

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS**

FBT – 0201
Tecnologia de Alimentos
Prof^a Susana Saad
Prof^a Maricê de Oliveira
Prof^o Luiz Antonio Gioielli

Alimentos Extrusados

**Alessandra Carreiro
Alessandra Godoy
Ana Carolina Lima
Carolina Tavares
Daniela Lopes
Vanessa A. Magalhães**

São Paulo
Novembro/2008

Introdução

- **Aplicações da tecnologia de extrusão:**
- Alimentos para o consumo animal
- Alimentos para o consumo humanos em diversas áreas:
 - ✓ panificação
 - ✓ cereais matinais
 - ✓ snacks
 - ✓ texturizados
 - ✓ Produção de alimentos instantâneos
 - ✓ Processamento de proteínas de oleaginosas e de leguminosas
 - ✓ Produção de alimentos pré-cozidos



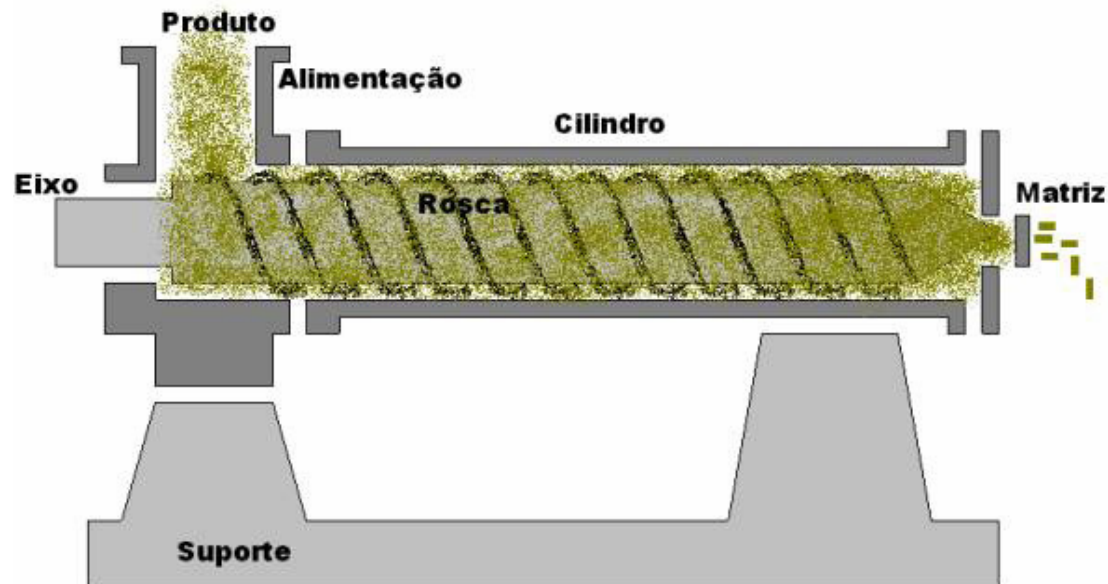
Introdução

- **Processo de extrusão:**
 - Processo termomecânico contínuo
 - Combinação de operações unitárias como:
 - Misturar
 - Amassar
 - Modelar
 - Cocção ou não
 - Transformação de alimentos básicos ou alternativos em alimentos de distinta forma, textura, cor e aroma
 - **Princípio básico:** conversão de um material sólido ao estado de massa fluída (combinação de umidade, calor, compressão e tensão de cisalhamento – obtenção da gelatinização do amido e/ou desnaturação da proteína presente no alimento)

Equipamento

- **Constituído por:**

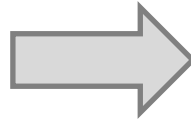
- Cilindro encamisado
 - Circula vapor
 - ou
 - Água de resfriamento
- Parafuso (rosca):
 - Simples
 - Duplo



Parafuso Extrusor

- **Três zonas:**

- Alimentação
- Compressão
- Cisalhamento (cocção)



- **Três funções:**

- Receber e transportar o alimento
- Comprimir e trabalhar o alimento
- Uniformizar a mistura

- **Parafuso simples:** transporte = fricção da matéria-prima com cilindro

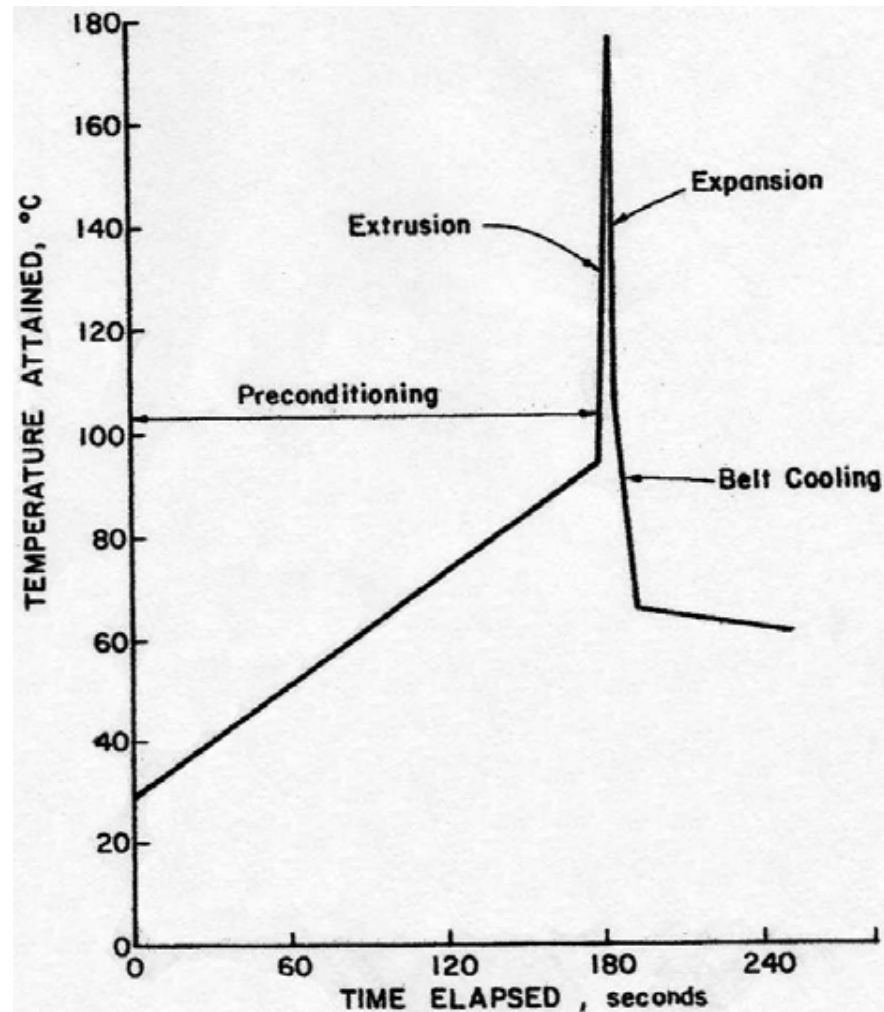
- **Parafuso duplo:** parafusos encaixados próximos

- Melhor mescla
- Evita rotação do alimento

Classificação

- **Extrusão a frio**
- **Extrusão a quente (cozimento):**
 - Aquecimento por transmissão de calor \Rightarrow contato com as paredes ou rosca (vapor)
 - Cozimento por extrusão = HTST (*High-temperature/ Short-time*):
 - ✓ Altas temperaturas (120-170°C)
 - ✓ Alta pressão (4-5 Mpa)
 - ✓ Curto tempo (4-5 segundos)
- ❖ Parte do calor é proveniente da fricção entre o parafuso e as ranhuras do cilindro
- ❖ Há extrusores em que o aquecimento é elétrico

Relação tempo-temperatura para um produto extrusado



Processo

- **Pré-extrusão:**
 - Preparação dos ingredientes e mistura
 - Transporte e acondicionamento em umidade
- **Extrusão:**
 - Introdução da matéria-prima (alimentador)
 - ↑ gradativo do atrito mecânico
 - ↑ de temperatura e pressão = cozimento
- **Pós-extrusão:**
 - Secagem

- **Placa de orifícios e facas rotatórias** conferem forma desejada e cortam o produto

- Alta pressão ↓ na saída = evaporação instantânea da água e expansão do produto.

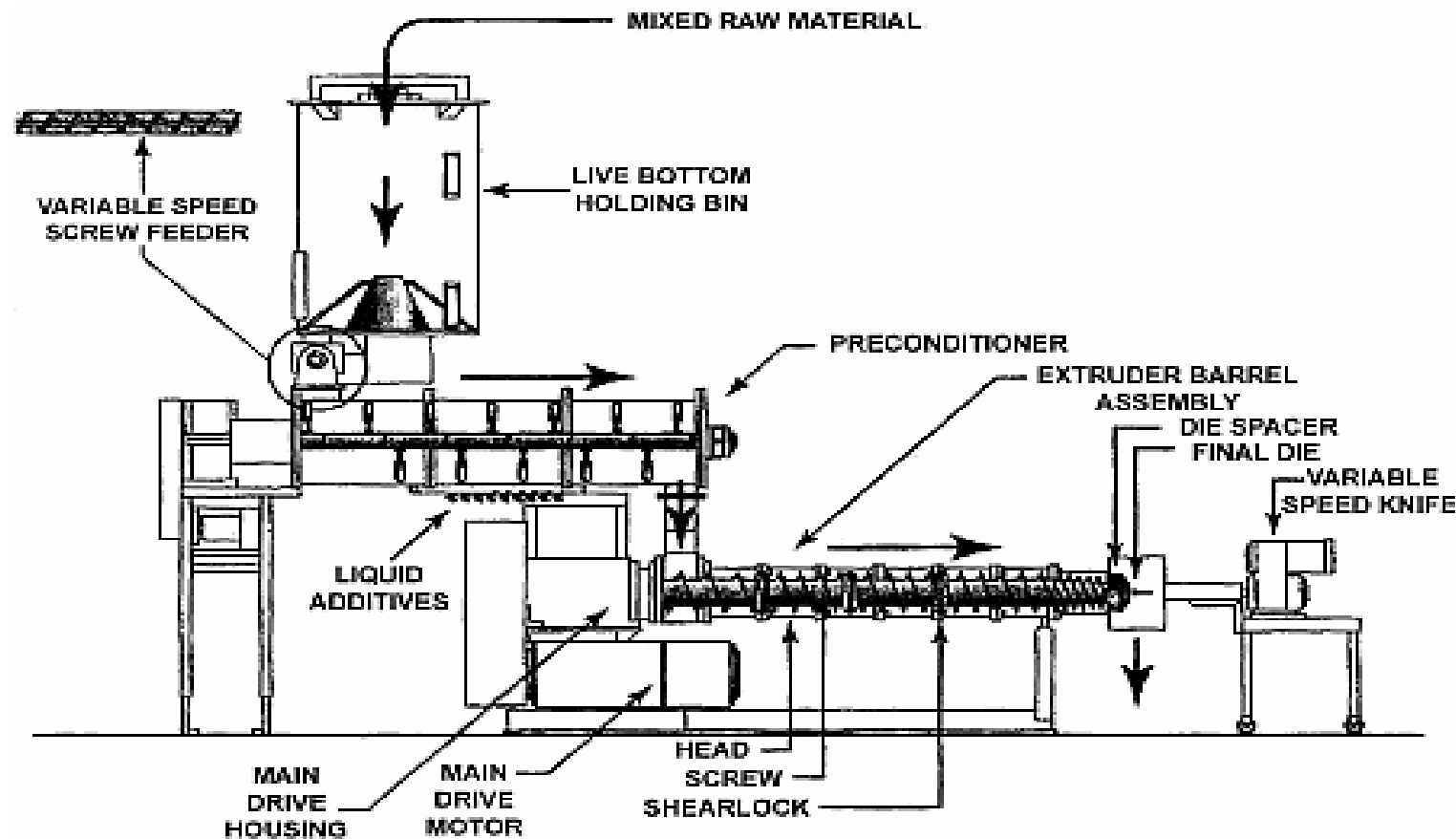
→ **Solidificação/endurecimento**



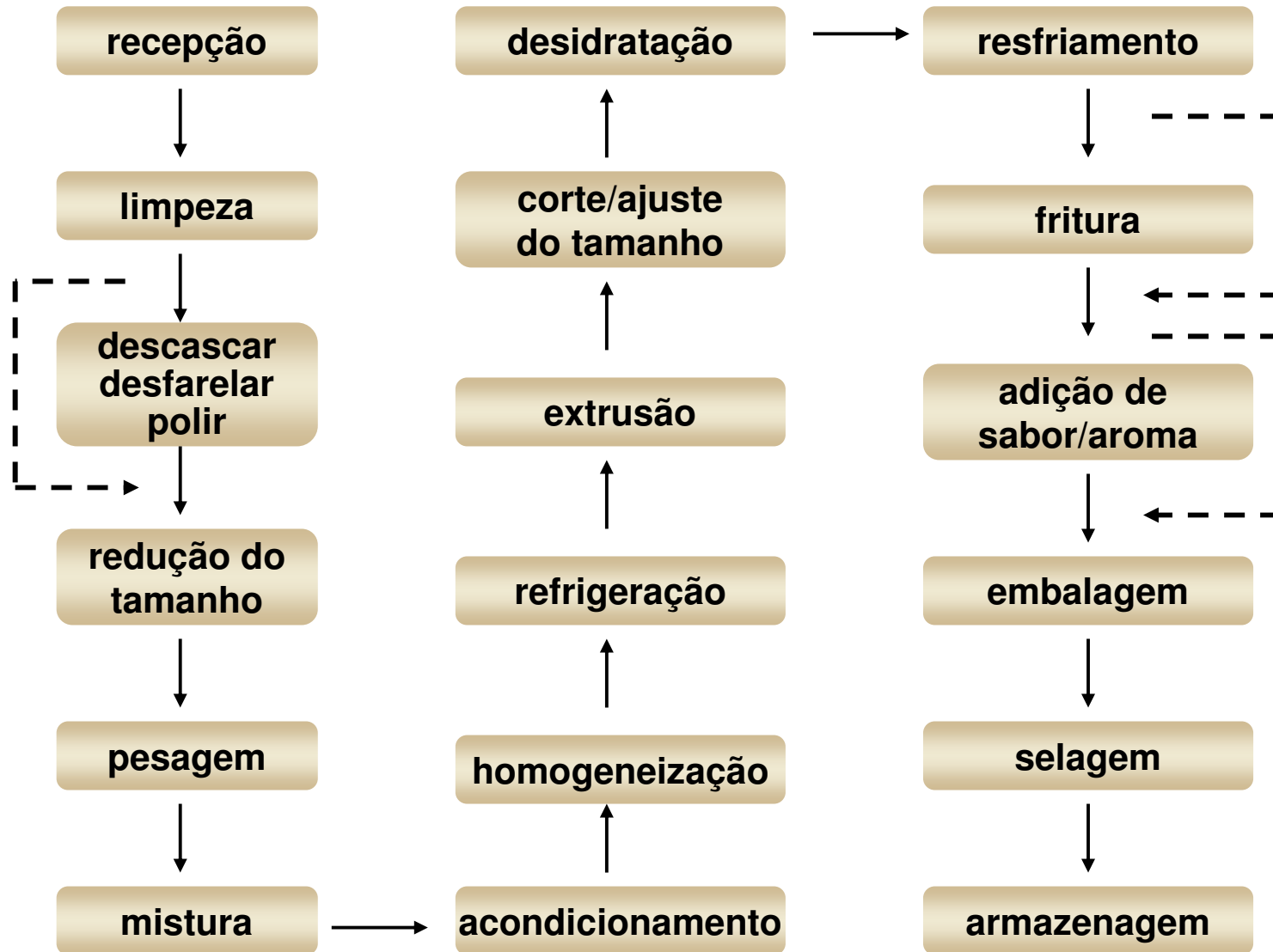
Textura ⇒ QUALIDADE

- Estrutura do amido total ou parcialmente destruída
- Amido extrusado disperso em água → absorção e solubilidade (forma pasta sem aquecimento)

Esquema básico do processo de extrusão



Fluxograma



Parâmetros que influenciam nas características gerais do produto

- **Condição de processamento**

- temperatura
- pressão
- diâmetro do orifício de saída
- taxa de cisalhamento
- outros

- **Características do alimento**

- umidade inicial
- estado físico dos componentes
- composição química (tipo de amido, proteína, gordura, açúcares)



Afeta textura e cor do produto

❖ \uparrow de temperatura e \downarrow de umidade = \downarrow qualidade protéica

Efeitos sobre nutrientes

- **Ocorre:**

- Rompimento das interações entre macromoléculas
- Rompimento de ligações covalentes e hidrólise



Reorganização de estruturas

- **Proteína:** desnaturação, dissociação, formação de filamentos = ↑ valor nutricional e ↑ digestibilidade
- **Fibras:** solubilização = ↑ viscosidade e efeitos terapêuticos

Efeitos sobre nutrientes

- **Amido:** gelatinização, rompimento, expansão = amido mais solúvel
- pequena formação de amido resistente pelo resfriamento rápido
- **Ferro:** $\text{Fe}^{+3} \rightarrow \text{Fe}^{+2} = \uparrow$ biodisponibilidade
- **Zn, Mg, Cu e P:** \downarrow biodisponibilidade pela presença de fitato
- **Fatores antinutricionais (taninos e fitatos):** redução, remoção ou destruição

Vantagens

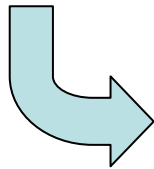
- **Versatilidade**
- **Alta produtividade**
- **Baixo custo**
- **Formato dos produtos**
- **Alta qualidade dos produtos:**
 - ✓ Baixa degradação de nutrientes
 - ✓ ↑ biodisponibilidade de alguns nutrientes
 - ✓ ↑ digestibilidade
 - ✓ ↓ contagem microbiana
 - ✓ Inibição de enzimas deteriorantes
- **Baixo consumo de energia**
- **Fabricação de novos produtos (modificação de matéria-prima)**
- **Não gera resíduos**

Possíveis efeitos indesejáveis

- Perda de vitamina C e tiamina
- Formação de lípide-amilose = amido e lipídio indisponíveis
- ↓ biodisponibilidade de lisina (Reação de Maillard)
- Escurecimento
- Produção de aromas desagradáveis

Produção de snacks

- **Cozimento por extrusão:** usado há muitos anos
- **Atualmente:** ↑ significativo de consumo e grande variedade de *snack-foods* (amido como matéria-prima)



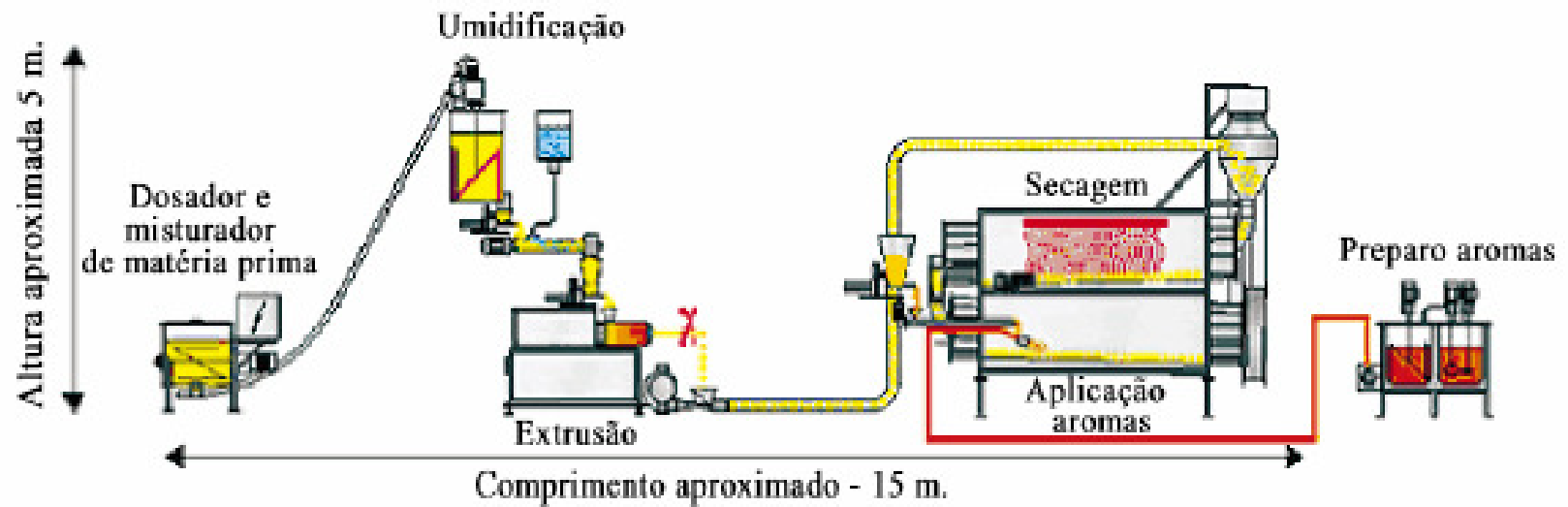
Produção no Brasil:
potencial de crescimento
considerável

- **EUA:** Maior exportador para o Brasil
- **Região Centro-Sul do Brasil:** principais centros de consumo
- **São Paulo:** maior importador do país

Desenvolvimento de um *snack* (“salgadinho”)

- **Pesagem e umidificação**
- **Encaminhamento ao extrusor através de roscas**
- **Direcionamento à matriz através de rosca sem fim**
- **↑ de temperatura (>100°C) e pressão**
- **↓ de pressão ao deixar o extrusor = vaporização da água e expansão do material**
- **Secagem \Rightarrow ↓ A_w = ↑ vida de prateleira**

Linha de produção de *snacks*



Desenvolvimento de um *snack* (“salgadinho”)

- **Aplicação de aromas** (por cilindro rotatório com bico de aspersão)



uniformidade

- **Embalagem:** máquina vertical \Rightarrow ensaca produtos em filmes flexíveis (bobina)
 - sacos de várias formas
 - dosagem dos produtos feita manualmente ou automaticamente



Diferentes formas de *snacks*



Cheetos



Bola



Cebola



Concha



Concha trevo



Estrela



Palito



Pizza



Trevo



Tubo



Zig-Zag

- O tamanho e a forma são determinados pela abertura do molde e pela velocidade do sistema de corte

Referências

- 1 – Borba AM, Sarmento SBS, Leonel M. Efeito dos parâmetros de extrusão sobre as propriedades funcionais de extrusados da farinha de batata-doce. Ciênc Tecnol Aliment, Campinas, 25(4): 835-843, out-dez 2005.
- 2 – Leonel M. Processamento de batata: fécula, flocos, produtos de extrusão. In: Seminário Brasileiro sobre Processamento de Batatas. Pouso Alegre, 2005. [acesso em 15 out 2008]; Disponível em: http://www.abbabatatabrasileira.com.br/brasil_eventos_minas2005.htm
- 3 – Souza ML, Manazes HC. Avaliação sensorial de cereais matinais de castanha-do-brasil com mandioca extrusados. Ciênc Tecnol Aliment, Campinas, 26(4): 950-955, out-dez 2006.
- 4 – Ferreira TAPC. Avaliação nutricional do amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) extrusado em diferentes condições de umidade. São Paulo, 1999. 157p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo.
- 5 – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Alimentos e Novas Tecnologias na UFRGS. [acesso em 10 out 2008]; Disponível em: <http://www.ufrgs.br/alimentus/feira/prcerea/extrusad/prextrus.htm>
- 6 – Harper JM. Extrusion of Foods. Boca Raton: CRC Press, v. 1, 1981. 212p.
- 7 – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A Feira – Operações unitárias de transformação. [acesso em 18 out 2008]; Disponível em: <http://www.ufrgs.br/Alimentus/feira/optransf/extrusao.htm>
- 8 – Souza ML, Manazes HC. Extrusão de misturas de castanha do Brasil com mandioca. Ciênc Tecnol Aliment, Campinas, 28(2): 451-462, abr-jun 2008.
- 9 – Cereda MP, Vilpoux O, Franco CML. Uso de amido e seus derivados na produção de salgadinho extrusados (snacks). In: Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas. São Paulo: Fundação Cargill, 2003, v.3, Cap. 6, p. 132-42.