesidade.

A descrição do processo de obtenção desses extrusados não expandidos está descrita no presente documento.

*Amauri Rosenthal*

Chefe Geral da Embrapa Agroindústria de Alimentos



# Sumário

<b>Introdução .....</b>	09
<b>Descrição do Processamento .....</b>	11
<b>Análise Sensorial .....</b>	15
<b>Conclusão .....</b>	16
<b>Referências Bibliográficas .....</b>	16



# Processo de Produção de Extrusados não Expandidos Diretos ("Pellets") de Casca de Soja e Farinha de Arroz

---

*José Luis Ramírez Ascheri*

*Carlos Wanderlei Piler de Carvalho*

*Regina Célia Della Modesta*

*Renata Torrezan*

## Introdução

Na elaboração de produtos de soja destinados à alimentação humana, a casca, em geral, é um dos resíduos obtidos de baixo ou nenhum valor comercial, que vem sendo descartado, porém, que apresenta potencial de aproveitamento na elaboração de biscoitos ou outros produtos alimentícios com alto teor de fibras (CARVALHO; ASCHERI; AZEVEDO, 2005; WANG; CABRAL; FERNANDES, 1997). Por ser uma fonte de fibra insolúvel, o consumo de casca de soja pode contribuir para o tratamento da constipação intestinal crônica, bem como na redução dos riscos de doenças cardiovasculares (NEGRI et al., 2003). A casca de soja, além de conter os minerais cálcio, ferro, magnésio, potássio, fósforo, sódio e zinco, possui quantidade de cálcio e ferro bem superiores aos encontrados no cotilédone e no grão inteiro, segundo resultados de análises realizadas na Embrapa Agroindústria de Alimentos. As cascas de soja mostraram uma composição química (em base seca) de cerca 13% de proteínas, 2% de lipídeos, 5% de cinzas, 58% de fibras (FDN - Fibras Detergente Neutro - proteína insolúvel, hemicelulose, celulose e lignina), 36% de fibra bruta e uma umidade de 10%. Uma das alternativas de uso deste material é a sua mistura com farinha de arroz na elaboração de produtos extrusados. A farinha de arroz, por sua vez, possui a seguinte composição química (em base seca), segundo análise realizada na Embrapa Agroindústria de Alimentos, 0,47% de cinzas, 0,81% de extrato etéreo, 6,75 de proteínas, 91,97% de carboidratos, sendo a umidade de 14,1%.

A extrusão termoplástica é um processo muito utilizado pelas indústrias de alimentos para a produção de "snacks", "pellets" e produtos instantâneos. Nesse processo, o trabalho mecânico é combinado com a ação do calor para desnaturar parcialmente a proteína, reestruturando o material, criando novas formas e texturas. Esse processo consiste basicamente em submeter

farinhas ou "grits" a uma certa hidratação e homogeneização do material, passando, a seguir, pelo cilindro extrusor no qual pode-se variar o tipo de rosca ou parafuso utilizado, a pressão, a temperatura, a velocidade, tanto da alimentação como da rotação da rosca, a taxa de alimentação e o tipo da matriz (cabeçote).

Os "pellets", também chamados de "snacks" de terceira geração ou de "half-products" (produto intermediário), são comumente produzidos pela indústria nacional utilizando farinha de trigo e extrusores de rosca simples de configuração única (ASCHERI; NASCIMENTO, 1999). O processo desenvolvido pela Embrapa Agroindústria de Alimentos consiste na utilização de ingredientes não convencionais e equipamentos em escala piloto. O processamento, em uma primeira etapa, implica na adequação da granulometria da farinha de arroz e das cascas de soja e da umidade requerida para o processamento, seguida do processo de extrusão, durante o qual ocorre o cozimento da massa. O grau de cozimento da massa depende da temperatura nas diferentes seções do extrusor, da velocidade do(s) parafuso(s), taxa de alimentação, tamanho e forma da matriz, além de outros parâmetros. A massa cozida extrusada sai do canhão do extrusor pela matriz, sendo a forma de tiras laminadas o tipo mais utilizado neste caso. Estas tiras passam por uma secagem parcial, são cortadas em pequenas peças, sendo novamente submetidas à secagem até atingir aproximadamente 4-7% de umidade. Após o resfriamento, o produto pode ser estocado para posterior distribuição ou consumo. A preparação final do produto pode ser realizada em forno de microondas ou através de fritura em óleo. No forno de microondas, uma porção do produto pode expandir num tempo entre 40 e 60 segundos aproximadamente, dependendo da potência do mesmo. Na expansão por fritura, o produto necessita ser imerso em óleo a uma temperatura entre 180-185°C, durante aproximadamente 5 a 10 segundos.

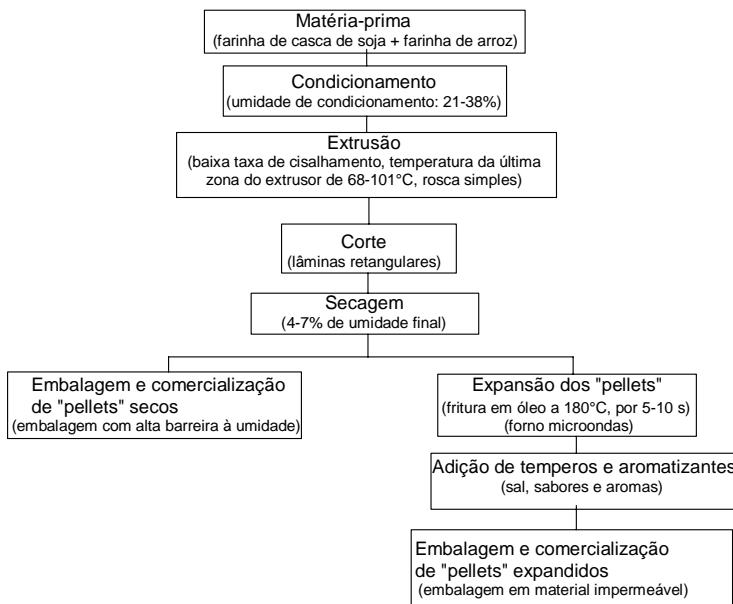
Segundo Ascheri e Nascimento (1999) entre as vantagens dos "pellets" tem-se: não ocupam grandes volumes de espaço nos armazéns e durante o transporte, quando comparados aos produtos de expansão direta; a vida-de-prateleira pode alcançar até 18 meses devido à sua baixa umidade e baixa atividade de água.

Na transformação de farinhas de cereais, pelo processo de extrusão, foi verificada que farinhas amiláceas extrusadas possuem alta solubilidade e aceitação e a utilização de cascas contribui para a incorporação de maior teor de fibras a estes produtos. No caso da mistura de farinha de casca de soja e farinha de arroz, ambos os produtos têm baixo valor comercial, pois a farinha de arroz pode ser obtida de quirera de arroz ou de grãos quebrados e as cascas de soja são consideradas como resíduos, sendo de baixo ou nenhum valor comercial. A produção de extrusados não

expandidos diretos ("pellets") de farinha de arroz e de farinha de casca de soja é mais uma das alternativas para agregar valor a estes produtos e oferecer um produto de boa qualidade, pois os resultados mostraram que é possível obter um produto com boas características físicas e sensoriais, mesmo utilizando níveis de substituição de até 15% da farinha de arroz pela farinha de casca de soja.

## Descrição do Processamento

O processo de obtenção dos "pellets" de farinha de casca de soja e farinha de arroz está apresentado na Fig. 1. O processo de extrusão foi realizado em um extrusor de rosca simples, porém pode ser também realizado em extrusor de dupla rosca.



**Fig. 1.** Fluxograma para a produção de "pellets" de farinha de casca de soja e farinha de arroz nas condições testadas experimentalmente.

Para a análise dos fatores que influenciam a extrusão da farinha de casca de soja com farinha de arroz foi montado um experimento central composto rotacional  $2^3$ , com cinco repetições do ponto central, onde as variáveis do processo foram a umidade de condicionamento ( $X_1$ ), a temperatura na

última zona do processamento ( $X_2$ ) e a porcentagem de farinha de arroz na mistura ( $X_3$ ), segundo o apresentado na Tabela 1. As matérias-primas devem ser misturadas previamente, em proporção que pode variar entre 10 e 20% do peso da farinha de arroz. Neste caso específico foram testadas formulações entre 6 e 23% de farinha de casca de soja em relação à farinha de arroz.

Segundo Carvalho et al. (2004), o arroz a ser utilizado pode ser constituído de quirera de arroz ou grãos quebrados, porém este material deve ser moído em moinho de martelo ou de rolos, de forma a obter uma farinha com distribuição granulométrica homogênea, utilizando peneiras com abertura de 0,212 a 0,710 mm. A farinha de casca de soja foi obtida pela moagem em moinho de martelo, utilizando peneira com abertura de 0,8 mm.

**Tabela 1.** Desenho experimental testado para a produção de extrusados não-expandidos ("pellets") de farinha de casca de soja e farinha de arroz, em níveis decodificados das variáveis.

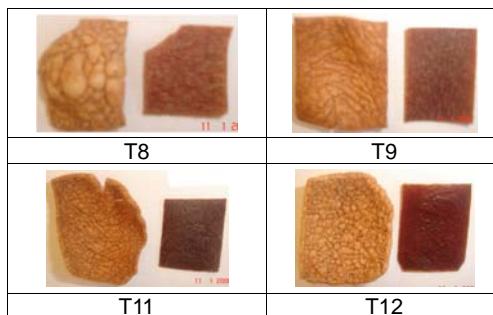
Tratamento (T)	Umidade de condicionamento da mistura $X_1$	Temperatura na última zona do extrusor $X_2$	Quantidade de farinha de casca de soja em relação à farinha de arroz (%) $X_3$
T1	25	75	10
T2	25	75	20
T3	25	95	10
T4	25	95	20
T5	35	75	10
T6	35	75	20
T7	35	95	10
T8	35	95	20
T9	21	85	15
T10	38	85	15
T11	30	68	15
T12	30	101	15
T13	30	85	6
T14	30	85	23
T15	30	85	15
T16	30	85	15
T17	30	85	15
T18	30	85	15
T19	30	85	15

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da caracterização dos "pellets" elaborados com farinha de casca de soja e farinha de arroz para os diferentes tratamentos testados. Os resultados indicam que a adição de farinha de casca de soja interferiu na expansão do produto final, diminuindo-a, porém sem maior comprometimento com a qualidade geral do produto elaborado. A Fig. 2 exibe algumas imagens dos produtos elaborados a partir da mistura de farinha de casca de soja e farinha de arroz em quatro diferentes tratamentos escolhidos aleatoriamente.

**Tabela 2.** Resultados da caracterização física dos tratamentos do processo de extrusão de farinha de casca de soja e farinha de arroz para a produção de "pellet".

Amostra	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	IEV	DA frito	ISA
T1	25	75	10	1,3767	0,3023	4,25
T2	25	75	20	0,791	1,022	6,94
T3	25	95	10	1,2988	0,3904	4,12
T4	25	95	20	0,7817	0,6515	6,84
T5	35	75	10	1,8571	0,3108	4,79
T6	35	75	20	0,952	0,3998	6,67
T7	35	95	10	1,4343	0,3026	4,12
T8	35	95	20	0,9074	0,4601	6,8
T9	21	85	15	1,4227	0,5895	5,59
T10	38	85	15	0,7783	0,579	5,82
T11	30	68	15	0,7057	0,4326	5,8
T12	30	101	15	1,099	0,8702	5,52
T13	30	85	6	2,1533	0,1702	3,99
T14	30	85	23	0,8715	0,3624	6,62
T15	30	85	15	0,6503	0,5536	5,04
T16	30	85	15	0,3565	0,5529	5,39
T17	30	85	15	1,0561	0,2984	7,44
T18	30	85	15	4,5287	0,2257	6,78
T19	30	85	15	6,3714	0,2012	4,58

Sendo: X<sub>1</sub>: Umidade de condicionamento da mistura (%); X<sub>2</sub>: Temperatura da última zona do extrusor (°C); X<sub>3</sub>: Quantidade de farinha de casca de soja na mistura com farinha de arroz (%); IEV: Índice de expansão de volume; DA frito: Densidade aparente do "pellet" frito; ISA: Índice de solubilidade em água (%); IAA: Índice de absorção de água (g gel/g matéria seca); V25: Viscosidade de pasta a frio a 25°C (cP); Vp95: Viscosidade máxima a 95°C (cP); Vf: Viscosidade final de pasta a 25°C (cP).



**Fig. 2.** Fotos de alguns tratamentos utilizados para a produção de "pellets" fritos (imagem à esquerda) e não fritos (imagem à direita) feitos com farinha de casca de soja e farinha de arroz, sendo T= Tratamento.

A Tabela 3 exibe a composição centesimal de alguns produtos elaborados a partir da farinha de casca de soja e farinha de arroz, quando submetidas a três diferentes tratamentos. Estes dados revelam que a adição de farinha de casca de soja à farinha de arroz enriqueceu a composição dos produtos em relação a farinha de arroz original quanto aos teores de proteína e minerais. Os teores de carboidratos foram similares, porém a mistura de farinha de arroz e farinha de casca de soja fez com que o teor de lipídeos observados nos tratamentos fosse inferior aos obtidos para a farinha de casca de soja pura.

**Tabela 3.** Composição centesimal aproximada de produtos extrusados a partir de farinha de casca de soja e farinha de arroz.

Análise	Farinha de casca de soja (%)	Farinha de arroz (%)	Farinhas mistas		
			Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3
Umidade	9,33	12,63	8	7,27	7,24
Cinzas	4,72	0,41	3,68	2,89	3,91
Proteína	12,5	5,85	10,24	10,45	11,18
Lipídeos	2,01	0,41	0,27	0,34	0,32
Carboidratos*	71,44	80,2	77,81	79,05	77,35

Sendo: Tratamento 1 com 10% de farinha de casca de soja;

Tratamento 2 com 15% de farinha de casca de soja e Tratamento 3 com 20% de farinha de casca de soja. \* obtidos por diferença.

A partir das análises destes resultados, recomendam-se para a elaboração dos "pellets" de farinha de casca de soja e farinha de arroz as seguintes condições de processo:

- Extrusor de rosca simples ou dupla rosca.
- Temperatura na última zona do extrusor entre 70 e 80°C.
- Umidade de processamento (condicionamento) deve ser de 30%.
- Matriz laminar com 1 mm de espessura.
- Umidade final do produto inferior a 8%.

## Análise Sensorial

A análise sensorial dos "pellets" elaborados teve por objetivo determinar a preferência dos provadores entre as amostras obtidas com diferentes porcentagens de farinha de casca de soja e arroz e diferentes condições de processo.

A Tabela 4 apresenta as médias obtidas das notas dos provadores para aroma, crocância, sabor e preferência global, utilizando escala hedônica de 7 pontos ("gostou muito" a "desgostou muito"), com consumidores de ambos os sexos. Observa-se por estes dados que para as características aroma, crocância e sabor não houve diferença significativa ( $p>0,05$ ) na preferência dos consumidores entre os tratamentos. Houve, porém, diferença significativa ( $p<0,05$ ) para a preferência global.

Houve uma tendência significativa de preferência quanto ao aroma e a crocância para  $PC_2$  ("pellet" com adição de 15% de farinha de casca de soja), preferido aleatoriamente. No caso do aroma, as médias para os tratamentos  $PC_1$  e  $PC_3$  ("pellets" com, respectivamente, 10% e 20% de farinha de casca de soja) estiveram entre "não gostei nem desgostei" e "gostei ligeiramente", enquanto  $PC_2$  ("pellet" com 15% de farinha de casca de soja) foi considerado como "gostei ligeiramente". Para a crocância, as médias dos 3 tratamentos ("pellets" com 10%, 15% e 20% de farinha de casca de soja) estiveram entre "gostei ligeiramente" e "gostei regularmente".

Quanto ao sabor, houve uma preferência aleatória pelo tratamento  $PC_1$  ("pellet" com 10% de farinha de casca de soja). As médias do sabor para os três tratamentos estiveram entre "não gostei nem desgostei" e "gostei ligeiramente".

Para a preferência geral, os tratamentos  $PC_1$  e  $PC_2$  ("pellet", com respectivamente 10% e 15% de farinha de casca de soja) foram significativamente preferidos.

**Tabela 4.** Resultados do Teste de Média para a avaliação da preferência do "pellet" de farinha de casca de soja e arroz.

Tratamento	Aroma	Crocância	Sabor	Preferência global
$PC_1$	5,6	6,5	5,7	5,6
$PC_2$	6	6,8	5,6	5,9
$PC_3$	5,5	6,1	5,1	5,1
F	1,40 <sup>ns</sup>	2,12 <sup>ns</sup>	1,14 <sup>ns</sup>	3,09*

PC1: "Pellet" com 10% de farinha de casca de soja + 90% farinha de arroz.

PC2: "Pellet" com 15% de farinha de casca de soja + 85% farinha de arroz.

PC3: "Pellet" com 20% de farinha de casca de soja + 80% farinha de arroz.

ns: não significativo ao nível de 5%; \* : significativo ao nível de 5%.

## Conclusão

É possível produzir extrusados não expandidos diretos ("pellets") com o uso de farinha de arroz, substituindo até 15% desta farinha por farinha de casca de soja, sem comprometimento da qualidade geral do produto elaborado, comprovado por meio de análises de caracterização física do produto extrusado e de avaliação sensorial.

## Referências Bibliográficas

- ASCHERI, J. L. R.; NASCIMENTO, R. E. **Processo de elaboração de "snacks" ("pellets") de farinha de arroz e isolado protéico de soja por extrusão termoplástica**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1999. 4 p. (EMBRAPA-CTAA. Comunicado técnico, 34).
- CARVALHO, C. W. P. de; ASCHERI, J. L. R.; AZEVEDO, T. de L. **Elaboração de extrusados expandidos ("snacks") de milho e casca de soja**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2005. 2 p. (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Comunicado técnico, 78).
- CARVALHO, C. W. P. de; ASCHERI, J. L. R. ; NASCIMENTO, R. E. do; CARVALHO, J. L. V. de; DELLA MODESTA, R. C. **Elaboração de "pellets" de arroz formulados com açúcar por extrusão**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2004. 2 p. (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Comunicado técnico, 68).
- NEGRI, E.; LA VECCHIA, C.; PELUCCHI, C; BERTUZZI, M.; TAVANI, A. Fiber intake and risk of nonfatal acute myocardial infarction. **European Journal of Clinical Nutrition**, Londres, v. 57, n. 3, p. 464-470, 2003.
- WANG, S. H.; CABRAL, L. C.; FERNANDES, S. M. Características tecnológicas e sensoriais de biscoitos com alto teor de casca de soja cozidos em microondas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 7, p. 739-745, jul. 1997.





---

*Agroindústria de Alimentos*