



*Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas*

ALIMENTOS E BEBIDAS

# dossiê técnico

## Produtos Extrusados para Consumo Humano, Animal e Industrial

Processos de fabricação de alimentos extrusados

**Lílian Guerreiro**

Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro - REDETEC

Agosto/2007  
Edição atualizada em Fevereiro/2022



Serviço Brasileiro de **Respostas Técnicas**

# dossiê técnico

O Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT fornece soluções de informação tecnológica sob medida, relacionadas aos processos produtivos das Micro e Pequenas Empresas. Ele é estruturado em rede, sendo operacionalizado por centros de pesquisa, universidades, centros de educação profissional e tecnologias industriais, bem como associações que promovam a interface entre a oferta e a demanda tecnológica. O SBRT é apoiado pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE e pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI e de seus institutos: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia – IBICT.



TÊCPAR



Ministério da  
Ciência, Tecnologia  
e Inovação



# Produtos Extrusados para Consumo Humano, Animal e Industrial



Dossiê Técnico	GUERREIRO, Lílian Produtos Extrusados para Consumo Humano, Animal e Industrial Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro - REDETEC 1/8/2007
Resumo	[Informações a respeito dos produtos obtidos através do processo de extrusão, tais como, produtos para consumo humano, consumo animal e industrial; tipos de extrusão; características dos extrusores utilizados, classificação dos extrusores conforme as roscas utilizadas e o processo de extrusão propriamente dito; fornecedores dos equipamentos, características dos produtos obtidos, controle de processo tempo/temperatura, legislação e fabricantes de equipamentos.]
Assunto	FABRICAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS NÃO ESPECIFICADOS ANTERIORMENTE
Palavras-chave	<i>Alimento infantil; cereal matinal; equipamento; extrusão; extrusora; farelo de soja; farinha de cereal; legislação sanitária; matéria-prima; milho; proteína texturizada de soja; snack; sopa instantânea; sopa desidratada</i>
Atualizado por	AMBROZINI, Beatriz



Salvo indicação contrária, este conteúdo está licenciado sob a proteção da Licença de Atribuição 3.0 da Creative Commons. É permitida a cópia, distribuição e execução desta obra - bem como as obras derivadas criadas a partir dela - desde que criem obras não comerciais e sejam dados os créditos ao autor, com menção ao: Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas - <http://www.respostatecnica.org.br>

Para os termos desta licença, visite: <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>

## Sumário

1 INTRODUÇÃO .....	2
2 OBJETIVO .....	3
3 PROCESSO DE EXTRUSÃO .....	3
3.1 TECNOLOGIA .....	3
3.2 FUNCIONALIDADE DO PROCESSO EXTRUSÃO .....	4
3.3 CARACTERÍSTICAS .....	5
3.4 MATÉRIA – PRIMA .....	5
3.5 PARÂMETROS DE QUALIDADE .....	6
3.5.1 ÍNDICE DE EXPANSÃO .....	6
3.5.2 VOLUME ESPECÍFICO .....	6
3.5.3 ÍNDICE DE ABSORÇÃO DE ÁGUA (IAA) .....	6
3.5.4 ÍNDICE DE SOLUBILIDADE EM ÁGUA .....	6
4 ETAPAS DO PROCESSO .....	7
5 FATORES QUE AFETAM A EXTRUSÃO .....	8
5.1 TEMPERATURA .....	8
5.2 FORMULAÇÃO .....	8
5.3 CONFIGURAÇÃO DO PARAFUSO / ROSCA .....	8
5.4 UMIDADE .....	8
6 FLUXOGRAMA DE PROCESSO .....	8
6.1 TANQUE DE HOMOGENEIZAÇÃO .....	9
6.2 ROSCA ALIMENTADORA .....	9
6.3 CONDICIONADOR .....	9
6.4 CANHÃO EXTRUSOR .....	10
6.4.1 CÂMARAS ENCAMISADAS .....	10
6.4.2 ROSCAS .....	10
6.5 MECANISMO DE DESENHO E CORTE .....	11
6.5.1 MATRIZ .....	11
6.5.2 MECANISMO DE CORTE .....	11
7 TIPOS DE EXTRUSORAS .....	11
7.1 ROSCA SIMPLES .....	11
7.2 ROSCA DUPLA .....	12
7.3 TURBO <i>EXTRUSION</i> <sup>®</sup> .....	12
8 PRODUTOS .....	12
8.1 SNACKS .....	12
8.1.1 PRODUÇÃO .....	13
8.2 CEREAIS MATINAIS .....	14
8.3 FARINHA DE CEREAIS .....	14
8.4 FARELO DE SOJA .....	15
8.5 PROTEÍNA TEXTURIZADA DE SOJA .....	15
8.6 PRODUÇÃO DE <i>PELLETS</i> .....	16
8.7 SOPAS INSTANTÂNEAS E ALIMENTOS PARA BEBÊS .....	17
8.8 RAÇÃO ANIMAL .....	17

## Conteúdo

### 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de tecnologia de extrusão moderna já conta com mais de 70 anos, apesar das ideias básicas terem sido desenvolvidas em meados do século XIX. Extrusores mono-rosca foram utilizadas nos anos 30 para dar forma a macarrões e cereais pré-cozidos, mas somente nos anos 40 foram desenvolvidos extrusores com grandes motores elétricos, para cozimento, com o propósito de preparar *snacks*.

Nos anos 50 foram exploradas novas aplicações, mas o desenvolvimento de grande variedade de novos produtos, com novas propriedades e de baixo custo, ocorreu nos anos 60. Na década de 70 foram desenvolvidos métodos de controle de atividade de água do

produto final, através do uso de aditivos, o que permitiu o desenvolvimento de produtos mais úmidos e mais suaves. Foi nesta época que se desenvolveram os extrusores dupla rosca, de grande aplicação nos anos 80. O desenvolvimento de produtos extrusados cresceu continuamente nos anos 90, com várias aplicações diferenciadas, como os produtos coextrusados.

## 2 OBJETIVO

Informar as técnicas de extrusão, matéria-prima utilizada, equipamentos e legislação sobre o processo de produção de produtos extrusados.

## 3 PROCESSO DE EXTRUSÃO

### 3.1 Tecnologia

A tecnologia de extrusão termoplástica vem sendo, nas últimas décadas, amplamente utilizada na indústria alimentícia, devido às suas inúmeras vantagens tais como: versatilidade, produção contínua em larga escala e por unidade de área, baixo custo com investimento, mão-de-obra e energia, qualidade dos produtos com melhores características funcionais, sensoriais e nutricionais e por ser um processo que não gera efluentes.

As matérias-primas que podem ser empregadas no processo são inúmeras: grãos inteiros, sêmolos, farinhas e amidos de cereais, leguminosas, tubérculos, raízes, produtos não convencionais, entre outros materiais de baixo custo. Os produtos extrusados obtidos constituem principalmente a linha de *snacks*, *pellets*, massas e pastas pré-cozidas, farinhas pré-gelatinizadas e instantâneas, proteínas texturizadas, bebidas instantâneas em pó, alimentos infantis, análogos da carne, gomas de mascar, ração animal, entre uma gama de outros produtos.

A tecnologia de extrusão termoplástica é um processo de tratamento térmico, que por uma combinação de calor, umidade e trabalho mecânico, modifica profundamente as matérias primas, dando-lhes novas formas, estruturas e características funcionais e nutricionais.

O princípio fundamental do processo de extrusão é converter um material sólido em fluido pela aplicação de calor e trabalho mecânico e extrusá-los através de uma matriz, promovendo assim, a termoplastificação do mesmo. O parafuso ao girar, conduz o material na direção de uma matriz, aplicando-lhe um cisalhamento e transformando-o em uma massa uniforme.

A extrusão é um processo extremamente versátil e o equipamento pode se comportar como trocador de calor, devido às trocas térmicas envolvendo as paredes do cilindro, a rosca e os materiais que são literalmente plastificados, cozidos, expandidos e peletizados no barril, em um curto tempo de residência e submetido à alta temperatura.

O extrusor desempenha o papel de reator químico de processamento de biopolímeros ou alimentos em condições de altas temperaturas até 250°C, altas pressões até 25,0 Mpa, em um tempo de residência curto entre 1 (um) e 2 (dois) minutos. Nessas condições, durante o processo, ocorre a abertura das estruturas terciárias e quaternárias dos biopolímeros, resultando na quebra e rearranjo das pontes de hidrogênio e dissulfetos, permitindo a plastificação e a formação de texturas desejáveis.

Durante o processo de extrusão, o amido que inicialmente apresenta uma forma granular é progressivamente comprimido e transformado em um material denso, sólido e compacto, desaparecendo sua estrutura cristalina e granular. Essa destruição pode ser parcial ou completa, dependendo das variáveis de extrusão, e das características intrínsecas da matéria-prima, tais como a relação amilose/amilopectina, teores de fibra, lipídeo, proteína, e outros.

Dependendo do tipo de tratamento térmico, os produtos extrusados e secos podem ser caracterizados pela sua estrutura expandida, pela coesividade, forma e/ou sensação na boca. Após a moagem, os produtos apresentam alguma solubilidade, que conduz à alta suscetibilidade a ação de enzimas amilolíticas. Essas propriedades são altamente influenciadas pela origem do amido e pelas condições do processo de extrusão.

O processo de extrusão tornou-se uma importante técnica dentro de uma crescente variedade de processamento de alimentos. O uso da extrusão termoplástica possui muitas vantagens distintas, como:

- Versatilidade: uma grande variedade de produtos pode ser fabricada a partir de um mesmo sistema básico de extrusão;
- Alta produtividade: um extrusor fornece uma enorme capacidade de produção, quando comparado a outros sistemas de cozimento/moldagem;
- Baixo custo: as demandas de espaço físico e mão-de-obra por unidade de produção são menores que as de outros sistemas tradicionais de cozimento/moldagem;
- Formato dos produtos: extrusores podem produzir formatos não facilmente obtidos quando se utilizam outros métodos de produção;
- Alta qualidade dos produtos: o processamento em altas temperaturas por curto período de tempo (HTST), minimiza a degradação de nutrientes, enquanto destrói a maioria dos microrganismos e outras pragas presentes;
- Fabricação de novos produtos: o processo de extrusão pode modificar as proteínas vegetais, amidos e outras matérias-primas, a fim de se obter novos produtos;
- Não gera resíduo: não é produzido nenhum efluente ou material de risco, durante ou após o processamento.

Pelo fato de ser um processo de alta temperatura e curto tempo de residência, as perdas de nutrientes são menores e o cozimento melhora a digestibilidade do produto, devido à desnaturação das proteínas e geleificação do amido. Fatores antipalatáveis são destruídos e inibidores de crescimento e enzimas são inativados durante o processo. Os produtos possuem longa vida de prateleira sem refrigeração, apresentando-se com uma baixa contagem total de microrganismos e livres de patógenos e *Salmonella*.

### 3.2 Funcionalidade do processo extrusão

As principais funções desse sistema são:

- Homogeneização e reestruturação dos ingredientes pouco atrativos em ingredientes com texturas e formas mais aceitáveis;
- Aquecimento e cozimento de ingredientes para promover a digestibilidade do amido, desativação de fatores tóxicos e anti-nutricionais;
- Produção de novas texturas, incluindo proteína texturizada de soja;
- Mistura e união de ingredientes;
- Controle da densidade do produto, como na preparação de rações para uso na agricultura em forma de pequenas peças que afundam ou flutuam na água;
- Processamento contínuo nas muitas linhas de extrusão. Esta função é a vantagem mais significativa; pós-secos podem ser pré-misturados e alimentados continuamente, de maneira uniforme, resultando em menor material envolvido no processo. Além disso, a capacidade para controlar a qualidade é maximizada, porque o produto de qualidade ruim é reconhecido imediatamente, fazendo com que a medida corretiva seja tomada facilmente e o processo restabelecido;
- Desativação de aflatoxina em farinhas de amendoim;
- Redução de umidade;
- Redução de energia, mão-de-obra e outros custos, pelo aumento do controle automático;
- Os extrusores são capazes de fazer as seguintes operações: transporte, amassamento, secagem, aeração e degaseificação;
- O processo de extrusão permite a desnaturação de enzimas que causam a rancidez.

### 3.3 Características

O grau de expansão, da gelatinização do amido e da texturização da fração proteica deste produto estão associados com as características do produto extrusado. Essas características estão intimamente relacionadas à textura, densidade aparente e transformações estruturais.

Os fatores ligados à matéria-prima, tais como teor de umidade, proporção de amilose e amilopectina, conteúdo de proteína, lipídeos e fibra, fontes de amido utilizada, tamanho das partículas, entre outros, exercem grande influência no produto acabado.

Em geral, a extrusão resulta em gelatinização de amido, desnaturação de proteína, formação de complexos entre amido e lipídeo e entre proteína e lipídeo. Estas mudanças influenciam na aparência, aroma, sabor e textura dos produtos extrusados.

Alguns dos parâmetros relacionados ao processo de extrusão que mais influenciam nas características dos produtos obtidos são:

- Teor de umidade da matéria-prima;
- Temperatura;
- Pressão no interior do cilindro;
- Velocidade de rotação do parafuso;
- Configuração da rosca;
- Diâmetro da matriz;
- Adição de emulsificantes;
- Teor proteico;
- Teor de gordura;
- pH.

### 3.4 Matéria – prima

O amido nativo não absorve água à temperatura ambiente, sendo sua viscosidade em meio aquoso praticamente nula. Entretanto, o amido extrusado absorve água rapidamente, formando uma pasta à temperatura ambiente, a qual é formada por macromoléculas solubilizadas, incluindo também partículas intumescidas por água.

Os fatores ligados à matéria-prima, tais como, teor de umidade, proporção de amilose e amilopectina, conteúdo de proteína, lipídeos e fibra, fontes de amido utilizada, tamanho das partículas, entre outros, exercem grande influência no produto acabado.

O amido é o principal componente energético dos grãos de cereais e, no processo de extrusão, devido as suas características, contribui na expansão e coesão do produto final, além de ser gelatinizado a uma temperatura de 50 a 80°C, quando o amido se torna solúvel, tanto em água fria como em água quente, resultando em melhor digestibilidade, devido a maior facilidade de absorção de enzimas.

Durante o processo de extrusão, ocorre a desnaturação proteica, um conjunto de alterações na conformação da molécula, provocando modificações relacionadas à tecnologia de alimentos. A proteína desnaturada é mais sensível à hidrólise pelas enzimas proteolíticas e, em muitos casos aumentam a digestibilidade e utilização.

A utilização da pressão na extrusão faz com que este processo apresente algumas vantagens em relação aos demais tipos de processo, tais como: inibição de fatores antinutricionais, minimização das reações de *Maillard*; devido ao curtíssimo tempo de retenção dentro do extrusor; retardamento nas reações de rancificação das gorduras; aumento da digestibilidade do óleo, por tornar-se mais disponível e diminuição nas perdas das vitaminas, principalmente as lipossolúveis.



### 3.5 Parâmetros de qualidade

O controle do processo de extrusão permite a obtenção de produtos com características variadas, melhorando a eficiência e economia da operação. Embora a extrusão seja um processo tecnológico simples, seu controle é complexo, devido ao grande número de variáveis envolvidas no processo e sua complexidade. O controle das condições de extrusão tais como temperatura, taxa de compressão da rosca, taxa de alimentação, teor de umidade e componentes de alimentação, é essencial para garantir a boa qualidade do produto e evitar perdas de nutrientes.

#### 3.5.1 Índice de expansão

O índice de expansão dos extrusados é avaliado no material após a extrusão e antes da secagem. Este índice é calculado pela relação entre o diâmetro da amostra (produto extrusado) e o diâmetro da matriz.

#### 3.5.2 Volume específico

O volume específico dos produtos expandidos é determinado pelo método do deslocamento da massa ocupada e determinado o seu volume em uma proveta graduada. Para o cálculo, utiliza-se a seguinte equação:

$$VE = v/p$$

onde,

VE = volume específico

p = peso (g)

v = volume (mL)

#### 3.5.3 Índice de absorção de água (IAA)

O IAA indica a quantidade de água absorvida pelos grânulos de amido de uma determinada amostra submetida a um tratamento térmico.

O IAA é calculado segundo metodologia de ANDERSON: em um tubo de centrífuga, previamente tarado, são colocados aproximadamente 2,5 g de amostra e 30 ml de água. Os tubos são agitados por 30 minutos, em agitador mecânico e, em seguida, centrifugados a 3.000 rpm por 10 minutos. Após a centrifugação, 10 ml do líquido sobrenadante são transferidos cuidadosamente para cadinho de porcelana, previamente tarado. O material remanescente é pesado e o cálculo é feito utilizando-se a seguinte equação:

$$IAA = PRC / PA PRE$$

Onde,

IAA = índice de absorção de água

PRC = peso do resíduo de centrifugação (g)

PA = peso da amostra (g) (base seca)

PRE = peso do resíduo de evaporação (g)

#### 3.5.4 Índice de Solubilidade em Água

O Índice de Solubilidade em Água (ISA) está relacionado à quantidade de sólidos solúveis em uma amostra seca, permitindo verificar o grau de severidade do tratamento, em função da degradação, gelatinização, dextrinização e consequente solubilização do amido.

O ISA aumenta com a severidade do tratamento, isto é, quanto maior a temperatura e pressão de operação durante o processo de extrusão, maior o ISA.

O ISA é calculado conforme equação a seguir:

$$\text{ISA} = \text{PRE} / \text{PA} * 100$$

Onde,

ISA = índice de solubilidade em água

PRE = peso do resíduo de evaporação (g)

PA = peso da amostra (g) (base seca)

#### 4 ETAPAS DO PROCESSO

O processo de extrusão compreende as etapas de pré-extrusão e pós-extrusão. A pré-extrusão inclui a preparação dos ingredientes e sua mistura em proporção adequada. Após a mistura, o material são transportados para ser condicionado a um teor adequado de umidade.

Na etapa de extrusão, a matéria-prima é introduzida no equipamento através do alimentador, sendo impulsionada pelo (s) parafuso(s) em direção à matriz. À medida que o produto atravessa as diferentes zonas de extrusão (de alimentação, de transição e de alta pressão), ocorre aumento gradativo do atrito mecânico, provocado por modificações de geometria do parafuso e de abertura da matriz. Em consequência, aumentam também a temperatura e a pressão, ocorrendo o cozimento do produto. A pós-extrusão inclui a secagem dos extrusados.

Durante a extrusão, o material sofre uma série de processos, descritos a seguir:

- Início: a matéria-prima é pesada e encaminhada ao umidificador, onde é adicionada água para chegar ao teor de umidade desejado.

- Transporte: a matéria-prima é encaminhada até o extrusor por meio de roscas dosadoras. A alimentação do extrusor deve ser contínua, sem interrupções, e a vazão deve ser uniforme. A velocidade do transporte e a vazão são determinadas pelo tipo e geometria do material, dimensões e configuração da rosca extrusora, dimensão do cilindro extrusor, velocidade rotacional do eixo extrusor e tipo e desenho da matriz ou trefila.

- Mistura: nas primeiras partes do extrusor ocorre uma mistura intensa dos ingredientes do material, em função do fluxo e cisalhamento produzido no interior do cilindro. Esta mistura contribui para uma adequada fusão e plasticização do material.

- Cisalhamento: a intensidade do cisalhamento depende do tipo de fluxo, geometria e configuração da rosca e do cilindro, assim como, do espaço entre eles e da velocidade rotacional da rosca.

- Atrito: provocado pelo intenso cisalhamento e deslocamento do material no interior do extrusor, o atrito ocorre não só entre o material e o equipamento, mas também entre as partículas do material. O calor decorrente desse atrito é suficiente para cozinhar e até fundir o material, sendo por isso, às vezes, necessário a refrigeração do equipamento.

- Transferência de calor: a transferência de calor no material é muito complexa, pois ocorre em dois sentidos: do material para o equipamento e do equipamento para o material.

- Pressão: a pressão que se desenvolve no material é consequência de diversos fatores como: transporte, geometria e configuração da rosca e do cilindro extrusor, vazão de alimentação e restrição apresentada pela matriz. Essa pressão é responsável pela evaporação *flash* e expansão que ocorre no material ao sair da matriz.

- Moldagem e expansão: o desenho e tipo de matriz utilizada dão a forma ao produto final. A expansão e a velocidade de corte dão a configuração e tamanho ao produto. Depois da extrusão, apesar de totalmente cozidos, os produtos devem ser secos para reduzir seus teores de umidade e permitir uma maior conservação.

## **5 FATORES QUE AFETAM A EXTRUSÃO**

### **5.1 Temperatura**

A temperatura utilizada no processo de extrusão exerce papel importante nas mudanças das propriedades físico-químicas dos produtos extrusados. Influência no grau de gelatinização do amido.

Os amidos degradados são compostos de moléculas com baixo peso molecular em decorrência da dextrinização do amido. Esse fenômeno usualmente ocorre em temperaturas de extrusão maiores do que 160 °C; para o amido de milho, o maior grau de gelatinização foi observado quando o mesmo foi extrusado a temperatura de 130 °C.

### **5.2 Formulação**

A inclusão de ingredientes no material amiláceo a ser extrusado influencia as características físico-químicas do produto final, podendo diminuir a gelatinização do amido por não oferecerem material viscoso suficiente. Quanto maior a proporção de material não amiláceo adicionada, menor o grau de gelatinização do amido do produto extrusado, em decorrência da diminuição da proporção de amido.

### **5.3 Configuração do Parafuso / Rosca**

O aumento da rotação do parafuso tem, como primeiro efeito, o aumento da taxa de cisalhamento e, como segundo efeito, o decréscimo do tempo de residência. O grau de gelatinização de amido aumenta com o aumento do tempo de residência da matéria-prima no extrusor e este parâmetro é controlado pela configuração da rosca. O grau de gelatinização do amido diminui com o aumento da velocidade da rosca e com o aumento de umidade do produto.

### **5.4 Umidade**

O aumento do conteúdo de água acarreta normalmente o decréscimo na viscosidade do produto, que tem como primeiro efeito o abaixamento da geração de calor e, como segundo efeito, o decréscimo da queda de pressão do produto na saída da matriz.

## **6 FLUXOGRAMA DE PROCESSO**

As extrusoras que combinam altas temperaturas com tempo mínimo de cozimento, são equipamentos muito versáteis e podem ser usadas com uma grande variedade de materiais e de formulações visando as mais variadas formas de produtos.

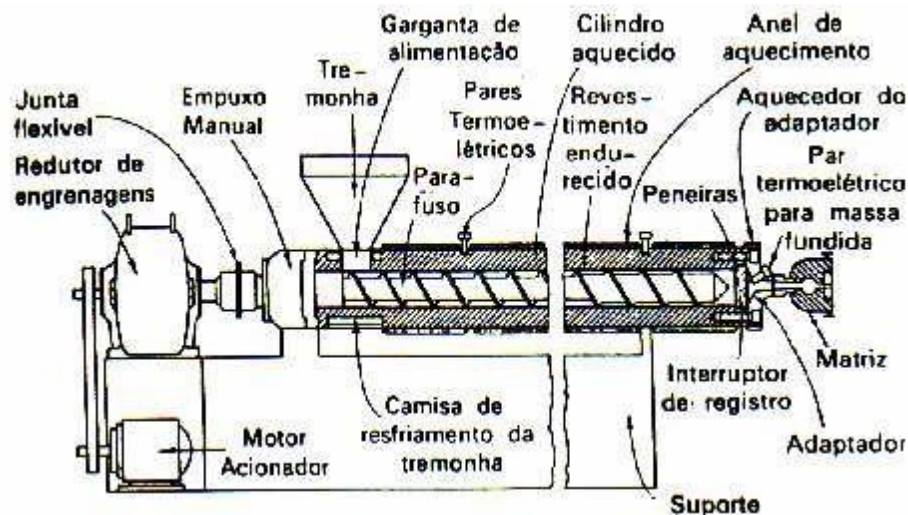


Figura1. Esquema simplificado de uma máquina extrusora  
Fonte: SEBRAE/SOLICITA

Para tanto, deve-se utilizar o seguinte fluxo de equipamentos:

### 6.1 Tanque de homogeneização

Geralmente confeccionado em aço inoxidável, tem por função a manutenção do produto que irá entrar na rosca alimentadora. É recomendado que o mesmo tenha algum sistema de agitação, evitando assim, a formação de pontes e garantindo uma descarga uniforme.

### 6.2 Rosca alimentadora

Dotada de rotação variável, sua função é abastecer uniforme e continuamente o condicionador. A alimentação deve ser constante, uniforme e homogênea, para proporcionar um produto extrusado de qualidade.

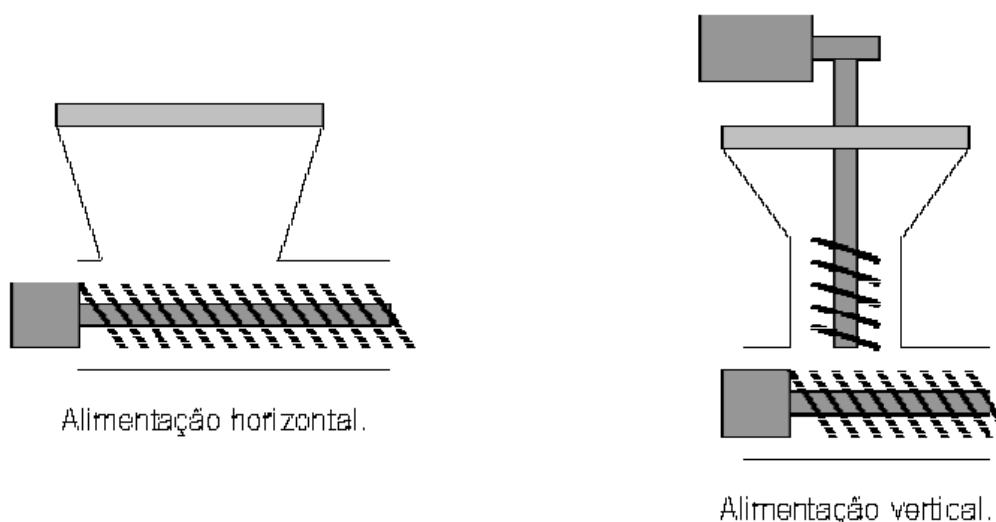


Figura 2. Esquema de alimentadores horizontais e verticais  
Fonte: Setor 1 – Extrusão

### 6.3 Condicionador

Mistura o produto com o vapor, adicionando temperatura e umidade ao material. Para que o processo se realize, o tempo de retenção deverá ser suficiente para que cada partícula dessa mistura fique exposta o tempo necessário ao ambiente de temperatura e umidade.

Normalmente, o pré-condicionamento em um extrusor, tem a função de aumentar o tempo de residência do produto no equipamento. É realizado à pressão atmosférica ou em câmaras pressurizadas, na qual, os ingredientes crus são umedecidos e aquecidos uniformemente por contato de vapor ou água quente.

#### 6.4 Canhão extrusor

Composto por câmaras encamisadas e por segmentos de roscas onde:

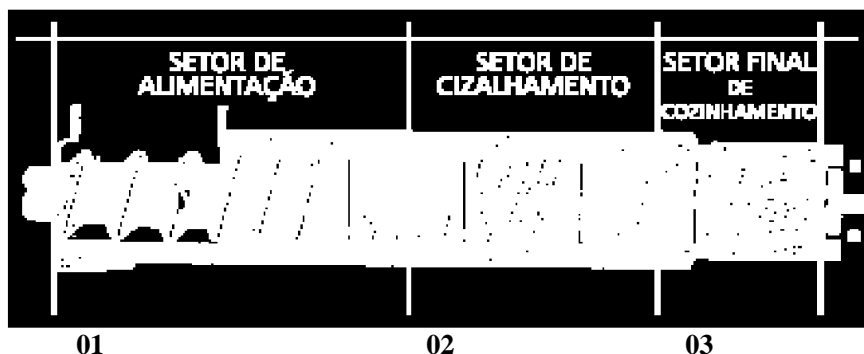


Figura 3. Esquemático do canhão da extrusora  
Fonte: Equipar Tecnologia Industrial

##### 6.4.1 Câmaras encamisadas

Permitem que se modifique a temperatura do canhão ao longo de seu comprimento, utilizando para isso vapor, água quente ou até óleo quente. Da mesma maneira, o resfriamento pode ser feito através da percolação de água fria.

##### 6.4.2 Roscas

As roscas podem ser de mesmo diâmetro do início ao fim do canhão, assim como ter o segmento final de forma cônica (diâmetro menor). Sua forma construtiva respeita a relação entre o passo e o diâmetro da rosca, o que garante que no período de residência do produto no canhão, sejam vencidas com sucesso, as etapas seguintes. O canhão extrusor deve ser construído pela união de segmentos; isto facilita a configuração de diferentes situações e, principalmente, minimiza custos, visto que estes elementos devem ser trocados de tempos em tempos em virtude do desgaste natural pelo uso.

As roscas são fabricadas com aço-liga especial, necessita de um motor potente para seu acionamento. São constituídas de três zonas:

Zona 1: alimentação: está localizada logo abaixo do funil de alimentação. É a zona de entrada do material na rosca. Este material é de baixa densidade por sua natureza granular e pela presença do ar que entra com o produto. O canal se encontra parcialmente cheio, mas à medida que se desloca, o material é ligeiramente comprimido, expulsando o ar. Água pode ser injetada nesta zona, com o propósito de alterar a textura, desenvolver viscosidade e aumentar a transferência de calor por condução. Nesta zona, a profundidade dos filetes é maior e o seu diâmetro é constante em todo o seu comprimento. A experiência indica um mínimo de quatro filetes, a fim de se evitar a alimentação sem uniformidade ou aumento indesejado da temperatura;

Zona 2: compressão: destina-se a iniciar e promover a compressão e plastificação dos grânulos do plástico, o que se obtém reduzindo a profundidade dos filetes e, conseqüentemente, o espaço disponível para os grânulos. O material empurrado para frente são aquecidos pela troca de calor como cilindro aquecido e principalmente pela fricção; a compressão progressiva do material aumenta a sua densidade em relação ao seu valor

original, na forma de grânulos. O ar que está junto com os mesmos é liberado e empurrado para trás, saindo pelo funil de alimentação;

Zona 3: dosagem: é a parte final da rosca, geralmente com uma profundidade dos filetes relativamente pequena e é mantida constante por toda seção. Sua finalidade é dar estabilidade ao polímero e ajudar a manter constante o fluxo do material. Continuação da zona de alimentação. Nesta etapa o produto perde sua característica granular e a densidade começa a aumentar na medida em que a pressão se desenvolve no cilindro. As partículas do material começam a se aglomerar e a formar uma massa que flui até alcançar a máxima compactação. Nesta zona a pressão ainda é baixa, o que permite, quando desejável, a injeção de vapor e água.

Assim como as roscas, as camisas devem possuir segmentos internos cambiáveis, de modo a reconstituir as estrias que auxiliam o processo.

## 6.5 Mecanismo de desenho e corte

Combinando-se forma e tamanho, há inúmeras possibilidades de apresentação de um produto extrusado. As partes de um extrusor, combinadas de modo a resultar no produto desejado, são:

### 6.5.1 Matriz

Placa instalada no final do cilindro, com um ou vários furos, de formato desejado. Possui duas funções: dar forma desejada ao produto e restringir o escoamento, que resulta no aumento da pressão na zona de cocção.

### 6.5.2 Mecanismo de corte

Constituído por facas que giram a uma determinada velocidade, que depende do tamanho desejado do produto.

## 7 TIPOS DE EXTRUSORAS

### 7.1 Rosca simples

Este é o tipo de equipamento mais utilizado, pois é simples, barata e eficiente. Como o nome diz a extrusora de rosca simples ou rosca única ou mono rosca é composta de somente uma rosca.



Figura 4. Exemplos de roscas simples

Fonte: <https://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/maquinas-e-equipamentos/roscaf/produtos/acessorios/rosca-para-extrusora>

## 7.2 Rosca dupla

Na extrusora de rosca dupla, o conceito de cilindros e roscas segmentadas é possível executar praticamente todas as operações do ciclo produtivo, ou seja, pode-se alimentar, dispersar, plastificar, homogeneizar, secar, incorporar outros materiais, e descarregar o produto numa só operação de forma rápida e segura.

O princípio co-rotante das roscas permite um alto grau de cisalhamento produzindo uma ótima dispersão e homogeneização, bem como a sua autolimpeza e a dos cilindros, evitando danos ao produto fabricado, e um rápido *set-up*. Devido à alta rotação das roscas têm uma alta produtividade, muito superior as monoroscas de diâmetro equivalente.

Este equipamento, devido as suas características, atualmente é utilizado para a produção de compostos poliméricos e *masterbatchs*.

## 7.3 Turbo *extrusion*®

Este sistema utiliza turbinas com pás rotores. A massa comprimida, com alta viscosidade é transportada, amassada e homogeneizada com melhor eficiência pelos rotores da turbina, em comparação com as máquinas convencionais de rosca simples ou rosca dupla. Neste sistema, existe uma grande diferença de pressão entre os lados dianteiros e traseiros dos braços propulsores do rotor, criada devido à alta viscosidade da massa.

A cavitação do equipamento proporciona a mistura e homogeneização perfeitas, garantindo a transferência de temperatura por toda a massa. A rosca convencional no turbo *extrusion*® é basicamente uma unidade de alimentação.

Vantagens:

- Flexibilidade de operação devido ao dimensionamento da turbina, pratos de pressão e colocação sequente de maior número de estágios no equipamento;
- Flexibilidade na escolha de matérias-primas e receitas;
- É possível processar materiais que contêm gordura, açúcar ou fibras;
- O efeito antibacteriano é provocado devido à compressão cíclica e expansão, que é mais alta do que em outras tecnologias de extrusão;
- Peças com longa vida operacional;
- Limpeza e manutenção simples, rápidas e de baixo custo.

## 8 PRODUTOS

### 8.1 Snacks

Normalmente, os *snacks* são produtos feitos á base de milho, porém, atualmente, já existem estudos para fabricação de produtos à base de mandioca, misturas de milho com linhaça, cará, amaranto e outros.

A produção de diferentes tipos de *snacks* como os assados, fritos e extrusados requer a utilização de diferentes amidos que com suas características funcionais particulares ajudam a melhorar a textura, crocância, adesão de *flavors* e aparência de superfície, aumentar a expansão, reduzir a quebra e facilitar o processamento ou formação da massa.

A estabilidade de um produto tipo *snacks* está relacionada à fatores sensoriais como textura, aparência e sabor, sendo a textura considerada o fator mais importante. A textura é um fator de grande peso na comercialização de *snacks* e, dentre os parâmetros que a compõem, a crocância é a característica mais importante, sendo influenciada pelas condições de extrusão de cada indústria e teor de umidade do produto já embalado.

Em salgadinhos expandidos ou *puffed*, a textura pode ser obtida pela alteração da relação amilose / amilopectina, através da manipulação da mistura de amidos nativos ou naturais com diferentes teores destes polímeros. Amidos de milho com elevado teor de amilose, obtidos podem ser usados para aumentar a crocância do produto final. Uma forma eficiente de aumentar a expansão do *snack* é adicionar amido de milho *waxy* ou ceroso, que é essencialmente um amido com alto teor de amilopectina.

Para se obter um produto de qualidade é necessário quantificar o nível máximo de atrito ao qual o produto será submetido, bem como a faixa de temperatura no extrusor para poder selecionar um amido apropriado. Assim, para os salgadinhos expandidos, amido de milho ceroso modificado adequadamente com ligações cruzadas pode ser usado para controlar a expansão e aumentar a uniformidade do produto.

### 8.1.1 Produção

A produção de *snacks* é baseada na expansão direta na matriz do extrusor. A estrutura dos produtos expandidos por extrusão depende, principalmente, da gelatinização do amido e a subsequente expansão do vapor de água que origina a queda de pressão na saída do material pela matriz do extrusor.

A pressão dentro do extrusor aumenta devido à restrição na zona de descarga do mesmo, onde a pressão varia de 30 a 110 bar. Quando o amido fluido sai pela matriz, ocorre a passagem repentina da umidade interna para o estado gasoso, devido à queda de pressão, causando uma expansão do produto.

Os *grits* de milho, que é a matéria-prima básica para a fabricação de *snacks*, são colocados no misturador de matéria-prima, onde é adicionada a água; o produto é transportado, através da rosca transportadora até o silo de alimentação da extrusora.

Na extrusora, obtém-se o produto no formato escolhido, que pode ser: conchinha, queijo, bolinha, tubinho, cebola, *pizza* e outros, dependendo do formato da matriz da extrusora.

Após a extrusão, os *snacks* são levados por um transportador pneumático para o secador rotativo contínuo, para secagem do produto.

Do secador os *snacks* caem no temperador rotativo contínuo, onde os mesmos recebem os condimentos: aromas, sal, gordura, queijo e outros. Estes condimentos são preparados no dosador especial de temperos, que é acoplado de bomba e *spray-ball*. As gorduras e óleos são tradicionalmente utilizados para aderir temperos e substâncias aromáticas na superfície dos *snacks*. Esta emulsão é aplicada sobre os *snacks*, por *spray*.

Depois de temperado, o produto é transportado através da calha de vibração que alimenta o transportador de canecas o qual transporta o produto para a empacotadeira, para serem acondicionados.



Figura 5. Linha para produção de *snacks* (capacidade 50kg/hora)  
Fonte: Inbramaq Tecnologia em Extrusão de Cereais



## 8.2 Cereais Matinais

Cereais matinais são produtos extrusados, tradicionalmente consumidos com leite, cujo principal componente é o amido. A característica de crocância destes produtos está associada ao frescor e qualidade do produto e a sua perda é uma das causas de rejeição de consumo. Esses produtos já alcançam algumas décadas de existência no mercado e seu consumo vem ao encontro das novas tendências alimentares, assumindo o lugar de produtos energéticos, proteicos, nutritivos, práticos e saudáveis.

Os cereais matinais são extrusados e expandidos diretamente, utilizando-se os seguintes equipamentos básicos: extrusora, secador, caramelizador e sistema de empacotamento. É processado através da extrusão de um mix de cereais (aveia, trigo, milho, arroz e outros), resultando em produtos expandidos e formatados, que recebem uma cobertura aromatizada e açucarada, seguindo para o empacotamento.

Devido à flexibilidade das matérias-primas, formas e aromas podem-se criar e recriar variados produtos partindo da mesma linha de produção. O cereal matinal tem um mercado crescente no Mercosul.

## 8.3 Farinha de cereais

A farinha de cereais é um produto processado através de uma mix de cereais que, após extrusado segue para o secador e então para o moinho, onde o é transformado em pó. Este pó é basicamente uma mistura de cereais já cozidos e prontos para consumo.

O mix de cereais a ser extrusado pode ser formulado com uma combinação grande de cereais moídos e/ou em pó, tendo como padrão os seguintes cereais: trigo, milho, arroz, soja, aveia, feijão e outros. Este produto geralmente é usado na indústria de processamento de alimentos instantâneos.

Este processo é uma maneira de agregar valor aos cereais, considerando o grande volume de consumo deste produto pelas indústrias alimentícias.

A fabricação das sopas instantâneas é o resultado da continuação do processo de produção de farinhas pré-gelatinizadas, onde se agrega os seguintes equipamentos básicos: após o moinho é colocado um transportador e um misturador horizontal.

No misturador horizontal são adicionados os condimentos, carnes/vegetais desidratados para o caso de sopas e merendas instantâneas. Para a produção de alimento infantil, o equipamento pode adicionar leite em pó, aromas e vitaminas.



Figura 6. Extrusora para produção de cereais matinais (capacidade 110/140 kg/hora)  
Fonte: Inbramaq Tecnologia em Extrusão de Cereais

#### 8.4 Farelo de soja

O grão de soja quando devidamente processado apresenta proteína de elevado valor biológico, de fácil digestão e com elevados teores de aminoácidos. Entretanto, devido a presença de fatores anti-nutricionais, que atuam negativamente sobre o desempenho animal, a soja *in natura* não pode ser utilizada na alimentação de monogástricos, necessitando de um adequado tratamento térmico para desativação destes componentes, sem afetar suas propriedades nutritivas.

Os principais fatores anti-nutricionais presentes na soja são:

- Inibidores de proteases;
- Lecitinas;
- Saponinas.

A qualidade do farelo de soja melhora quando recebe tratamento térmico adequado. Em geral, a magnitude pela qual estes inibidores podem ser inativados pelo aquecimento é função da temperatura, tempo de aquecimento, pressão utilizada, umidade e tamanho das partículas. Vale lembrar que as lecitinas são mais sensíveis que os inibidores de tripsina ao tratamento térmico.

A extrusão, devido à alta temperatura, curto tempo de processo, pressão e fricção do produto no cone de extrusão, é um ótimo processo para eliminar os fatores anti-nutricionais anteriormente citados e, além disso, como não envolve apenas o tratamento térmico, mas também rompimento das paredes celulares do grão, o que resulta em aumento da digestibilidade e do aproveitamento energético do óleo, quando comparado com produtos não extrusados.

#### 8.5 Proteína texturizada de soja

A proteína texturizada de soja (PTS), conhecida popularmente como carne de soja, é um produto de princípio vegetal, com alta qualidade e alto valor nutritivo. É obtida por meio de extrusão termoplástica da farinha desengordurada de soja, concedendo uma excelente integridade e textura conhecida.

A proteína texturizada de soja, PTS, possui textura semelhante à da carne e pode, eventualmente, ser usada em substituição a ela. Contém teor proteico mais elevado em relação a carne, mas de valor biológico menor e não contém vitamina B12. A soja é rica em

fibras, sendo que normalmente ativa o funcionamento intestinal.

Foi desenvolvida como extensor da carne ou como fonte proteica, pode ser fornecida nas cores naturais ou rosada ou nos sabores desejados, frango ou carne. Sua característica é manter a textura, o aspecto e o sabor dos alimentos onde se aplica.

A farinha desengordurada de soja é levada até o silo batedor da extrusora por uma rosca transportadora. O silo de alimentação é constituído de hélices internas, rosca dosadora e inversor de frequência para variar a alimentação e também, um pré-condicionador para fazer um pré-cozimento da matéria-prima e aumentar a sua umidade. Assim, o conjunto de extrusão terá uma vida útil maior e teremos um menor gasto de energia.

O produto, após extrusado segue para o secador rotativo contínuo através de um transportador pneumático. Depois do produto seco, ele segue para uma esteira de resfriamento com turbina de ar. Nesta etapa, o produto se encontra praticamente pronto. É necessário, somente, passar por uma calha peneiradora vibratória tríplice, para selecionar a granulometria desejada.

## 8.6 Produção de *Pellets*

Salgadinhos tipo baconzitos ou *pellets* são feitos basicamente de farinha de trigo e carbonato de cálcio. Esta mistura é colocada em um silo batedor, dotado de hélices internas para uma boa homogeneização da mistura.

Logo após a homogeneização, a mistura é conduzida através de uma rosca dosadora a qual é controlada pelo inversor de frequência, até uma segunda rosca, onde é adicionada a quantidade correta de água, controlada através de um rotâmetro.

O produto passa por uma trefila no formato de fita, e segue através de uma esteira recebendo ar frio para que o produto chegue até o tinteiro, com a temperatura ideal para a tintura. O tinteiro é composto de rolos de PVC estriados, conforme o desejo do *pellet*. Os rolos passam por um banho de urucum para marcar os *pellets*, tanto na parte de cima como na de baixo, ficando assim com aparência de bacon.

Após este processo, os *pellets* seguem através de uma esteira de forma contínua, para o secador, que é dotado de 7 pistas, com sistemas de vai e vem recebendo ar quente para a secagem do produto. O secador é isolado termicamente.

Ao término da secagem, o produto segue para o cortador, o qual tem um sistema de tração por roletes que cortam o produto no sentido longitudinal, através de facas na forma de discos, sendo aparadas conforme o tamanho desejado.

Depois de cortado, o produto é colocado em uma estufa de alvenaria, por um período de 8 (oito) horas. Esta estufa deve ser dotada de um sistema de exaustão da umidade do produto através de ventiladores.

Este produto sem estar frito, é denominado *pellet* sem expansão e está pronto para ser vendido ou para seguir para o processo de fritura.

A fritura pode ocorrer em um fritador contínuo ou por batelada. O tempo de fritura é de 9 segundos a 180 °C. Após a fritura, o produto segue para um depósito e será transportado para o temperador rotativo contínuo, através de uma calha vibratória, onde receberá os condimentos através de uma rosca dosadora.

O produto frito sai do temperador através de uma calha vibratória que alimenta o transportador de canecas. Este transportador leva o produto até o silo da empacotadeira de balanças, onde o produto será empacotado no peso escolhido pelo cliente.



Figura 7. Linha para produção de *pellets*.  
Fonte: Inbramaq Tecnologia em Extrusão de Cereais

### 8.7 Sopas instantâneas e alimentos para bebês

A matéria-prima para a fabricação de sopas instantâneas para merenda escolar e alimentos para bebês, é constituída basicamente de farinha de cereais, tais como, arroz, milho, feijão e outros, e condimentos. A matéria-prima é colocada em um misturador horizontal e é levada até o silo de alimentação da extrusora, através de uma rosca transportadora de aço inoxidável.

Na extrusão, os cereais serão pré-cozidos para a eliminação de fungos e bactérias e também para aumentar a digestibilidade do alimento. Após este processo, o produto deve ser secado, sendo levado até o secador rotativo contínuo através de um transportador pneumático.

Após a secagem, o produto segue para o silo de alimentação do moinho através de um transportador pneumático. No moinho, o produto é processado na granulometria desejada, que é regulada pelas peneiras. O produto é levado do moinho por uma rosca transportadora até o misturador horizontal, onde serão adicionados os condimentos desejados: carne desidratada, ervilha moída, corantes naturais e outros.

Após o produto é encaminhado para a balança através de uma rosca transportadora. A balança faz a pesagem do produto através de células de carga pré-programadas para a capacidade desejada.

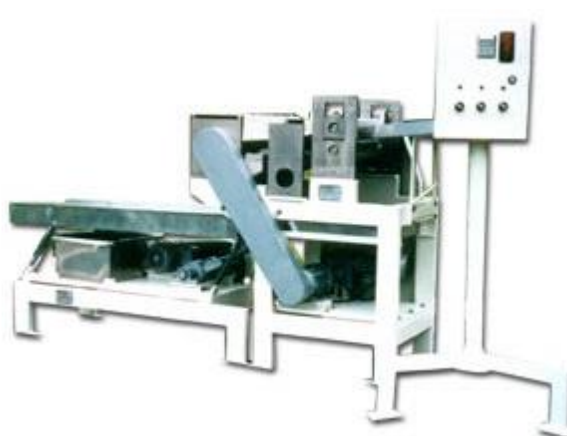


Figura 8. Equipamento para produção de sopas Instantâneas (Capacidade 200 kg/hora)  
Fonte: Inbramaq Tecnologia em Extrusão para Cereais

### 8.8 Ração animal

Na produção de ração animal é necessária a mistura de vários ingredientes, para atender as exigências nutricionais, já que cada um é fornecedor de determinado nutriente. Por exemplo: milho é rico em amido (energia) e vitamina A, farelo de soja é boa fonte de proteína, etc.

Os processos para aglutinar os ingredientes são vários; eles são escolhidos para evitar que os animais selecionem os componentes das dietas, destruindo todo o trabalho do nutricionista. A peletização permitiu que os ingredientes ficassem unidos, obrigando a ingestão de todos os ingredientes, exatamente como foi previsto. Durante a peletização há uma melhoria da digestibilidade devido à gelatinização da porção amídica.

Durante a extrusão o alimento é submetido à alta temperatura e pressão. Dependendo da mistura, da máquina e do que se espera da ração, a pressão pode chegar a 3 ou 4 atmosferas e a temperatura atingir 130-140° C. Tudo isso é controlado pelo operador. Com essa combinação (temperatura, umidade e pressão) é possível aumentar em muito a digestibilidade dos ingredientes, especialmente a digestibilidade do amido. Os amidos são moléculas longas e com grande capacidade de absorver água, por isso *pellets* sem grande quantidade de aglutinantes são pouco estáveis na água. Durante a extrusão o amido é gelatinizado (até 95%) e quebrado em moléculas menores, mais absorvíveis pelos animais e mais estáveis na água. Esse é o principal motivo do crescente uso de dietas extrusadas para organismos aquáticos.

O processo para produção de ração animal, consiste das seguintes etapas:

- Pré-condicionador: com câmara dupla e sistema para injeção de vapor e/ou água; totalmente blindado para maior eficiência na cocção da matéria-prima;
- Extrusor: sistema de extrusão acionado por um motor de 40 HP acoplado a um redutor especial de 80 HP com lubrificação contínua; o canhão de extrusão apresenta três zonas distintas de aquecimento (elétrico) e resfriamento (água) ao longo da camisa de extrusão;
- Mecanismo de corte: é variável e regulável, auxiliado por turbo ventoinha, montado sobre a estrutura da máquina.

A secagem e adição de aromas podem ser feitas de duas maneiras:

- Secador Rotativo: consiste de um tambor rotativo construído em aço inox que gira sobre uma estrutura especial. O aquecimento é gerado por um conjunto de resistências elétricas de 22.500 w (22,5Kw). Totalmente isolado com lã de vidro para evitar a perda de calor.
- Recobrimento: Sistema para dosagem de líquidos (gordura) e pós (sais, vitaminas e aromas) com fluxo regulável e contínuo. Sistema de dispersão por *spray*.
- Secador Modulado: acoplado com espalhador de produto (ração) para um maior aproveitamento da área útil das esteiras perfuradas para secagem. Consiste de 05 módulos, sendo 04 para secagem do produto através de circulação de ar aquecido e 01 módulo para resfriamento com circulação de ar frio. Sistema de dupla esteira com tração especial variável em sua rotação.
- Recobrimento: sistema para dosagem de líquidos (gordura) e pós (sais, vitaminas e aromas) com fluxo regulável e contínuo e dispersão por *spray*.

Na Figura 9 abaixo o canhão de extrusão apresenta cinco zonas distintas de aquecimento (vapor) e resfriamento (água) ao longo da camisa de extrusão. Mecanismo de corte variável e regulável, auxiliado por turbo ventoinha, montado sobre uma plataforma móvel.



Figura. 9. Equipamento compacto para produção de ração animal  
Fonte: Inbramaq Tecnologia em Extrusão de Cereais

## Conclusões e recomendações

A produção de produtos extrusados é uma maneira de agregar valor as farinhas de milho, arroz e outros cereais, devido à versatilidade de processo. Entretanto é necessário que seja feita a escolha correta dos equipamentos a serem utilizados, para que se obtenha produto de qualidade, dentro das especificações do mercado.

## Referências

EMBRAPA. **Processo de extrusão termoplástica**. Embrapa Agroindústria de Alimentos. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1061722/modificacao-de-hidrocoloides-por-meio-de-extrusao-termoplastica>>. Acesso em: 28 fev. 2022.

LEONEL, M. **Processamento de batata: fécula, flocos, produtos de extrusão**. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Magali-Leonel/publication/268328907\\_PROCESSAMENTO\\_DE\\_BATATA\\_FECULA\\_FLOCOS\\_PR\\_ODUTOS\\_DE/links/5497f7d40cf2ec13375e0537/PROCESSAMENTO-DE-BATATA-FECULA-FLOCOS-PRODUTOS-DE.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Magali-Leonel/publication/268328907_PROCESSAMENTO_DE_BATATA_FECULA_FLOCOS_PR_ODUTOS_DE/links/5497f7d40cf2ec13375e0537/PROCESSAMENTO-DE-BATATA-FECULA-FLOCOS-PRODUTOS-DE.pdf)>. Acesso em: 28 fev. 2022.

EQUIPAR. **Extrusor**. Disponível em: <<https://equiparbrasil.com.br/>>. Acesso em: 28 fev. 2022.

AMARAL, C.M.C. **Extrusão e peletização de ração completa: efeitos no desempenho, na digestibilidade e no desenvolvimento das câmaras gástricas de cabritos Saanem**. Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus Jaboticabal, Jaboticabal SP, março-2002. Disponível em: <[https://scholar.google.com.br/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=pt-BR&user=eLqpBFYAAAAJ&citation\\_for\\_view=eLqpBFYAAAAJ:Y0pCki6q\\_DkC](https://scholar.google.com.br/citations?view_op=view_citation&hl=pt-BR&user=eLqpBFYAAAAJ&citation_for_view=eLqpBFYAAAAJ:Y0pCki6q_DkC)>. Acesso em: 28 fev. 2022.

CEREDA, M. P.; VILPOUX, O.; FRANCO, C. M. L. **Uso de amido e seus derivados na produção de salgadinhos extrusados (snacks)**. In: CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. F. (Org.). Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas. São Paulo: Fundação Cargill, v. 3, 132-142, 2003. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books/about/Tecnologia\\_usos\\_e\\_potencialidades\\_de\\_tub.html?hl=pt-BR&id=XoH4ZwEACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.br/books/about/Tecnologia_usos_e_potencialidades_de_tub.html?hl=pt-BR&id=XoH4ZwEACAAJ&redir_esc=y)>. Acesso em: 28 fev. 2022.

CARVALHO, R.V. *et. al.* **Efeito dos parâmetros de extrusão nas propriedades físicas de pellets (3G) de misturas de farinhas de trigo, arroz e banana**. Brazilian Journal of Food Technology [online], v. 15, n. 4, p. 343-351, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1981-67232012005000029>>. Acesso em: 28 fev. 2022.

BRITO, A. B. **Processo de desativação da soja**.2006. Disponível em: <[http://www.poli-nutri.com.br/conteudo\\_dicas\\_fevereiro\\_06\\_1.htm](http://www.poli-nutri.com.br/conteudo_dicas_fevereiro_06_1.htm)>. Acesso em: 28 fev. 2022.

SOUZA, M.L.; MENEZES, H.C. **Avaliação sensorial de cereais matinais de castanha-do-brasil com mandioca extrusados.** Food Science and Technology [online], v. 26, n. 4, p. 950-955. 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000400036>>. Acesso em: 28 fev. 2022.

LEONEL, M. *et al.* **Efeitos de parâmetros de extrusão nas propriedades físicas de produtos expandidos de inhame .** Food Science and Technology [online]. v. 26, n. 2, p. 459-464, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000200033>>. Acesso em: 28 fev. 2022.

ASCHERI, D.P. *et al.* **Obtenção de farinhas mistas pré-gelatinizadas a partir de arroz e bagaço de jabuticaba: efeito das variáveis de extrusão nas propriedades de pasta .** B.CEPPA, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 115-144 jan./jun. 2006. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/5290/3956>>. Acesso em: 28 fev. 2022.

LIMBERGER, V. M. *et al.* **Produção de salgadinho extrusado de quirera de arroz para uso na indústria de alimentos.** Ciência Rural [online], v. 39, n. 9, p. 2590-2594, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-84782009000900032>>. Acesso em: 28 fev. 2022.

LGMT. **Máquinas extrusoras.** Disponível em: <<https://www.lgmt.com.br/fabricante-maquinas-extrusoras>>. Acesso em: 28 fev. 2022.

## Identificação do Especialista

Lílian Guerreiro

## Anexos

### 9 LEGISLAÇÃO

#### 9.1 Legislação Específica

##### 9.1.1 Snacks

Os atributos de qualidade referente aos extrusados de milho ou outros tipos de farinhas, podem ser avaliados conforme resolução 12/30 da CNPPA Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, definição de biscoito e bolacha, sendo classificados como biscoitos ou bolachas para aperitivos e petiscos ou salgadinhos.

Definição:

Biscoito ou bolacha é o produto obtido pelo amassamento e cozimento conveniente de massa preparada com farinhas, amidos, féculas, fermentadas ou não, e outras substâncias alimentícias.

Classificação:

Os biscoitos ou bolachas são classificados de acordo com o ingrediente que o caracteriza ou forma de apresentação:

Biscoitos ou bolachas para aperitivos ou salgadinhos: produtos que contém condimentos, substâncias alimentícias de sabor forte, característico, além das substâncias normais desses tipos de produtos; apresentam-se, geralmente, sob formas variadas e tamanhos bem pequenos.

Características organolépticas:

- Aspecto: massa torrada, com ou sem recheio ou revestimento;

- Cor: própria;
- Cheiro: próprio;
- Sabor: próprio.

#### Características físico-químicas:

- Acidez em solução normal: 2,0ml/100g (máximo);
- Umidade: 14,0% p/p (máximo);
- Resíduo mineral fixo: 3,0% p/p (máximo) (deduzido o sal).

#### Características microscópicas:

Ausência de sujidade, parasitas e larvas.

#### 9.1.2 Proteína texturizada de soja

De acordo com a Resolução nº14 de junho de 1978 do CNNPA Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos, os parâmetros para proteína texturizada de soja são:

#### Descrição:

Proteína texturizada de soja é o produto proteico dotado de integridade estrutural identificável, de modo a que cada unidade suporte hidratação e cozimento, obtida por fiação ou extrusão termoplástica, a partir de uma ou mais das seguintes matérias-primas: proteína isolada de soja, proteína concentrada de soja e farinha desengordurada de soja.

#### Composição:

Ingredientes obrigatórios: partes comestíveis de grãos de soja convenientemente limpos e submetidos a processo tecnológico adequado.

Ingredientes opcionais: não são admitidos.

#### Fatores essenciais de qualidade

- Cor: própria;
- Sabor: próprio ou sem sabores;
- Odor: próprio;
- Aspecto: grânulos, cubos, pós de granulações diversas e outras.

#### Aspectos químicos

- Proteínas (N x 6,25): mínimo 50,0% (base seca);
- Umidade: máximo 8,0%;
- Fibra bruta: máximo 4,0%;
- Óleo: máximo 2,0%;
- Cinzas: máximo 6,5%.

#### Aditivos intencionais

- É tolerada a adição de aromas e/ou corantes ao produto com destinação específica, desde que tais aditivos sejam compatíveis com os alimentos a serem elaborados, e aprovados pela CNNPA;
- É tolerado o emprego de ácido sórbico e seus sais, como conservador na quantidade máxima de 0,6% (seis décimos por cento), no produto que deva ser pré-hidratado para fins industriais;
- Coadjuvantes de tecnologia de fabricação: não são permitidos.



### Aditivos incidentais

- Resíduos de pesticidas: não são permitidos;
- Contaminantes: o produto não pode apresentar fragmentos de insetos, pelos e outras matérias estranhas em 100 gramas de amostra do produto, deve também ser isento de aromas e sabores estranhos.

### Características microbiológicas

- Contagem padrão em placa: máximo 20.000 microrganismos/grama;
- Coliformes totais: ausência em uma (1) grama;
- Bolores e leveduras: máximo 100 microrganismos/grama;
- Salmonelas: ausência em 50 gramas.

#### 9.1.3 Sopa desidratada (em pó)

Segundo RDC nº12, de 1978. Aprova Normas Técnicas Especiais, revisadas pelas CNNPA, relativas a alimentos (e bebidas), para efeito em todo território brasileiro.

#### Descrição

O produto é designado sopa desidratada, seguida do nome do ingrediente que o caracteriza ou por nomes consagrados pelo uso. Ex.: sopa de tomate, sopa Juliana. Quando o alimento final obtido se apresentar sob o aspecto de cremoso, o produto pode ser designado creme. Ex.: creme de espinafre.

#### Características gerais

A sopa desidratada deve ser preparada com substâncias limpas e sãs. Pode conter legumes pré-cozidos, desidratados, cereais e vegetais desidratados, farinha de cereais, massas alimentícias, ovo desidratado, amido, semolina, dextrina, queijo ralado, sal, açúcar, leite em pó, óleo, gordura, manteiga, pequenos pedaços de carne ou presunto desidratados, extrato de carne, glutamato monossódico e condimentos diversos. Pode ainda ser enriquecido com levedura inativa, com concentrado de caroteno e fosfato de cálcio. Não é tolerada a adição de conservadores e corantes.

#### Características organolépticas

- Aspecto: pó, grânulos ou tabletes;
- Cor: própria;
- Cheiro: próprio;
- Sabor: próprio.

#### Características microbiológicas

A sopa desidratada deve obedecer ao seguinte padrão:

- Contagem padrão em placas: máximo, 105/g;
- Bactérias do grupo coliforme: máximo, 102/g;
- Bactérias do grupo coliforme de origem fecal: máximo, 10/g;
- Clostrídios sulfito-redutores (a 44°C): máximo, 102/g;
- *Staphylococcus aureus*: máxima, 102/g;
- Salmonelas: ausência em 25 grams;
- Bolor e levedura: máximo, 103/g.

## 9.2 Legislação Geral

Portaria nº 36, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente a Alimentos à Base de Cereais para Alimentação Infantil (SVS/MS Ministério da Saúde Secretaria de Vigilância Sanitária).

Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos.

Resolução RDC nº 91, de 18 de outubro de 2000. Aprova O Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Alimento com Soja. (ANVISA).

Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos, constante no anexo desta Resolução (ANVISA).

Resolução RDC nº 268, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para Produtos de Origem Vegetal. (ANVISA).

Resolução RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. (ANVISA).

Resolução nº 385, de 05 de agosto de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que aprova o uso de Aditivos Alimentares, estabelecendo suas Funções e seus Limites Máximos para a Categoria de Alimentos 6 Cereais e Produtos de ou a Base de Cereais.

RDC nº 39, de 21 de março de 2001. Aprova a Tabela de Valores de Referência para Porções de Alimentos e Bebidas Embalados (ANVISA).

### **9.3 Fabricantes de equipamentos**

INCALFER do Brasil Ltda  
<https://www.incalfer.com.br/>

MAC Global  
<http://globalmacbrasil.com/>

SCHAAF Technologie Gmb  
<https://www.foodextrusion.de/en/>

Teqma – Equipamentos Industriais  
<https://teqma.com.br/>





*Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas*

[www.respostatecnica.org.br](http://www.respostatecnica.org.br)