

Produção de Extrusados Doces



República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva

Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Roberto Rodrigues

Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Conselho de Administração

Luis Carlos Guedes Pinto

Presidente

Clayton Campanhola

Vice-Presidente

Alexandre Kalil Pires

Ernesto Paterniani

Hélio Tollini

Marcelo Barbosa Saintive

Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

Clayton Campanhola

Diretor-Presidente

Gustavo Kauark Chianca

Herbert Cavalcante de Lima

Mariza Marilena T. Luz Barbosa

Diretores-Executivos

Embrapa Agroindústria de Alimentos

Amauri Rosenthal

Chefe-Geral

Regina Isabel Nogueira

Chefe Adjunto Técnico de Pesquisa e Desenvolvimento

Marcos Luiz Leal Maia

Chefe Adjunto de Administração



ISSN 0103-6068 56

Dezembro, 2004

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos56

Produção de Extrusados Doces

Carlos Wanderlei Piler de Carvalho
José Luis Ramírez Ascheri

Rio de Janeiro, RJ
2004

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: (0xx21)2410-9500

Fax: (0xx21)2410-1090

Home Page: www.ctaa.embrapa.br

E-mail: sac@ctaa.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Regina Isabel Nogueira

Membros: Maria da Graça Fichel do Nascimento

Maria Ruth Martins Leão

Neide Botrel Gonçalves

Ronoel Luiz de O. Godoy

Virgínia Martins da Matta

Supervisor editorial: Maria Ruth Martins Leão

Revisor de texto: Comitê de Publicações

Normalização bibliográfica: Maria Ruth Martins Leão

Foto da capa: Carlos Wanderlei Piler de Carvalho

Tratamento de ilustrações: André Luis do Nascimento Gomes

Editoração eletrônica: André Luis do Nascimento Gomes

1ª edição

1ª impressão (2004): tiragem: 100 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).

Carvalho, Carlos Wanderlei Piler de.

Produção de extrusados doces. / Carlos Wanderlei

Piler de Carvalho, José Luis Ramírez Ascheri - Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2004.

18 p.; 21cm - (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Documentos, ISSN 0103-6068; 56)

1. Arroz. 2. Mandioca. 3. Processamento 4. Produtos extrusados I. Embrapa Agroindústria de Alimentos.

II. Título. III. Série.

CDD 664.72 (21. ed.)

© Embrapa, 2004

Autores

Carlos Wanderlei Piler de Carvalho

Eng. Agrôn., D.Sc., Embrapa Agroindústria de Alimentos,
Av. das Américas, 29.501 - Guaratiba, CEP 23020-
470, Rio de Janeiro, RJ. Telefone: (0xx21) 2410-
9596.

E-mail: cwpiler@ctaa.embrapa.br

José Luis Ramírez Ascheri

Eng. Alim., D.Sc., Embrapa Agroindústria de Alimentos,
Av. das Américas, 29.501 - Guaratiba, CEP 23020-
470,

Rio de Janeiro, RJ. Telefone: (0xx21) 2410-9596.

E-mail: ascheri@ctaa.embrapa.br

Apresentação

Desde 1995 a Embrapa Agroindústria de Alimentos vem desenvolvendo novos produtos com o uso da tecnologia de extrusão termoplástica e divulgando esta forma de cozimento por meio de comunicados técnicos, trabalhos técnico científicos, simpósios e cursos anuais. Nos últimos anos, esta tecnologia tem despertado enorme interesse do setor agroindustrial, o que tem sido observado pelo aumento número de participantes deste setor nos cursos de extrusão.

Não há dados oficiais sobre a produção e consumo de produtos extrusados de pronto consumo, porém de acordo com os últimos dados disponíveis de empresas de consultoria de 1999, o mercado de extrusados alcançou cerca de 78 mil toneladas representando um faturamento de 807 milhões de reais. O consumo destes produtos está associado a fatores da economia, sendo observado aumento quando ocorre melhoria do poder de compra do consumidor, uma vez que estes não são alimentos básicos da dieta do brasileiro.

Tradicionalmente os produtos gerados com os resultados das pesquisas, bem como a maioria dos produtos encontrados no mercado referem-se a produtos extrusados com sabor salgado, sendo assim, são poucos os trabalhos que relatam aspectos tecnológicos inerentes a produção de extrusados doces.

No mercado nacional existem vários tipos de produtos extrusados para consumo imediato que se caracterizam pela sua textura crocante e aerada. Estas características conferem ao produto grande apelo não só ao consumidor jovem, mas também ao adulto. No entanto, extrusados doces tem forte influência no consumo pelas crianças.

Neste trabalho foram utilizadas duas matérias primas amiláceas, a saber: farinha de arroz obtida da moagem de grãos de arroz quebrados de baixo valor comercial e farinha de mandioca branca.

Esta publicação da Embrapa Agroindústria de Alimentos oferece importantes informações sobre a elaboração de produtos extrusados doces como alternativa à maioria produtos extrusados salgados existentes no mercado e principalmente ao consumidor.

Amauri Rosenthal

Chefe Geral da Embrapa Agroindústria de Alimentos

Sumário

Importância da Matéria-Prima e Aspectos Gerais da Produção de Extrusados	09
Adição de Açúcar em Produtos Extrusados Expandidos <i>Snacks</i>	11
Adição de Açúcar em Produtos Extrusados não Expandidos <i>Pellets</i> ...	14
Referências Bibliográficas	17

Produção de Extrusados Doces

Carlos Wanderlei Piler de Carvalho

José Luis Ramírez Ascheri

Importância da Matéria-Prima e Aspectos Gerais da Produção de Extrusados

O tamanho de partícula das matérias-primas pode afetar notavelmente a textura e uniformidade do produto final. O processo de extrusão permite a utilização de uma série de ingredientes e tamanhos de partícula dos mesmos. A importância da uniformidade das partículas também está relacionada com a uniformidade no condicionamento das mesmas. Isto porque a variação das partículas possuem proporções ou taxas de absorção de água diferentes. A taxa de umidificação de cada partícula está relacionada com os princípios da difusividade da água. Portanto, tempo, temperatura, umidade disponível, tamanho de partícula, presença de amidos gelatinizados, fibras e proteínas entre outros fatores afetam este princípio.

A uniformidade no tamanho das partículas dos ingredientes permite que estas sejam adequadamente cozidas no processo de extrusão, prevenindo assim dureza excessiva, cozimento parcial no produto final. Se o tamanho das partículas da matéria-prima variam muito, o produto final pode conter partículas indesejáveis com diferentes graus de cocção, o qual diminui a qualidade tanto na aparência como na percepção do sabor e da textura.

No processo produção de extrusados expandidos, também conhecido como *snacks*, um dos principais fatores de qualidade do produto final está relacionado com a matéria-prima. A expansão do produto depende, principalmente, da composição do material e das condições de processamento o que resulta da expansão longitudinal, da expansão diametral ou de ambas. A expansão do produto depende da intensidade de vaporização da água e das propriedades de fluxo do amido fundido.

Segundo Zhang & Hosenev (1998) e Ryu & Ng (2001), o teor de água não é o único fator importante no mecanismo de expansão, sendo as propriedades reológicas do material fundido, as quais invariavelmente dependem da temperatura e composição do material fundido dentro da extrusora, as variáveis principais. Sendo assim as expansões, longitudinal e radial, são dependentes da viscosidade e da elasticidade do material fundido, respectivamente.

Normalmente a expansão é expressa pela relação entre a área da seção transversal do extrusado e a área da matriz, ou pela relação entre os diâmetros do produto extrusado e da matriz.

Foi observado que nos produtos extrusados expandidos, o ar ocupa de 85 a 92% do volume total, exceto para amostras extrusadas à baixa temperatura. Desta forma, são obtidos extrusados com valores de densidade no intervalo de 0,04 a 0,38 g/cm³. O grau máximo de expansão pode ser previsto, com base no conteúdo de amido. Em amidos puros a expansão pode chegar a 500%, seguido pelos grãos integrais (400%), várias misturas (*pet food*) para alimentação de animais (200-300%) e sementes oleaginosas (150-200%). O conteúdo de amido nesses materiais é de 100, 65-78, 40-50 e 0-10%, respectivamente. De acordo com algumas referências, o limite mínimo de amido num produto, para que ocorra a expansão é de 60 a 70%. O aumento no nível de amido danificado nos ingredientes crus conduz a produtos com poros, textura macia, maior solubilidade e caráter pegajoso quando comido.

O tamanho das partículas tem sido também apontado como um fator importante na expansão, principalmente quando se utiliza extrusores com rosca única. As partículas pequenas são mais rapidamente fundidas e a massa resultante, de viscosidade baixa, não é transportada apropriadamente. Este problema pode, nesses casos, ser eliminado pela redução de umidade. Em contraste, quando da utilização de um extrusor da marca Clextral de rosca dupla, o tamanho de partícula foi considerado relativamente sem grande importância, sendo uma forte indicação que o tamanho de partícula está relacionado com o tipo de extrusor e sua configuração de parafuso (Desrumaux et al., 1998).

Com relação ao tipo de açúcar recomendado para a extrusão, é importante considerar o tamanho dos grânulos de açúcar sejam compatíveis em distribuição granulométrica com as partículas da fonte amilácea seja esta de milho, trigo, arroz, mandioca ou de mistura. Outro aspecto que deve ser considerado é a cor final do produto desejado, sendo assim, prefere-se usar açúcar refinado por não afetar grandemente a cor do produto final.

Adição de Açúcar em Produtos Extrusados Expandidos *Snacks*

Tradicionalmente produtos expandidos são elaborados por extrusão direta a partir de grãos de milho para produção de *snacks* ou farinhas instantâneas. Entende-se por extrusão direta o processo no qual a matéria-prima é acondicionada com adequado teor de umidade seguido de extrusão. O produto resultante caracteriza-se por apresentar alta expansão que após secagem obtêm-se um produto de textura crocante e agradável. Na obtenção de *snacks* doces, normalmente torna-se necessário a adição de açúcar por cobertura em processo adicional ao da extrusão.

Grãos de milho é a principal matéria-prima na produção de expandidos por extrusão, tanto para *snacks* como também para a produção de farinhas instantâneas, o que seria uma etapa posterior ao processo de secagem e moagem dos *snacks* (Ascheri & Carvalho, 1996). Uma alternativa ao uso do milho na produção de expandidos é a utilização de farinha de mandioca e de arroz. A indústria de *snacks* expandidos por extrusão divide-se normalmente em duas partes, conforme seu sabor: doce ou salgado. Normalmente, na fabricação de *snacks* do tipo doce, a adição de açúcar ocorre em etapa posterior à extrusão. De forma a reduzir etapas na linha de produção, pode-se adicionar o açúcar na formulação da mistura a ser extrusada. Essa mistura de açúcar, farinha de mandioca e água de condicionamento é processada na extrusora através de um cuidadoso manejo dos parâmetros de extrusão, tais como: umidade, temperatura, velocidade do parafuso, taxa de alimentação, tipo de matriz, etc. (Carvalho et al., 2002a).

Com a finalidade de reduzir uma etapa no processo de produção de extrusados expandidos também conhecidos como *snacks*, este trabalho propõe a adição de açúcar junto a matéria-prima antes da extrusão. Neste caso, é importante considerar as possíveis modificações no processo convencional deste produto extrusado de expansão direta, uma vez que o açúcar interfere nas características finais do produto como expansão e textura (Carvalho et al., 2002b, Carvalho & Mitchell, 2000 e 2001, Barret et al., 1995). O conhecimento dessas modificações irá possibilitar ajustes no processo, de forma a reduzir custo e tempo por se tratar de um procedimento no qual se elimina o processo de adição de açúcar por cobertura, não necessitando assim

de preparação e pulverização da solução de açúcar na elaboração de *snacks* expandidos com sabor doce.

Segundo Fan et al. (1996), a adição de açúcar diretamente na mistura a ser extrusada pode provocar redução na expansão do produto final, porém, com adequado manejo dos parâmetros do processo, é possível obter resultados satisfatórios. O presente trabalho propõe avaliar a adição de açúcar junto com a matéria-prima, antes da extrusão, indicando os melhores parâmetros para evitar considerável redução da expansão do produto final pelo açúcar.

O fluxograma do processo está descrito a seguir (Fig. 1).

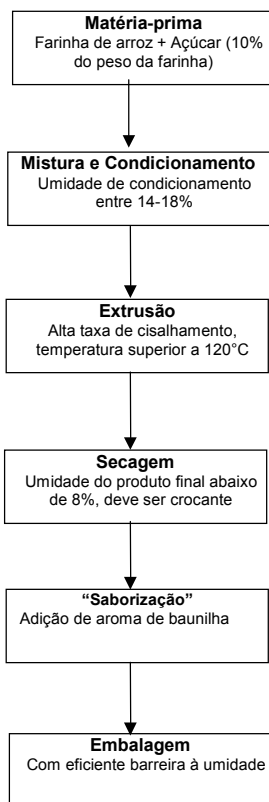


Fig.1. Fluxograma para produção de *snacks* de farinha de arroz e de mandioca formulados com açúcar.

O processamento da farinha de arroz e de mandioca ocorreu no Laboratório de Extrusão da Embrapa Agroindústria de Alimentos e na indústria. Foi definido pela análise sensorial com os testes de preferência e aceitabilidade o teor de açúcar em 10% em base seca da farinha, sendo o teor de açúcar que conferiu o sabor doce ao produto. Quanto ao teor de umidade melhores resultados foram obtidos na faixa de umidade entre 14 e 18% (base úmida), sendo que esta variação pode ser atribuída às diferenças encontradas entre os extrusores de laboratório e da indústria.

A crocância do produto está intimamente relacionada com o teor final de umidade do extrusado expandido. Teor de umidade acima de 9%, de acordo com os trabalhos de Roudaut et al. (2002) em extrusados expandidos apresentaram a crocância do produto sendo drasticamente reduzida.

O tamanho, proporção e estrutura interna dos extrusados expandidos de arroz e de mandioca, em corte radial e longitudinal, são mostrados abaixo (Figs. 2 e 3). Observou-se para as mesmas condições de processo maior expansão dos extrusados de mandioca do que os extrusados de arroz. A cor mais escura dos extrusados de mandioca é devido ao prévio cozimento durante o processo de fabricação da farinha de mandioca.



Fig.2. Corte radial (esquerda) e longitudinal (direita) mostrando a estrutura interna das células marcadas com iodo de extrusado expandido (*snacks*) de arroz com 10%.



Fig.3. Corte radial (esquerda) e longitudinal (direita) mostrando a estrutura interna das células marcadas com iodo de extrusado expandido (*snacks*) de mandioca com 10%.

Adição de Açúcar em Produtos Extrusados não Expandidos *Pellets*

O processo de extrusão, tendo como produto final extrusados não expandidos também conhecidos como *pellets*, caracteriza-se por necessitar de menor gasto de energia quando comparado ao processo de produção direta de extrusados expandidos, uma vez que o material é processado em menores temperaturas e taxa de cisalhamento. Além da menor quantidade de energia, os *pellets* ocupam menor espaço de armazenamento, reduzindo o custo de transporte (Ascheri & Nascimento, 1999). *Pellets*, ou também conhecidos como *snacks* de terceira geração, são produtos extrusados não expandidos diretamente elaborados principalmente com farinha de trigo. Existem no país várias indústrias processadoras de *pellets* cujo mercado está estabelecido principalmente nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul do Brasil. A vantagem de se fabricar *pellets* reside no fato destes produtos serem de baixa umidade (4-8%), permitindo seu armazenamento por longo período de tempo sem deterioração por microorganismos tais como bactérias, fungos e leveduras. A maioria destas fábricas produzem *pellets* para serem utilizados como salgadinhos fritos (Carvalho et al., 2002a); Ascheri & Carvalho, 1997).

Os *pellets* extrusados normalmente encontrados no mercado apresentam sabor salgado. Na produção de *pellets* de arroz sabor doce, deve-se considerar as modificações no processo, de forma a se produzir um produto de qualidade aceitável que venha atender às exigências do consumidor. A adição de açúcar pode ser feita na formulação antes do processo de extrusão. Neste caso, é importante considerar as possíveis modificações no processo convencional deste produto extrusado de expansão indireta, uma vez que o açúcar interfere nas características finais do produto como expansão e textura (Barret et al., 1995, Carvalho & Mitchell, 2001), pois a adição de açúcar tende a reduzir o grau de cozimento do amido presente na farinha de arroz e na farinha de mandioca. O conhecimento dessas modificações possibilitará ajustes no processo de forma a reduzir custo e tempo.

O fluxograma do processo de fabricação de extrusados não expandidos (*pellets*) está exposto na Fig. 4. O teor de umidade da massa de farinha de arroz ou de farinha de mandioca com açúcar deve ser de aproximadamente 30%. A temperatura de cozimento da última zona do extrusor não deve ultrapassar a 80°C, de forma a se evitar bolhas de ar

no interior da estrutura, obtendo-se na saída da matriz um filme levemente translúcido, de cor homogênea e com estrutura resistente à tração. É importante considerar que após o processo de secagem, os extrusados devem ser armazenados por um período igual ou superior a 48 horas antes de sua comercialização, para haja melhor distribuição da água no interior do extrusado. Dessa forma, ao serem fritos ou cozidos no forno de microondas, os extrusados terão uma expansão mais uniforme com formação homogênea de bolhas na superfície e no interior dos mesmos, aumentando assim a sua crocância.

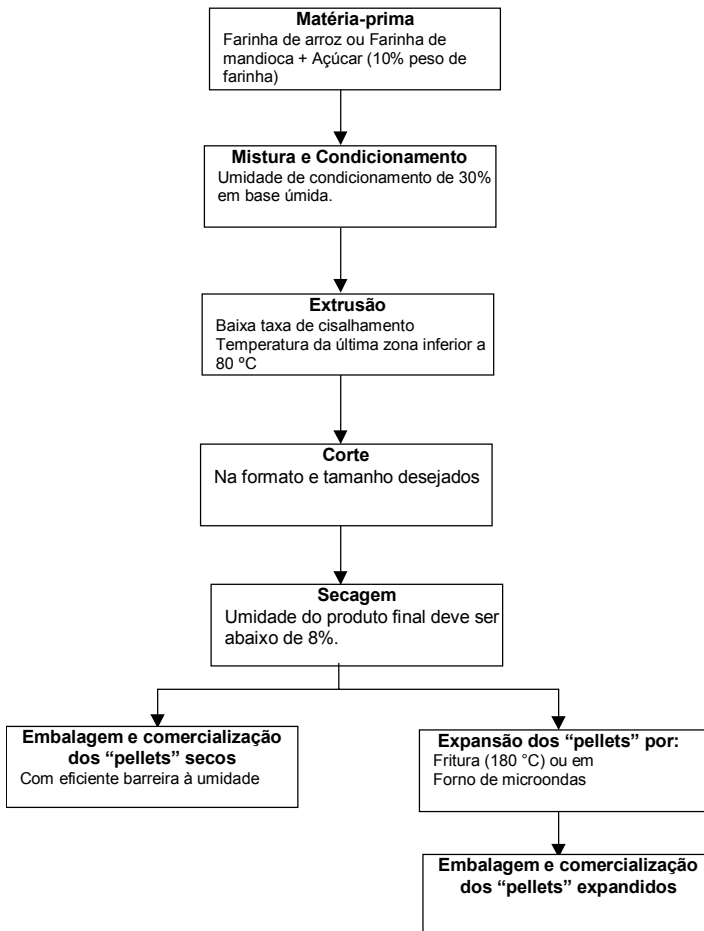


Fig.4. Fluxograma para produção de *pellets* de farinha de arroz e de mandioca formulados com açúcar.

Estão expostos nas Figs. 5 e 6 as fotografias dos extrusados não expandidos de arroz e de mandioca antes e depois de serem submetidos à fritura a temperatura de 180°C, por aproximadamente 15 segundos. Comparando-se os dois extrusados obtidos nas mesmas condições de processamento, notou-se que os extrusados de arroz possuem uma textura mais leve e mais crocantes que os de mandioca, o que pode ser atribuído a maior expansão da mandioca ao emergir da matriz durante o processo de extrusão. Sendo assim, os *pellets* de mandioca são mais espessos que os de arroz contribuindo para maior dificuldade de expansão após a fritura. Neste caso, recomenda-se utilizar matrizes de espessura mais estreita ao se processar a farinha de mandioca para que filmes mais finos sejam produzidos e maior expansão após fritura seja então obtida.



Fig.5. Extrusado não expandido (*pellets*) de arroz com 10 % de açúcar antes e após a fritura.



Fig.6. Extrusado não expandido (*pellets*) de mandioca com 10 % de açúcar antes e após a fritura.

Referências Bibliográficas

- ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. Caracterización físico química de snacks de grits de maiz producidos por extrusion termoplástica. **Alimentaria**, Madrid, v. 34, n. 273, p. 87-91, 1996.
- ASCHERI, J. L. R.; CARVALHO, C. W. P. Efecto de los parámetros de extrusion, características de pasta y textura de pellets (snacks de tercera generación) producidos a partir de trigo y maiz. **Alimentaria**, Madrid, v. 35, n. 279, p. 93-98, 1997.
- 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).
- BARRETT, A.; KALETUNC, G.; ROSENBERG, S.; BRESLAUER, K. Effect of sucrose on the structure, mechanical strength and thermal-properties of corn extrudates. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 26, n. 4, p. 261-269, 1995.
- CARVALHO, R. V.; ASCHERI, J. L. R.; CAL-VIDAL, J. Efeito dos parâmetros de extrusão nas propriedades físicas de pellets (3G) de misturas de farinhas de trigo, arroz e banana. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 1006-1018, 2002a.
- CARVALHO, C. W. P.; ASCHERI, J. L. R.; MITCHELL, J. R. Efecto del azúcar en la expansión, energía mecánica específica y textura en extruidos de maíz e trigo. **Alimentaria**, Madrid, v. 39, n. 339, p. 53-60, 2002b.
- CARVALHO, C. W. P.; MITCHELL, J. R. Effect of sucrose on starch conversion and glass transition of nonexpanded maize and wheat extrudates. **Cereal Chemistry**, St. Paul, MN, v. 78, n. 3, p. 342-348, 2001.
- CARVALHO, C. W. P.; MITCHELL, J. R. Effect of sugar on the extrusion of maize grits and wheat flour. **International Journal of Food Science and Technology**, London, v. 35, p. 169-576, 2000.

- DESRUMAUX, A.; BOUVIER, J. M.; BURRI, J. Corn grits particle size and distribution effects on the characteristics of expanded extrudates. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 63, p. 857-863, 1998.
- FAN, J. T.; MITCHELL, J. R.; BLANSHARD, J. M. V. The effect of sugars on the extrusion of maize grits .1. The role of the glass transition in determining product density and shape. **International Journal of Food Science and Technology**, London, v. 31, p. 55-65, 1996.
- FARHAT, I. A.; BLANSHARD, J. M. V.; DESCAMPS, M.; MITCHELL, J. R. Effect of sugars on retrogradation of waxy maize starch-sugar extrudates. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, MN, v. 77, n. 2, p. 202-208, 2000.
- ROUDAUT, G.; DACREMONT, C.; PAMIES, B. V.; COLAS, B.; LE MESTE, M. Crispness: a critical review on sensory and material science approaches. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, Inglaterra, v. 13, n. 6-7, p. 217-227, 2002.
- RYU, G. H.; NG, P. K. W. Effects of selected process parameters on expansion and mechanical properties of wheat flour and whole cornmeal extrudates. **Starch:Starke**, Weinheim, v. 53, n. 3-4, p. 147-154, 2001.
- ZHANG, W.; HOSENEY, R. C. Factors affecting expansion of corn meals with poor and good expansion properties. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, MN, v. 75, p. 639-643, 1998.

Embrapa

Agroindústria de Alimentos

**Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento**

