

## Manual de Fortificação de Fubá e Flocos de Milho com Ferro



República Federativa do Brasil

*Fernando Henrique Cardoso*  
Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

*Marcus Vinicius Pratini de Moraes*  
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Conselho de Administração

*Márcio Fortes de Almeida*  
Presidente

*Alberto Duque Portugal*  
Vice-Presidente

*Dietrich Gerhard Quast*  
*José Honório Accarini*  
*Sérgio Fausto*  
*Urbano Campos Ribeiral*  
Membros

Diretoria-Executiva da Embrapa

*Alberto Duque Portugal*  
Diretor-Presidente

*Bonifácio Hideyuki Nakasu*  
*Dante Daniel Giacomelli Scolari*  
*José Roberto Rodrigues Peres*  
Diretores

Embrapa Agroindústria de Alimentos

*Marília Regini Nutti*  
Chefe-Geral

*Esdras Sundfeld*  
Chefe Adjunto Técnico de Pesquisa e Desenvolvimento

*Servilho J. Gianetti*  
Chefe Adjunto de Administração



ISSN 0103-6068 47

Dezembro, 2001

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

## **Documentos**47

### **Manual de Fortificação de Fubá e Flocos de Milho com Ferro**

Rogério Germani  
José Luis Ramírez Ascheri  
Fernando Teixeira Silva  
Renata Torrezan  
Karina Lins e Silva  
Ágide Gorgatti Netto  
Marília Regini Nutti

Rio de Janeiro, RJ  
2001

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos gratuitamente na:

**Embrapa Agroindústria de Alimentos**

Av. das Américas, 29.501 - Guaratiba  
CEP: 23020-470 - Rio de Janeiro - RJ  
Telefone: (0XX21)2410-7400  
Fax: (0XX21)2410-1090  
E-mail: sac@ctaa.embrapa.br

Ou em formato eletrônico pela home page: [www.ctaa.embrapa.br](http://www.ctaa.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Esdras Sundfeld  
Membros: Maria Ruth Martins Leão  
          Neide Botrel Gonçalves  
          Regina Celi Araujo Lago  
          Renata Torrezan  
          Virginia Martins da Matta

Supervisor editorial: Rogério Germani  
Revisor de texto: José Sílvio de Lana Marques  
Normalização bibliográfica: Maria Ruth Martins Leão  
Editoração eletrônica: Coordenadoria de Projetos Gráficos  
- Centro de Formação Profissional de Artes Gráficas - SENAI-RJ

Tiragem: 500 exemplares

---

Manual de fortificação de fubá e flocos de milho com ferro. / Rogério Germani, José Luis Ramírez Ascheri, Fernando Teixeira Silva, Renata Torrezan, Karina Lins e Silva, Ágide Gorgatti Netto, Marília Regini Nutti. - Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2001.  
56p.; 21 cm. - (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Documentos, ISSN 0103-6068; 47)

1. Flocos de Milho. 2. Fubá de milho. 3. Processamento. 4. Ferro. 5. Fortificação de alimentos. I. Germani, Rogério. II. Embrapa Agroindústria de Alimentos (Rio de Janeiro, RJ). III. Série. CDD 664.7 (21. ed.)

## **Autores**

### **Rogério Germani**

Eng. Químico, Ph.D., Embrapa Agroindústria de Alimentos  
Av. das Américas, 29.501, CEP 23020-470  
Rio de Janeiro, RJ. Fone (0XX21) 24107447  
E-mail [germani@ctaa.embrapa.br](mailto:germani@ctaa.embrapa.br)

### **José Luis Ramírez Ascheri**

Eng. de Alimentos, Dr., Embrapa Agroindústria de Alimentos  
Fone (0XX21) 24107449  
E-mail [ascheri@ctaa.embrapa.br](mailto:ascheri@ctaa.embrapa.br)

### **Fernando Teixeira Silva**

Eng. Agrôn., M. Sc., Embrapa Agroindústria de Alimentos  
Fone (0XX21) 24107406  
E-mail [ftsilva@ctaa.embrapa.br](mailto:ftsilva@ctaa.embrapa.br)

### **Renata Torrezan**

Eng. de Alimentos, M. Sc., Embrapa Agroindústria de Alimentos  
Fone (0XX21) 24107410  
E-mail [torrezan@ctaa.embrapa.br](mailto:torrezan@ctaa.embrapa.br)

**Karina Lins e Silva**

Nutricionista, Consultora.

Fone (0XX21) 22953375

E-mail karinals@uninet.com.br

**Ágide Gorgatti Netto**

Eng. Agrôn., Dr., Consultor

Fone (0XX19)32540743

E-mail agorgatti@uol.com.br

**Marília Regini Nutti**

Eng. de Alimentos, M.Sc., Embrapa Agroindústria de Alimentos

Fone (0XX21) 24107460

E-mail marilia@ctaa.embrapa.br

## Agradecimentos

Os autores e a Embrapa, agradecem ao *The Micronutrient Initiative* (MI) por todo suporte financeiro necessário para a elaboração deste manual.

Agradecimentos ao Dr. Peter Ranum (SUSTAIN) e ao Dr. Herbert Weinstain (MI) pelas relevantes contribuições técnicas fornecidas.

À Associação Brasileira da Indústria de Milho - ABIMILHO pelo apoio nas atividades de visitas, as empresas GEM Agroindustria e Comercial Ltda. (Acreúna, GO) por ter aberta suas portas para que se pudesse realizar os testes industriais, bem como as demais empresas visitadas.

Ao Ministério da Saúde, através da Secretaria de Políticas de Saúde e da Agência de Vigilância Sanitária (ANVISA), a Organização Panamericana de Saúde (OPAS), a Associação Brasileira da Indústria de Alimentos – ABIA e das empresas Roche, M.Cassab, Fortitech e REP Minerals, pelo fornecimento de amostras de fontes e/ou mix de ferro.

## Apresentação

Tendo em vista a magnitude do problema da anemia por deficiência de ferro no nosso país, e no mundo, a fortificação ou enriquecimento de alimentos representa uma das estratégias para o combate a esta carência nutricional e já vem sendo utilizada por diversos países, de forma obrigatória ou não.

Neste sentido, foi firmado em 1999, no Brasil, o “Compromisso Social de Combate à Anemia por Carência de Ferro” com a meta principal de reduzir, até 2003, a anemia em pré-escolares e escolares em 1/3 dos níveis na época, através, sobretudo, da fortificação de farinha de trigo e de milho.

A fortificação das farinhas de trigo e de milho, com ferro, foi recomendada pelo Ministério da Saúde através da Resolução nº 15 de 21 de fevereiro de 2000.

Essas farinhas foram escolhidas para serem enriquecidas porque no estudo multicêntrico sobre consumo alimentar, realizado em algumas cidades brasileiras em 1996, estes produtos, e seus derivados, obtiveram grande frequência de consumo.

Estima-se atualmente no Brasil uma produção de cerca de 1 milhão de toneladas de fubá e flocos de milho destinados ao consumo humano.

Em janeiro de 2000 foi elaborada, pelo Ministério da Saúde e Organização Panamericana de Saúde (OPAS) com o apoio da Micronutrient Initiative (MI), uma proposta de um projeto para o desenvolvimento de uma estratégia para controlar a deficiência de micronutrientes no Brasil.

Dentro desta proposta foi solicitada à Embrapa Agroindústria de Alimentos a caracterização do setor moageiro de milho e a elaboração de um sistema de garantia de qualidade.

Este manual contempla as informações técnicas para a implementação e garantia da qualidade em procedimentos de fortificação de fubá e de flocos de milho com ferro. O manual é dirigido aos moleiros e à equipe envolvida diretamente no processo de fortificação desses produtos, bem como aos responsáveis pelo controle de qualidade dos moinhos de milho.

*Marília Regini Nutti*

Chefe da EMBRAPA Agroindústria de Alimentos

# Sumário

<b>1. Introdução</b> .....	11
<b>2. Tipos de ferro</b> .....	13
<b>3. Mix comercial</b> .....	17
3.1. Controle, manuseio e armazenamento .....	17
3.2. Elaboração de mixes .....	18
3.2.1. Vantagens e desvantagens .....	18
3.2.2. Produção .....	20
<b>4. Dosadores/alimentadores</b> .....	21
4.1. Regulagem do fluxo .....	22
4.2. Problemas na operação .....	24
4.3. Manutenção e limpeza .....	25
<b>5. Enriquecimento de fubá e flocos de milho</b> .....	27
5.1. Sistemas contínuos .....	27
5.1.1. Onde instalar o dosador/alimentador? .....	27
5.1.2. Como calcular o fluxo do dosador? .....	29
5.1.3. Como controlar o processo? .....	30
<b>5.2. Sistemas não contínuos (bateladas)</b> .....	32

<b>6. Fubá e flocos de milho enriquecidos</b> .....	33
6.1. Controle de produção .....	33
6.2. Controle de qualidade .....	34
6.2.1. Amostragem .....	34
6.2.2. Freqüência .....	34
6.2.3. Métodos de análise .....	34
6.3. Legislação e rotulagem .....	35
6.3.1. Legislação vigente sobre a adição de ferro em derivados de milho .....	35
6.3.2. Rotulagem .....	35
6.4. Custos para o enriquecimento .....	37
<b>7. Referências bibliográficas</b> .....	39
<b>Anexos</b> .....	41
Anexo I .....	41
Anexo II .....	42
Anexo III .....	43
Anexo IV .....	46
Anexo V .....	47
Anexo VI .....	48
Anexo VII .....	50
Anexo VIII .....	52

# Manual de Fortificação de Fubá e Flocos de Milho com Ferro

---

*Rogério Germani*

*José Luis Ramírez Ascheri*

*Fernando Teixeira Silva*

*Renata Torrezan*

*Karina Lins e Silva*

*Ágide Gorgatti Netto*

*Marília Regini Nutti*

## 1. Introdução

De acordo com a Portaria nº 31, de 13/01/98, do Ministério da Saúde/ANVISA, a fortificação ou enriquecimento de alimentos são termos que se utiliza para o processo de adição de um ou mais nutrientes essenciais contidos naturalmente ou não no alimento, com o objetivo de reforçar seu valor nutritivo e ou prevenir ou corrigir deficiência(s) demonstrada(s) em um ou mais nutrientes, na alimentação da população ou em grupos específicos da mesma.

A adição de ferro em fubá ou flocos de milho é um processo que deve ser realizado com muito critério, pois o objetivo é homogeneizar uma pequeníssima quantidade de um produto em um volume bastante grande de outro. Portanto, o procedimento exige muitos controles e cuidados que devem ser seguidos para que não se corra o risco de se ter fubá ou flocos de milho com nível de ferro diferente do declarado no rótulo. Estando abaixo do nível declarado, corre-se o risco das penalidades previstas na legislação específica da Vigilância Sanitária e, se muito acima, de estar onerando o custo do produto e passar do limite máximo recomendado para ingestão diária de ferro.

A fortificação é realizada agregando-se um mix de ferro ao fubá ou ao flocos de milho, através de um alimentador/dosador. Este equipamento possibilita a adição de pequenas quantidades de forma contínua a um fluxo controlável e constante.

**Mix** é uma mistura onde o ingrediente desejado (no caso o ferro) é diluído em outro produto (chamado veículo), para que seja facilitada sua aplicação ou uso.

O fubá ou os flocos de milho, após receber a devida quantidade de mix de ferro, devem sofrer uma homogeneização suficiente para garantir a distribuição uniforme do ferro em todo seu volume. A concentração e a uniformidade devem ser avaliadas periodicamente para se verificar a eficácia do processo.

Deve existir pessoal designado para o controle de qualidade do mix, de seu estoque, de seu manuseio e de seu uso. Também devem existir responsáveis pela devida operação do dosador/alimentador, pela coleta de amostras e pela realização das análises. Todas estas atividades devem estar bem sintonizadas para que se possa tomar as devidas medidas corretivas, quando necessárias.

A seguir são apresentadas as diversas etapas que devem ser observadas para se proceder uma devida fortificação do fubá ou dos flocos de milho com ferro.

## 2. Tipos de ferro

As principais fontes de ferro utilizadas em alimentos são:

- sulfato ferroso;
- fumarato ferroso;
- ferro elementar (ferro reduzido, carbonil e eletrolítico);
- ferro EDTA.

As diferentes fontes de ferro apresentam particularidades que fazem direcionam seu uso (Tabela 1).

**Tabela 1.** Recomendações de enriquecimento com ferro, para fubá e flocos de milho

Produto	Fonte de Ferro			
	Ferro eletrolítico	Sulfato ferroso	Fumarato ferroso	Ferro EDTA
Fubá	R <sup>(1)</sup>	N	O	O
Flocos de milho	R	N	O	O

<sup>(1)</sup>R= Recomendado; N= Não recomendado; O = Opcional

Ao escolher a fonte de ferro, os principais aspectos a ser considerados são:

- a) **Biodisponibilidade** - é a proporção do ingrediente ingerido disponível para o processo metabólico e varia para cada tipo de ferro. O sulfato e o fumarato ferroso tem uma boa biodisponibilidade, enquanto que para o ferro elementar esta é considerada mais baixa. A biodisponibilidade também varia de pessoa para pessoa, pois muitos fatores, como o próprio alimento, a dieta do indivíduo e a maneira que o produto é processado, afetam a habilidade do organismo em absorver os diferentes tipos de ferro.

**Biodisponibilidade** é o grau de aproveitamento de nutrientes específicos contidos nos alimentos, tomando como referência o conteúdo total (100%) do princípio nutritivo considerado. (Portaria MS 710/GM, de 10 de junho de 1999).

- b) **Estabilidade** - o sulfato e o fumarato ferroso são pro-oxidantes que podem acelerar o desenvolvimento de rancidez em gorduras. Como o fubá e os flocos de milho possuem pequenas quantidades de gordura, a adição de sulfato ou fumarato ferroso pode reduzir sua vida de prateleira. Isto não é um problema, se o fubá ou os flocos forem utilizadas dentro de um mês após sua fabricação tal como acontece em grandes redes de supermercados. O ferro elementar, por outro lado, é considerado bastante seguro para ser adicionado em quaisquer tipo de derivados de milho, independente da forma de uso.
- c) **Cor** - o sulfato de ferro desidratado é um pó de cor bege que, embora não provoque qualquer alteração na cor do fubá ou dos flocos de milho, pode eventualmente ocasionar alterações na cor dos produtos elaborados com estes. O ferro elementar é um pó preto e também não confere qualquer alteração na cor do fubá ou dos flocos de milho, mesmo naqueles produzidos com milho branco.
- d) **Granulometria** - as fontes de ferro devem ter um tamanho de partícula suficientemente fina para que não traga qualquer problema na aparência dos derivados de milho em que estes estão sendo adicionados nem em seus produtos finais. Das formas de sulfato ferroso existentes, o heptaidratado deve ser evitado pois seus cristais são muito grandes e pode influenciar negativamente na homogeneização do mix no fubá ou no flocos de milho. Fumarato ferroso possui uma granulometria adequada e o ferro elementar adquirido deve ser de tamanho menor que 200mesh (73 microns), sendo recomendável 325mesh (42 microns).
- e) **Disponibilidade comercial e custo** - o custo aproximado dos produtos de ferro é mostrado na Tabela 2. A forma mais barata é o ferro elementar, seguido pelo sulfato ferroso.
- f) **Aprovados para uso** - a fonte de ferro utilizada deve ser permitidas pela legislação. Portanto, se forem utilizadas outras fontes, além das mencionadas neste manual, deve-se primeiro verificar se a mesma é permitida pela Agência de Vigilância Sanitária.

**Tabela 2.** Teor, custo e propriedades de algumas fontes de ferro

Fonte do ferro	Teor de Ferro (%)	Custo do produto <sup>(1)</sup> (US\$/kg)	Custo em relação ao teor de ferro (US\$/kg Fe)	Cor	Magnético
Sulfato ferroso (seco)	32	4,00	12,50	Bege	Não
Fumarato de ferro	32	5,00	15,60	Vermelho escuro	Não
Ferro reduzido (200mesh)	97	10,00	10,30	Preto	Sim
Ferro eletrolítico (325mesh)	97	8,20	8,45	Preto	Sim
Ferro reduzido (325mesh)	98	6,00	6,12	Preto	Sim
Ferro EDTA	14	12,00	85,00	Bege	Não

<sup>(1)</sup> custo aproximado no mercado brasileiro em agosto/01.



## 3. Mix comercial

### 3.1. Controle, manuseio e armazenamento

Mixes podem ser constituídos de um só produto desejado (por exemplo: ferro) ou mais de um produto (por exemplo: ferro, vitaminas do complexo B, ácido fólico etc.). Sua composição deve estar de acordo com as necessidades do cliente.

Embora a empresa fornecedora de mix forneça um laudo técnico, todo lote adquirido deve ser avaliado. As características físicas do mix, tais como a cor, textura, odor podem ser facilmente examinadas. O mix deve ser fluido, sem nenhum empedramento e sem odor estranho ao produto. Um exemplo de planilha de controle do mix é mostrado no Anexo I.

Uma maneira simples de avaliação é feita utilizando-se fubá ou flocos com teores de ferro conhecidos (ver item 6.2.3). A cada lote de mix recebido, fazer uma mistura homogênea em uma pequena porção de fubá ou de flocos de milho e comparar os resultados com os fubás ou flocos fortificados padrão. Se os resultados forem visivelmente distintos, uma alíquota do mix deve ser enviado a um laboratório independente para verificar o seu real teor de ferro, avaliando-se, assim, a confiabilidade do fabricante do mix.

Os mixes devem ser armazenados em suas embalagens originais, em local fresco e seco. Uma vez aberto, a exposição à luz e ao ar devem ser minimizadas para prevenir-se qualquer ação degradativa. O recipiente deve ser tal que possa ser facilmente aberto, para a retirada de uma porção do produto, e ser em seguida, bem fechado. Durante o manuseio dos mixes, as seguintes precauções devem ser tomadas:

- o operador deve usar máscara para prevenir qualquer inalação inadvertida dos ingredientes ativos;
- o operador deve lavar as mãos e áreas da pele expostas ao material durante o enchimento das moegas dos alimentadores;
- certas pessoas podem ter reações alérgicas na pele a certos produtos utilizados nos mixes; portanto, recomenda-se que os operadores utilizem luvas e mangas compridas quando manusearem os produtos. Esses efeitos são raros e não são perigosos;

- uma vez recebido o mix, o número do lote produzido deve ser anotado e arquivado. É recomendado que se use o sistema de rotação de estoque, adotando-se o princípio: “**primeiro que vence, primeiro que sai**”, para evitar qualquer alteração em termos de sua efetividade e estabilidade.

**Observação:** Antes de adquirir grandes quantidades de mix, deve se obter uma amostra e realizar testes no dosador que o mesmo será utilizado, pois cada mix se comporta diferentemente em cada tipo de equipamento.

## 3.2. Elaboração de mixes

### 3.2.1. Vantagens e desvantagens

Algumas empresas fazem a opção de elaborarem seus próprios mixes em vez de adquiri-los de outras do ramo.

Aconselha-se que somente elaborem seus próprios mixes aquelas empresas que possuem estrutura suficiente para tal, tais como homogeneizadores, pessoal capacitado e laboratório de controle de qualidade.

Somente é vantajoso produzir seu próprio mix quando o seu consumo for relativamente alto, quando a situação geográfica, onde se situa o moinho, onera muito o transporte do mix ou quando um grupo de pequenos moinhos se cooperarem para tornar a operação vantajosa. O custo dos ingredientes adquiridos separadamente é, com certeza, inferior ao do mix pronto. Entretanto, o custo de sua elaboração varia de empresa para empresa.

Como desvantagens para elaborar seu próprio mix podem ser enumeradas o risco de se utilizar proporções inadequadas dos ingredientes, a inclusão de uma operação a mais dentro da empresa e a necessidade de se adquirir vários produtos (amido, malto-dextrina, antiemectante e ferro) em vez de um só.

**Observação:** Mixes elaborados somente com fubá ou flocos de milho, tendem a ter dificuldade em escoar (devido a baixa fluidez) dentro do dosador/alimentador, trazendo inconstância no fluxo e, conseqüentemente, no processo de enriquecimento. Também não é recomendado seu uso como veículo devido a sua facilidade de infestação e a problemas com estabilidade.

As empresas que se propõem a formular, ou já formulam mix para fortificação, devem observar os seguintes aspectos:

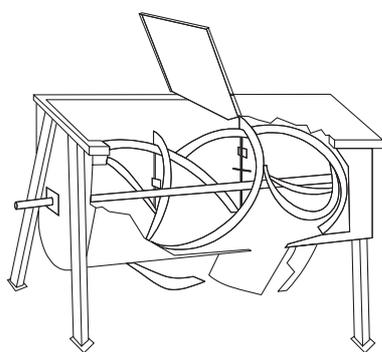
- a) a quantidade da fonte de ferro deve ser ajustada com base na concentração de ferro das diversas fontes, como mostrado na Tabela 2.

**Por exemplo:** o sulfato ferroso não é composto de 100% de ferro (Tabela 2), ele contém uma concentração de apenas 32% deste mineral. Portanto, para se obter 4,65g de ferro, são necessários 14,53g [resultado da operação  $4,65 \cdot (32 \cdot 100)$ ] de sulfato ferroso. No caso de ferro eletrolítico (com teor de 97% de ferro) seriam necessários 4,79g.

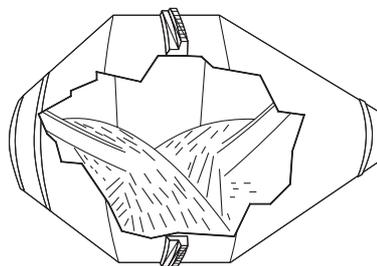
- b) o **fluxo de alimentação desejado** do mix também determina a formulação final. O ideal é que o fluxo seja definido em valores inteiros, como por exemplo 200g por tonelada do derivado de milho a ser fortificado.
- c) **agentes antiemectantes**, tais como fosfato tricálcico ou sílica precipitada (dióxido de sílica) podem ser adicionados para se manter o mix livre de empedramento, facilitando seu escoamento dentro do alimentador/dosador.
- d) **os veículos** recomendados são a maltodextrina e os amidos de milho ou de mandioca, pois estes abaixam a densidade bruta do mix fazendo com que seja fácil de manusear e alimentar. Mixes concentrados, com pouco ou nenhum veículo, são desejáveis quando há a necessidade de transporte para longas distâncias ou quando sujeitos a fretes de alto custo. Entretanto, pequenos moinhos podem ter dificuldade em adicionar, com precisão, este tipo de mix concentrado.

### 3.2.2. Produção

Mixes de micronutrientes são tipicamente elaborados pela pesagem precisa dos ingredientes e posterior homogeneização, em batelada, em misturadores do tipo de *fita* ou de *cone duplo* (Fig. 1).



Misturador de fita (ou helicoidal)



Misturador de fita (ou helicoidal)

**Fig.1.** Misturadores de fita (ou helicoidal) e de cone duplo.

Para a produção de mix fubá-ferro (ou flocos-ferro), pode-se utilizar proporções iguais de cada um, fazendo-se a devida homogeneização em um dos misturadores indicados anteriormente. O tempo de mistura deve ser de, no mínimo, 15 minutos e a operação deve ser preferencialmente realizada em quantidade suficiente para um dia de produção, evitando seu armazenamento. Se a armazenagem for necessária, o mix deve ser bem embalado, devidamente etiquetado, datado e estocado à temperatura amena (abaixo de 20-25 °C), em local bem ventilado e de baixa umidade.

Dependendo do tipo de dosador/alimentador utilizado, não é possível utilizar mix elaborado com farinhas ou flocos de milho devido a suas características de baixa fluidez. Neste caso, deve ser utilizado amido (pode ser de milho) ou maltodextrina, como veículo, e um agente antiumectante (fosfato tricálcico) na proporção de 1,0 a 5,0%, dependendo do tipo de ferro utilizado. O uso de ferro reduzido requer menor quantidade de agente antiumectante do que sulfato ferroso, por exemplo.

## 4. Dosadores/alimentadores

Existem muitos tipos de alimentadores para pós, que podem ser utilizados para fortificação de fubá ou de flocos de milho. Os diferentes tipos variam em grau de sofisticação, indo de complexos a simples. Eles também variam em custo, indo de R\$ 3-4 mil até R\$ 15-20 mil. Os alimentadores também diferem quanto a sua facilidade de limpeza, reparo e manutenção. Existem três tipos principais de alimentadores para pós: de rosca, de disco e de rolos. Apesar da existência destes três tipos, a maioria quase absoluta dos utilizados hoje em dia, no Brasil, é de rosca.

O dosador/alimentador de rosca (Fig. 2) utiliza motor elétrico, com variador de velocidade, para controlar a vazão do pó. Tem como vantagens a alta estabilidade de vazão, a ampla faixa de fluxo, possui poucas partes móveis e é menos caro para ser construído. Eles também são mais higiênicos e de fácil manutenção. A variação de velocidade do motor pode ser obtida de duas formas: 1) em motores de corrente contínua, com um variador de tensão e 2) em motores de corrente alternada, com um inversor de frequência. Este equipamento pode ser dotado de certos sistemas que contribuem para um melhor controle da adição do mix, tais como: a) dispositivos de indicação de nível de mix na moega e b) sensor indicativo de amperagem do motor fora da faixa de trabalho.

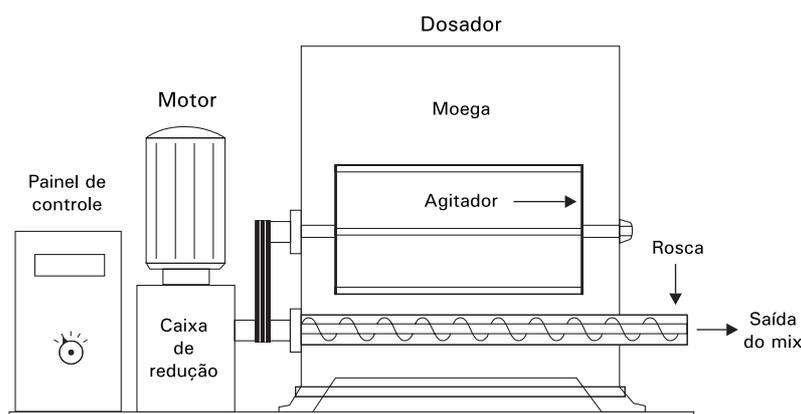


Fig.2. Dosador/alimentador de rosca

O número e o tamanho de alimentadores necessários para se fortificar fubá ou flocos de milho, em um moinho específico, dependem da capacidade desse moinho e dos diferentes produtos a serem fortificados. De uma maneira geral, um moinho necessita somente de um alimentador. Entretanto, aqueles que produzem diversos tipos de derivados de milho, necessitarão de mais que um alimentador. De qualquer forma, é sempre recomendável que se tenha, pelo menos, um alimentador extra para emergências.

Alimentadores para pós estão disponíveis em diversos tamanhos. Os menores podem trabalhar com até 25 gramas/h, enquanto que os maiores podem dosar até 32kg/h. Em geral, os alimentadores utilizados em enriquecimentos de derivados de milho necessitam dosar relativamente pequenas quantidades de material. O tipo e o número de alimentadores necessários será em função do volume de material a ser enriquecido e do fluxograma do moinho.

O painel de controle dos alimentadores possui circuitos eletrônicos, os quais podem apresentar problemas se muita poeira entrar em contato com os mesmos. Portanto, deve-se tomar cuidado, neste aspecto, escolhendo devidamente o local de instalação do alimentador ou protegendo eficazmente o painel de controle contra poeira.

#### **4.1. Regulagem do fluxo**

Grandes alterações na velocidade de dosagem podem ser realizadas através da alteração do tamanho das engrenagens ou do próprio sistema de transmissão. Em alimentadores de rosca, o diâmetro e o passo da rosca são os fatores que determinam o volume de mix dosado a uma mesma velocidade. Desta forma, estão disponíveis no mercado alimentadores de diversos tipos de rosca (inclusive de rosca dupla). Os ajustes finos, entretanto, são efetuados pelos controladores de velocidade do motor (reostato para motores de corrente contínua ou inversor de frequência para motores de corrente alternada).

Ao instalar um sistema de fortificação em um moinho, a capacidade desse moinho é que determinará a diluição do mix (quanto maior o fluxo do fubá ou dos flocos de milho, menor tem que ser a diluição do mix) e a regulagem do fluxo (gramas por hora) do alimentador. Uma vez instalado e em funcionamento, faz-se a regulagem para ajustar-se o fluxo do mix em relação ao fluxo do

fubá ou dos flocos. O Ideal é que o alimentador opere em um fluxo próximo à metade do fluxo máximo do equipamento. Assim, o fluxo do mix pode ser tanto aumentado como diminuído segundo as alterações no fluxo do fubá ou dos flocos de milho.

A maioria dos alimentadores é do tipo volumétrico que dosa um volume conhecido em vez de um peso. A taxa de adição real, em peso por unidade de tempo, para o alimentador volumétrico, depende da densidade do mix ou do fortificante adicionado. Um mix de alta concentração de ferro reduzido terá uma densidade mais alta que um mix de mesma concentração de sulfato ferroso, por exemplo e, portanto, será alimentado a uma taxa mais alta, numa mesma regulagem do alimentador.

Para facilitar a regulagem do dosador ao fluxo de mix desejado, aconselha-se que se faça uma tabela ou gráfico, relacionando a regulagem do variador de velocidade do equipamento ao fluxo de material a ser utilizado.

**Exemplo** de calibração para um dosador equipado com um inversor de frequência (Tabela 3):

- a) encher a moega do dosador/alimentador em cerca de 50% de sua capacidade;
- b) colocar o inversor de frequência na posição 20Hz;
- c) ligar o equipamento, deixando-o funcionar por 5 minutos; o material coletado deve ser devolvido à moega;
- d) deixando o equipamento ligado, iniciar uma nova coleta, mas desta vez cronometrando o tempo, por exatamente 5 minutos; a vasilha de coleta deve ser retirada do fluxo sem que se desligue o equipamento;
- e) pesar e anotar o valor correspondente à regulagem;
- f) repetir as etapas de c) a e), utilizando-se a regulagem do inversor de frequência nas posições 30, 40, 50 e 60Hz (não se deve utilizar o inversor em frequências abaixo de 20HZ ou acima de 60Hz).

**Tabela 3.** Exemplo de dados obtidos em um procedimento de calibração de um dosador de mix equipado com inversor de frequência.

Regulagem do inversor	Peso obtido em 5 minutos de coleta
60Hz	185g
50Hz	153g
40Hz	125g
30Hz	93g
20Hz	60g

Com esta tabela (ou seu gráfico correspondente) pode-se determinar, com certo grau de acerto, qualquer nova regulagem que se faça necessário (por ex.: se houve uma alteração no fluxo da farinha ou flocos de milho e necessitar regular o fluxo para 100g/5min, pode-se iniciar a nova regulagem em 33Hz).

**Observação:** a curva de calibração deve ser feita para cada dosador e cada mix.

## 4.2. Problemas na operação

Os problemas mais comuns que ocorrem em alimentadores são a formação de arcos e/ou afinilamento do mix dentro da moega. Nestes dois casos há uma interrupção do fluxo de mix causado por essas formações (Fig. 3). Com a vibração do equipamento estes podem ser rompidos, dando continuidade à alimentação. Entretanto, muitas vezes, nem mesmo a vibração do equipamento é capaz de romper estes arcos ou afinilamentos. De qualquer forma, o enriquecimento da farinha ou flocos de milho fica comprometido.

Para evitar-se tais problemas, deve-se:

- adquirir equipamentos dotados de desagregador ou vibrador interno;
- adquirir, e somente utilizar, mixes que apresentam boas características de fluidez;
- adquirir somente quantidades de mixes que serão utilizadas dentro do prazo de validade fornecido pelo fabricante;

- evitar a utilização de alimentador que tenha uma moega muito alta para seu tamanho;
- procurar adquirir equipamento de modelo e marca que alguém já esteja utilizando com sucesso;
- proceder à limpeza periódica do equipamento.

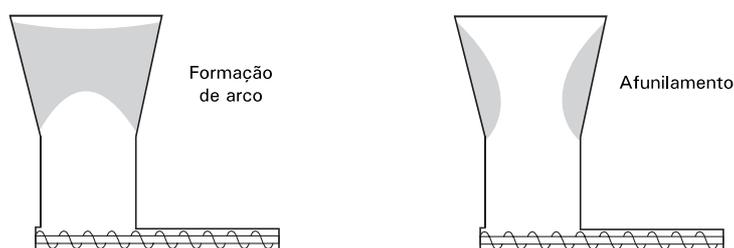


Fig. 3. Problemas mais comuns que ocorrem nos alimentadores

Um outro problema se refere ao botão de variação da velocidade (ou tensão) em equipamentos dotados de motores de corrente contínua. Estes, geralmente, não possuem trava de posição e, com a vibração do conjunto, podem sair da posição regulada. Neste caso, o responsável pela produção deve estudar alguma forma de resolver-se o problema, que dependerá do tipo de equipamento utilizado.

### 4.3. Manutenção e limpeza

Toda vez que houver parada programada de produção, ou se esta for acima de 12 horas, o dosador/alimentador deve ser esvaziado e limpo, retirando-se todo material agarrado às paredes, eixo ou cantos internos.

Geralmente, o uso de um pano seco e limpo é suficiente para realizar-se a limpeza. Se não for suficiente, pode-se utilizar pano úmido, tomando-se o cuidado de deixar secar bem o equipamento antes de ser utilizado novamente.

É necessário ainda retirar toda a poeira como também incrustações que possam existir em toda a parte externa do equipamento.

Uma vez por ano, ou sempre que qualquer barulho estranho for notado, o equipamento deve ser levado à oficina de manutenção e seus rolamentos,



## 5. Enriquecimento de fubá e flocos

### 5.1. Sistemas contínuos

#### 5.1.1. Onde instalar o dosador/alimentador?

O alimentador deve ser instalado em uma posição de fácil acesso, para permitir as constantes recargas do mesmo (geralmente diárias). É importante a existência de um local, próximo ao alimentador, onde se possa manter algumas caixas do mix que serão utilizadas para recarga.

Uma vez que se tenha adquirido o alimentador, deve-se considerar como será realizada a introdução do mix ao fluxo do fubá ou dos flocos. Há duas formas de fazê-lo (Fig. 4). A primeira é no sistema pneumático. O mix é despejado em um “tubo de venturi” que injeta o mesmo ao fluxo de ar.

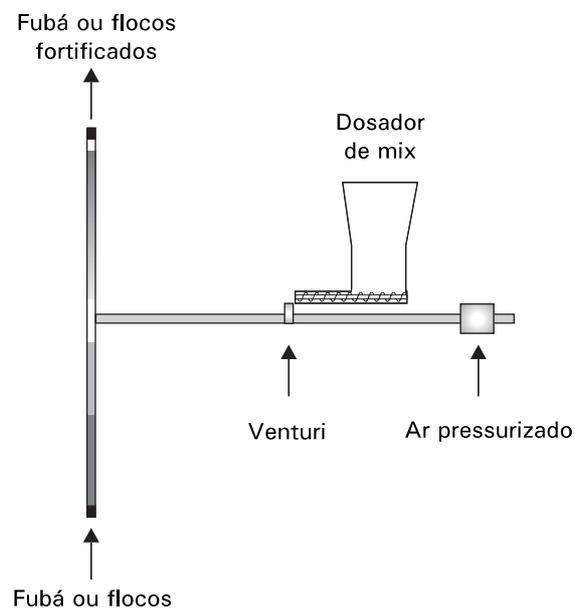


Fig. 4. Sistema pneumático de alimentação de mix.

Alimentar o mix num sistema de transporte pneumático tem uma vantagem fundamental. Permite instalar o alimentador, praticamente, em qualquer lugar do moinho. Porém, um sistema pneumático requer um investimento de equipamento adicional, como válvulas e tubos. Estes tubos, que levam o mix até o tubo da fubá ou flocos, devem ter um número mínimo de curvas agudas e torções, para diminuir a possibilidade de acúmulo de mix ou de entupimento. O sistema pneumático é de fácil limpeza.

O segundo método de adição do mix é o despejo direto no fluxo do fubá ou dos flocos de milho, no sistema de transporte mecânico (transportador de rosca, "redler" ou de esteira ou mesmo nos tubos de passagem de fubá ou flocos de milho transportados por gravidade) que alimenta os silos de produto final (Fig. 5).

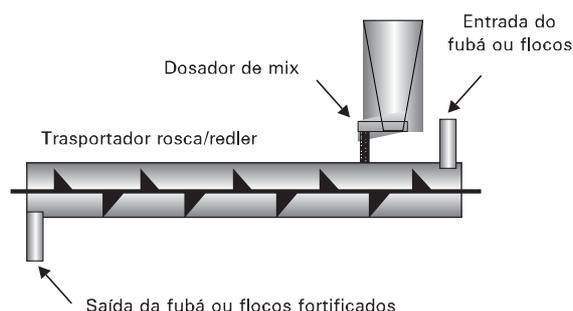
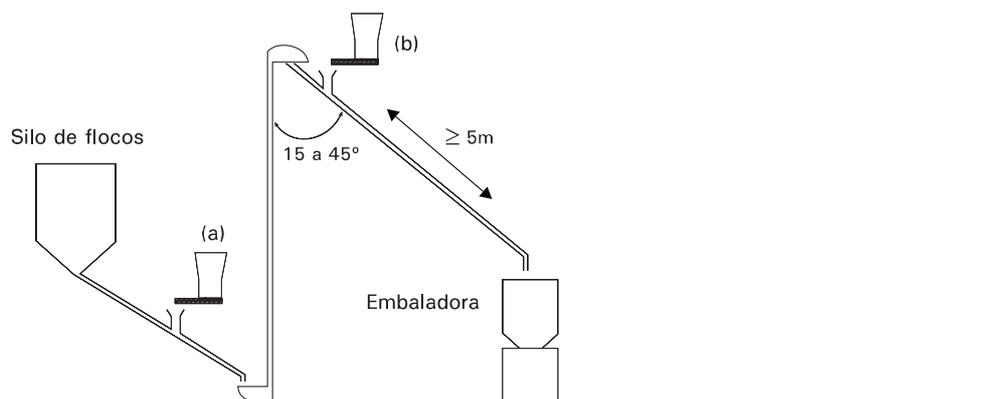


Fig. 5. Alimentação gravimétrica de mix.

O local onde o dosador de mix é instalado é crítico. Ele deve estar localizado em uma posição que permita a total homogeneização do mix à farinha ou aos flocos de milho. Se localizado muito próximo à descarga no silo de produto final, possivelmente não haverá tempo suficiente para garantir-se a completa dispersão do mix no produto a ser fortificado. Na Fig. 6 podem ser visualizadas alternativas de localização/instalação do alimentador/dosador de mix num sistema transportador de canecas. Moinhos pequenos de fabricação de flocos, podem não possuir sistemas pneumáticos de transporte e a linha de produção ficar num só nível no "lay-out" da planta. Neste caso, é recomendável instalar um transportador de canecas para permitir um meio de homogeneizar os flocos com o mix.



**Fig. 6.** Alternativas de localização/instalação do dosador de mix num sistema transportador de canecas: (a) antes do transportador ou (b) após o transportador.

### 5.1.2. Como calcular o fluxo do dosador?

Para calcular-se o fluxo do mix, primeiro é necessário determinar-se o nível de ferro que se pretende adicionar. Uma prática é o uso de um pequeno excesso de dosagem de mix ao fubá ou ao flocos, para compensar as variações do nível natural, as perdas de processamento e armazenagem, garantindo desta forma um nível mínimo final. Geralmente, é utilizado um excesso de 10% na fortificação de fubá ou de flocos.

**Exemplo** de cálculo de quantidade de mix a ser adicionado em 1000kg de fubá/flocos:

Cada 1000kg de fubá/flocos contêm naturalmente cerca de 11,0g de ferro. Portanto, para elevar este nível para 56g, deve-se adicionar 49,5g de ferro, ou seja:

$56 - 11,0 = 45,0\text{g}$ , que somados ao excesso de 10% ( $45,0 \times 0,10 = 4,5$ ), mencionado anteriormente, resulta em 49,5g ( $45,0 + 4,5$ ).

Portanto, se 100g de mix contiverem 21g de ferro, deve-se então adicionar 235,7g de mix, nesses 1000kg de fubá/flocos, para que se tenha adicionado os 49,5g de ferro desejados.

Além do nível de ferro que se pretende adicionar, o fluxo do fubá ou flocos de milho e a concentração de ferro no mix são importantes para os cálculos.

**Exemplo** de cálculo de fluxo de mix para:

- fluxo de fubá ou flocos de milho de 5 toneladas por hora;
  - mix contendo 21% de ferro (21g ferro/100g de mix);
  - quantidade desejada de adição de ferro: 49,5g para cada 1000kg de fubá ou flocos.
- fluxo de fubá ou flocos de milho por minuto:  $5000/60 = 83,3\text{kg}/\text{min}$ ;
- quantidade de ferro a ser adicionado por minuto =  $(83,3 \times 49,5)/1000 = 4,1\text{g}/\text{min}$ ;
- quantidade de mix de ferro a ser adicionado por minuto =  $(4,1 \times 100)/21 = 19,5\text{g}/\text{min}$ .

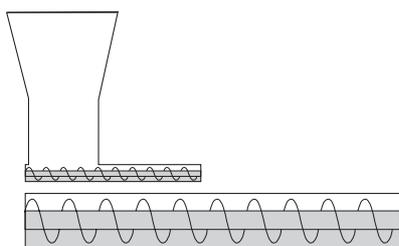
Portanto, se a coleta for realizada durante 5 minutos, a quantidade obtida deverá ser  $(19,6 \times 5) = 98,0\text{g}$  de mix.

### 5.1.3. Como controlar o processo?

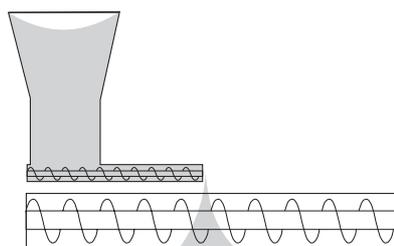
Isto deve ser feito cada vez que for realizada a coleta de fubá ou flocos de milho, ou seja, a cada duas horas. Para tanto, deve se coletar o mix, que sai do alimentador/dosador, por 1 a 3 minutos (fluxos lentos devem utilizar tempos maiores) e verificar se seu peso está dentro do padrão definido. O operador deve registrar a hora, o peso e a regulagem do alimentador. Este procedimento também evita que inadvertidamente se deixe esvaziar a moega do alimentador, interrompendo a adição do mix aos derivados de milho (Fig. 7a).

É altamente recomendável que seja instalado um sistema, que ligue e desligue o alimentador, atrelado ao sistema de transporte do fubá ou flocos. Ou seja, quando o transportador do fubá ou flocos de milho for desligado, o dosador/alimentador deve ser desligado automaticamente. Isto prevenirá a adição inadvertida de mix, se o fluxo de fubá ou flocos de milho parar por algum motivo (Fig. 7b). No caso de transporte pneumático, o sistema liga/desliga deve ser tanto para o alimentador como para o pressurizador de ar que injeta o mix, para assegurar que o alimentador não funcione se o pressurizador estiver desligado. Isto prevenirá um acúmulo de mix nas tubulações bem como seu excesso no fubá ou no flocos, quando o pressurizador for religado.

a) Fluxo de mix é interrompido mas fluxo de fubá/flocos continua

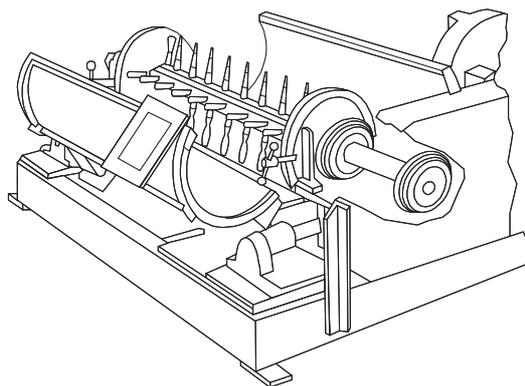


b) Fluxo de fubá/flocos é interrompido mas fluxo de mix continua



**Fig. 7.** Problema comuns na alimentação do mix.

A maioria dos moinhos não possui sistemas automatizados e, portanto, o controle de fluxo dos alimentadores tem de ser ajustado manualmente. Alguns dos moinhos de pequeno porte não têm qualquer ponto no sistema que possua um fluxo conhecido ou constante de fubá ou flocos, dificultando a dosagem do mix. Uma solução para isto é instalar um misturador contínuo (Fig. 8) entre o silo de produto acabado e o silo alimentador da embaladora. O alimentador dosaria o mix no início desse transportador especial, de fácil determinação do fluxo, e ao mesmo tempo homogeneizaria a mistura.



**Fig. 8.** Misturador contínuo de pás.

## **5.2. Sistemas não contínuos (bateladas)**

Em pequenos moinhos, em geral, é mais econômico proceder o enriquecimento do fubá ou dos flocos de milho em bateladas. Desta forma não é necessária a aquisição de um dosador/alimentador, mas somente a de um misturador (ver Fig. 1) e de uma pequena balança semi-analítica, para pesar o mix que será adicionado.

No caso do enriquecimento de flocos de milho por bateladas, a manipulação do mix pelo homogeneizador, pode provocar, em alguns casos, o fracionamento dos flocos, ocasionando uma diminuição do tamanho de suas partículas, o que pode comprometer a qualidade do produto final. Cada empresa deve, portanto, fazer uma avaliação deste sistema em relação ao seu produto.

## 6. Fubá ou flocos de milho enriquecidos

### 6.1. Controle de produção

Quatro maneiras de supervisionar e controlar a adição de ferro ao fubá ou flocos de milho são indicadas a seguir. É importante o devido registro dos resultados dos procedimentos de controle de qualidade. Um exemplo de planilha é apresentado no Anexo II.

- 1) **Inventário de uso do mix:** fazendo-se uma comparação entre a quantidade de mix utilizado e a quantidade de fubá ou de flocos de milho produzida é uma maneira simples de verificar se a quantidade correta de mix está sendo utilizada. Isto pode ser feito para cada saco de mix utilizado ou para um dia inteiro de produção.
- 2) **Verificação do fluxo de mix:** neste método é feita uma verificação para saber se o fluxo do mix está correto. Isto deve ser realizado cada vez que for feita a coleta de fubá ou de flocos de milho para o teste de mancha, ou seja, a cada duas horas. Para tanto, deve-se coletar o mix, que sai do alimentador/dosador, por 1 a 3 minutos (fluxos lentos devem utilizar tempos maiores) e verificar se seu peso está dentro do padrão definido. O operador deve registrar a hora, o peso e a regulagem do alimentador.
- 3) **Teste de Mancha:** toda avaliação qualitativa ou semi-quantitativa (Anexo III) do fubá ou dos flocos de milho deve ser efetuada logo após a coleta da amostra, para que se possa corrigir qualquer problema como adição em excesso ou insuficiente. Deve ser observada não somente a presença de ferro, como também sua homogeneidade de distribuição no fubá ou no flocos.
- 4) **Avaliação quantitativa:** esta avaliação fornece o teor real de ferro no fubá ou no flocos de milho e reflete a eficiência de todo o processo de produção. Não se deve tomar a média dos valores obtidos nos pacotes utilizados na amostragem, mas somente a média de cada pacote. Isto porque a Vigilância Sanitária efetua a coleta de somente uma amostra, por lote, para realizar a fiscalização, nunca a média de várias amostras de um mesmo lote. O valores obtidos devem estar sempre **dentro da faixa de  $\pm 20\%$  do valor indicado no rótulo**, conforme indicado nas normas de rotulagem (Resolução RDC N° 40, de 21/03/2001).

## 6.2. Controle de Qualidade

### 6.2.1. Amostragem

Toda amostra de fubá ou flocos de milho deve ser coletada após a mesma ter sido embalada. Recomenda-se coleta de, pelo menos, 3 (três) pacotes (de 0,5 ou 1kg), aleatoriamente, em cada amostragem. Para sacos de 20 a 50kg, pode-se retirar uma amostra, de cerca de 1kg, em 3 sacos, ou diretamente na boca de ensacamento, em sistemas não automáticos.

### 6.2.2. Frequência

Sugere-se que, para a análise qualitativa ou semi-quantitativa (Teste de Mancha), as amostras sejam coletadas a cada 2 (duas) horas. Assim que for verificado que o fluxo de fubá ou de flocos de milho quase não se altera e os resultados das análises estão sendo similares (por um período acima de uma semana), o sistema mostra-se estável e, portanto, o intervalo entre as coletas pode ser estendido para 4 ou 6 horas, ou então para cada mudança de turno, mudança de lote de milho ou qualquer alteração no fluxo do fubá ou dos flocos de milho.

Para a análise quantitativa, as amostras devem ser coletadas a cada semana, e assim que for verificada a estabilidade do sistema, o intervalo pode ser estendido para uma vez ao mês, ou a cada dois meses.

Se a análise quantitativa estiver sendo realizada na própria empresa, recomenda-se que se tenha um contrato com um laboratório independente que colete, no mercado, a cada 4 (quatro) meses, amostras de fubá ou de flocos e faça análise.

### 6.2.3. Métodos de análise

A análise **qualitativa** do teor de ferro pode ser realizada utilizando o Teste de Mancha, conforme indicado no Anexo III.

Para uma análise **semi-quantitativa**, pode-se fazer uso do mesmo Teste de Mancha, utilizando-se **fubá-padrão** ou **flocos-padrão**, de diversos teores conhecidos de ferro (ver método do Teste de Mancha), fazendo-se comparações.

A análise **quantitativa** pode ser realizada por espectrofotometria ou por absorção atômica. As referências para estes dois métodos são mostradas a seguir:

- a) Método 944.02 da AOAC. 16ª edição, 1997.
- b) Método 965.09 da AOAC. 16ª edição, 1995.

Uma visão geral do processo de implantação do sistema de produção de fubá ou de flocos de milho fortificados é mostrada no ANEXO IV, e as etapas que são necessárias para se fazer o controle do fubá ou dos flocos de milho fortificados no ANEXO V.

### **6.3. Legislação e rotulagem de fubá e flocos de milho**

O registro e a regulamentação da comercialização das farinhas de milho e dos alimentos enriquecidos brasileiros são regidos e fiscalizados pelo Ministério da Saúde. A legislação relativa ao enriquecimento de farinhas de milho possui duas características principais:

- 1) É obrigatória. O Regulamento Técnico que define a obrigatoriedade da adição de ferro em farinhas de milho foi publicado em forma de Consulta Pública (Consulta Pública da ANVISA n.º 63, de 06 de agosto de 2001).
- 2) Tem caráter federal. Não há legislação a nível de estados, evitando-se assim, qualquer tipo de empecilhos para o comércio interno entre as unidades da federação.

É importante salientar que o fubá, os flocos e os demais derivados de milhos adicionados de ferro estão dispensados da obrigatoriedade de registro no órgão competente do Ministério da Saúde (Resolução n.º 23, de 15 de março de 2000). As empresas devem informar apenas o início da fabricação ou de importação do produto à autoridade sanitária do Estado, do Distrito Federal ou do Município, conforme o modelo anexo a Resolução 23/2000 e Resolução 22/2000 ou através do programa para Produtos Dispensados da Obrigatoriedade de Registro – PRODIR, podendo iniciar a comercialização do produto. O PRODIR está disponível na *internet*. A autoridade sanitária terá prazo de sessenta dias, a contar da data da comunicação da empresa, para proceder à inspeção sanitária da fábrica. A realização desta inspeção dependerá isoladamente ou em conjunto, da natureza do produto, do seu risco associado, da data da última inspeção e do histórico da empresa.

#### **6.3.1. Legislação vigente sobre a adição de ferro em derivados de Milho**

A adição de ferro aos derivados de milho destinadas ao consumo direto ou uso industrial, devem seguir as instruções estabelecidas em Regulamento Técnico específico, a ser publicado pela Agência de Vigilância Sanitária.

#### **6.3.2. Rotulagem**

Os derivados de milho adicionadas de ferro devem ser designadas usando-se o nome convencional do produto seguida das expressões: “fortificada com ferro”, “enriquecida

com ferro”, “rica em ferro” ou expressão equivalente conforme determina o Regulamento Técnico sobre Alimentos Adicionados de Nutrientes Essenciais (Portaria n.º 31, de 13 de janeiro de 1998). Segundo esta Portaria fica proibida o uso de qualquer expressão de natureza terapêutica na rotulagem dos alimentos adicionados de nutrientes essenciais, devendo estes alimentos seguir as Normas de Rotulagem Geral, conforme legislação específica.

Os derivados de milho adicionados de ferro, devem seguir normalmente os regulamentos técnicos para a rotulagem nutricional obrigatória de alimentos e bebidas embalados (Resolução RDC n.º 40, 21 de março de 2001) e os valores de referências para porções de alimentos e bebidas para fins de rotulagem nutricional (Resolução RDC n.º 39, 21 de março de 2001). Os alimentos Enriquecidos/Fortificados para Programas Institucionais devem ainda observar a Portaria 34/80 SNV/MS.

A seguir, é mostrado um exemplo de rótulo de embalagem para flocos de milho fortificados com ferro (Fig. 9).



Fig. 9. Exemplo de um rótulo de embalagem para flocos de milho enriquecidos com ferro.

#### 6.4. Custos para a fortificação de fubá ou flocos de milho

Para o planejamento de um programa de fortificação de fubá ou flocos de milho com ferro é importante determinar os custos envolvidos para uma correta alocação de recursos. No Brasil, como este programa é obrigatório, os recursos com a divulgação e esclarecimentos junto aos consumidores de derivados de milho adicionadas de ferro, e seu diferencial frente aos produtos anteriormente comercializados, deverão ser arcados pelo próprio governo. Os custos para estabelecer-se um programa nacional de fortificação de ferro vai depender de fatores tais como o número e porte dos moinhos, nível de adoção do sistema de garantia de qualidade, regulamentações sobre o assunto e rigor da inspeção de alimentos e o nível de ferro a ser adicionado.

Para a fortificação de derivados de milho, o capital a ser investido é basicamente concentrado em três itens: 1) fonte de ferro, 2) dosador para o ferro e 3) análises para o controle de qualidade. Nos Anexos são apresentados uma lista de alguns fornecedores nacionais de fonte de ferro (Anexo VI), de equipamentos (Anexo VII) e de laboratórios que podem realizar as análises necessárias (Anexo VIII).

**Por exemplo:** para o enriquecimento de fubá com 30% da IDR (42mg/kg) com ferro reduzido, tem-se os seguintes valores:

$(\text{Custo de ferro puro} \div 1000) \times \text{dosagem} = \text{custo} / \text{tonelada}$

$(\text{US\$ } 6,00 \div 1000) \times 42\text{g/t} = \text{US\$ } 0,25 \text{ por tonelada} = \text{R\$ } 0,63$

Câmbio - (US\$ 1,00 = R\$ 2,50).

Este custo não inclui o transporte e outras taxas de importação e tarifas, que podem chegar a 33-50% dos custos do ferro.

O custo do dosador vai depender da qualidade e do tamanho do equipamento e varia de R\$ 4.000,00 a R\$ 20.000,00.

Outros investimentos previstos com a fortificação são as análises laboratoriais, incluindo reagentes, vidraria e controle de qualidade. O capital a ser investido depende do tipo de análise a ser adotado para o controle de qualidade. Se a empresa já possuir um espectrofotômetro para as suas análises rotineiras, o montante a ser investido será menor e será possível realizar também as análises quantitativas. Se a empresa não dispuser deste equipamento, poderá optar por realizar as análises qualitativas que exigem investimentos menores, basicamente reagentes e vidraria, e proceder às análises quantitativas em laboratório de terceiros. A Tabela 4 exemplifica uma análise de custos de produção de fubá ou flocos fortificados com ferro.

**Tabela 4.** Exemplo de uma planilha para cálculo dos custos da adição de ferro em fubá ou flocos de milho (Produção de 50.000 t/ano).

	Total (R\$) <sup>(1)</sup>	Anual (R\$) <sup>(1)</sup>
<b>A) Custos industriais</b>		
1. Investimentos <sup>(2)</sup>		
Balanças eletrônicas	2.500,00	250,00
Dosador com agitador e instalação	6.500,00	650,00
Laboratório e controle de qualidade <sup>(3)</sup>	500,00	50,00
Total do capital investido	9.500,00	950,00
2. Outros custos		
10% depreciação dos equipamentos (anual)		900,00
5% manutenção dos equipamentos (anual)		450,00
Ferro reduzido (R\$0,63/t + 33% para transporte)	13.330,00	
Salários		0
Custos anuais de operação		41.895,00
<b>Custos industriais totais</b>		<b>44.165,00</b>
<b>B) Custos com controle de qualidade, monitoramento e avaliação</b>		
1. Investimentos e manutenção dos equipamentos (balanças, vidraria, computador, etc), 20% em uso	3.000,00	600,00
10% de depreciação (anual)		300,00
5% manutenção dos equipamentos (anual)		150,00
2. Controle de qualidade		
Salários e benefícios, 10% do tempo <sup>(4)</sup>		2.600,00
Análises de laboratório e relatórios <sup>(5)</sup>		1.426,00
Garantia de qualidade e treinamento para o monitoramento <sup>(6)</sup>		5.200,00
<b>Custos com controle de qualidade, monitoramento e avaliação</b>		<b>10.276,00</b>
<b>Custo Total de Fortificação</b>		<b>25.876,00</b>
Custo por tonelada de farinha de trigo fortificada		1,09

<sup>(1)</sup>Estimativas de custos

<sup>(2)</sup>Amortização de 10 anos

<sup>(3)</sup>Os ensaios qualitativos requerem apenas vidrarias. Os ensaios quantitativos podem ser realizados em moinhos que já possuem espectrofotômetro ou serem terceirizados.

<sup>(4)</sup>Considerando-se o salário do técnico de laboratório como R\$1.000,00/mês + 100% de encargos

<sup>(5)</sup>Estima-se 12 ensaios qualitativos/dia ao custo de R\$ 0,05/ensaio num total de 360 dias/ano e um qualitativo/mês ao custo de R\$ 90,00/ensaio (serviço terceirizado) num total de 12 meses/ano + 10% do valor total para a elaboração dos relatórios

<sup>(6)</sup>Considerou-se este valor como sendo o dobro do valor gasto com salários.

## 7. Referências bibliográficas

ANVISA. **Regulamento técnico sobre o manual de procedimentos básicos para registro e dispensa da obrigatoriedade de registro de produtos pertinentes à área de alimentos.** Resolução n° 23, de 15 de março 2000 (publicada no DOU 16/03/2000. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol>. Acesso em: 2 ago. 2001.

ANVISA. **Tabela de valores de referência para porções de alimentos e bebidas embaladas para fins de rotulagem nutricional.** Resolução RDC n°39, de 21 de mar. 2001, publicada no DOU 22/03/2001. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol>. Acesso em: 2 ago. 2001.

ANVISA. **Estabelece o regulamento técnico para a rotulagem nutricional obrigatória de alimentos e bebidas embalados.** Resolução RDC n°40, de 21 de março 2001, (publicada no DOU 22/03/2001). Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol>. Acesso em: 2 ago. 2001.

ANVISA. **Regulamento técnico para fortificação de ferro em farinhas de trigo e milho.** Consulta Publica n°63, de 06 de agosto de 2001 (publicada no DOU de 07 ago. 2001). Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias>. Acesso em: 12 dez. 2001.

AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis.** 16.ed. Arlington, 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Regulamento técnico sobre as condições higiênicco-sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos produtores/ industrializadores de alimentos. Portaria n° 326 de 30/07/97. **Diário Oficial da União**, Brasília, 01 de jan. 1997. Seção I.

BRASIL. Ministério da Saúde. Política Nacional de Alimentação e Nutrição. Portaria 710/GM, de 10 de jun. 1999. **Diário Oficial da União**, Brasília, 11 de jun. 1997. Seção I., 110-E.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Regulamento técnico referente a alimentos adicionados de nutrientes essenciais.** Portaria n° 31, de 13 de janeiro de 1998. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias>. Acesso em: 2 ago. 2001

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Food hygiene basic texts**. FAO/WHO, 1997. 58p.

HURRELL, R. **The mineral fortification of foods**. Leatherhead: Leatherhead International, 1999. 315p.

NESTEL, P; NALUBOLA, R. **Manual for wheat flour fortification with iron**. Arlington: MOST Project, 2000. Part 1, 2 e 3. Disponível em: <http://www.mostproject.ct.org>. Acesso em maio 2001.

NUTTI, M.R.(coord). **Enriquecimento e restauração de alimentos com micronutrientes: uma proposta para o Brasil**. São Paulo: ILSI Brasil, 2000.

RODRIGUES, H. R. **Manual de rotulagem**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, março de 1999. 39 p. (Embrapa Agroindústria de Alimentos, Documentos, 33).

SUSTAIN. **Guidelines for iron fortification of cereal foods staples**. Disponível em: <http://www.sustaintech.org>. Acesso em: maio 2001.





## **Anexo III**

### **Procedimento Operacional Padrão**

### **Determinação de Ferro pelo Teste de Mancha (“Spot Test”)**

#### **1. Objetivo**

Determinar a presença de ferro adicionado em fubá ou flocos de milho, utilizando contraste de cor.

#### **2. Introdução**

A análise de ferro adicionado em alimentos, quando realizada de forma quantitativa, é geralmente morosa. Industrialmente, quando ocorre desvio da quantidade adicionada, medidas devem ser tomadas de imediato e, portanto, a morosidade prejudica esta tomada de ação. Com o “teste de mancha”, o resultado leva poucos minutos e, embora seja qualitativo, tendo-se padrões de farinhas com teores conhecidos, pode-se tornar este método semi-quantitativo. O método baseia-se na reação de ferro com tiocianato, formando tiocianato de ferro, que possui uma coloração vermelho sangüíneo intenso.

#### **3. Material e reagente**

Placa de Petri, vidro relógio ou placa de madeira, plástico ou vidro medindo cerca de 15x30cm

Espátula de madeira ou acrílico, larga

- Pisceta de plástico (ou pipeta graduada de 20ml)
- Balança analítica
- Balão volumétrico 1000ml
- Proveta de 100ml
- Peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 30%
- Tiocianato de potássio (KSCN) p.a.
- Ácido clorídrico (HCl) 2N

#### **4. Procedimento**

Preparo das soluções

Reagente KSCN-HCl: dissolver 100g de tiocianato de potássio em balão de 1000ml, completando-se o volume com água. Misturar 100ml deste com 100ml HCl 2N imediatamente antes de utilizá-lo. Este reagente deve ser preparado diariamente.

Solução de peróxido de hidrogênio: preparar uma solução de peróxido de hidrogênio a 3%, diluindo-se 100ml de peróxido de hidrogênio 30% para 1000ml, em balão volumétrico. Este reagente deve ser preparado diariamente.

Preparo das Amostras:

Colocar uma porção de fubá ou flocos de milho sobre a placa de Petri, vidro de relógio ou placa de vidro ou acrílico. Se empregada a placa de vidro ou acrílico, deve-se utilizar cerca de uma colher de sopa e, com a espátula, pressionar o fubá ou os flocos formando uma camada lisa de, aproximadamente, 1cm de espessura e 5-7cm de diâmetro. No caso de placa de Petri, encher a mesma e nivelar o material com a borda da placa.

Utilizando uma pipeta, umedecer toda a superfície do fubá ou flocos de milho com o reagente KSCN-HCl. Realizar esta operação com cuidado, despejando o reagente gota-a-gota, para evitar que o ferro, existente na superfície, seja lavado.

Aguardar 2 minutos e então repetir o processo com a solução de peróxido de hidrogênio.

Aguardar mais 10 minutos (para ferro elementar) e avaliar a formação das manchas vermelhas. Para sulfato ferroso, aguardar apenas 2 minutos.

Observação: A formação de manchas vermelhas indica que ferro foi adicionado ao fubá ou ao flocos de milho. O número de manchas, por unidade de área, será aproximadamente proporcional à quantidade de ferro adicionado. Para uma melhor estimativa, o teste deverá ser efetuado junto com farinhas com níveis conhecidos de ferro adicionado (ou fotos das mesmas). Por exemplo: se o fubá ou flocos a ser analisada deve conter cerca de 40mg de ferro/kg de farinha, os fubás ou flocos-padrão devem ser elaboradas para 20, 40, 60 e 80mg de ferro por quilo. Estes derivados devem ser homogeneizadas em laboratório, podendo ser armazenadas sob refrigeração por muitos meses. Um exemplo desses padrões pode ser observado na Fig.s A e B.

#### 5. Bibliografia consultada

- 1) AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved methods of the AACC. 9. ed. St. Paul, MN, 1995. (AACC método 40-40).
- 2) AMERICAN INGREDIENTS COMPANY. Spot test for iron in milled cereal flours. Kansas City, 1999. (Technical Bulletin A-210a).

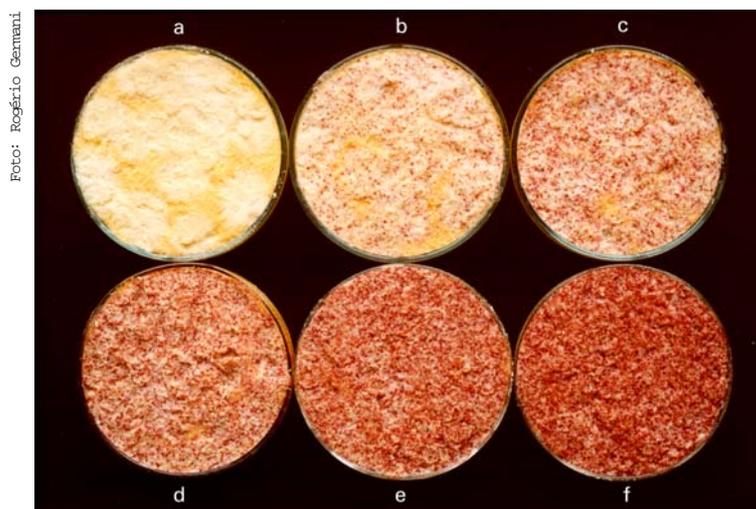


Fig. A. Teste de Mancha em fubá fortificado com diferentes níveis de ferro (por 100g): a) sem a adição de ferro; b) com 2,0mg de ferro; c) com 4,0mg de ferro; d) com 6,0mg de ferro; e) com 8,0mg de ferro e f) com 10,0mg de ferro.

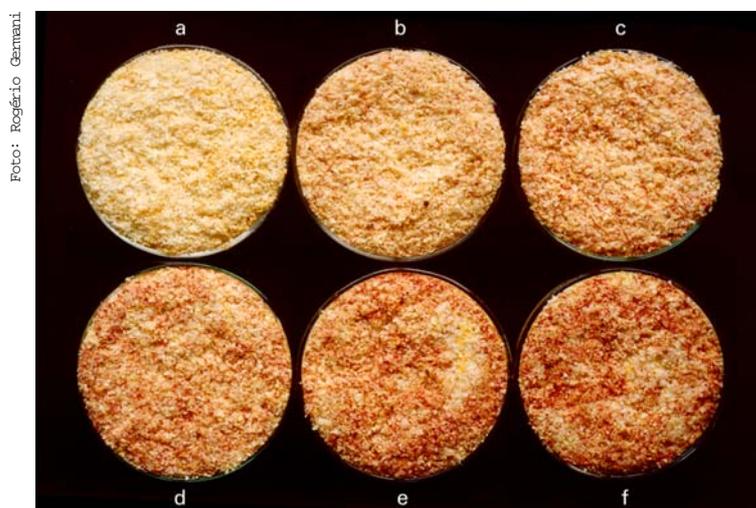
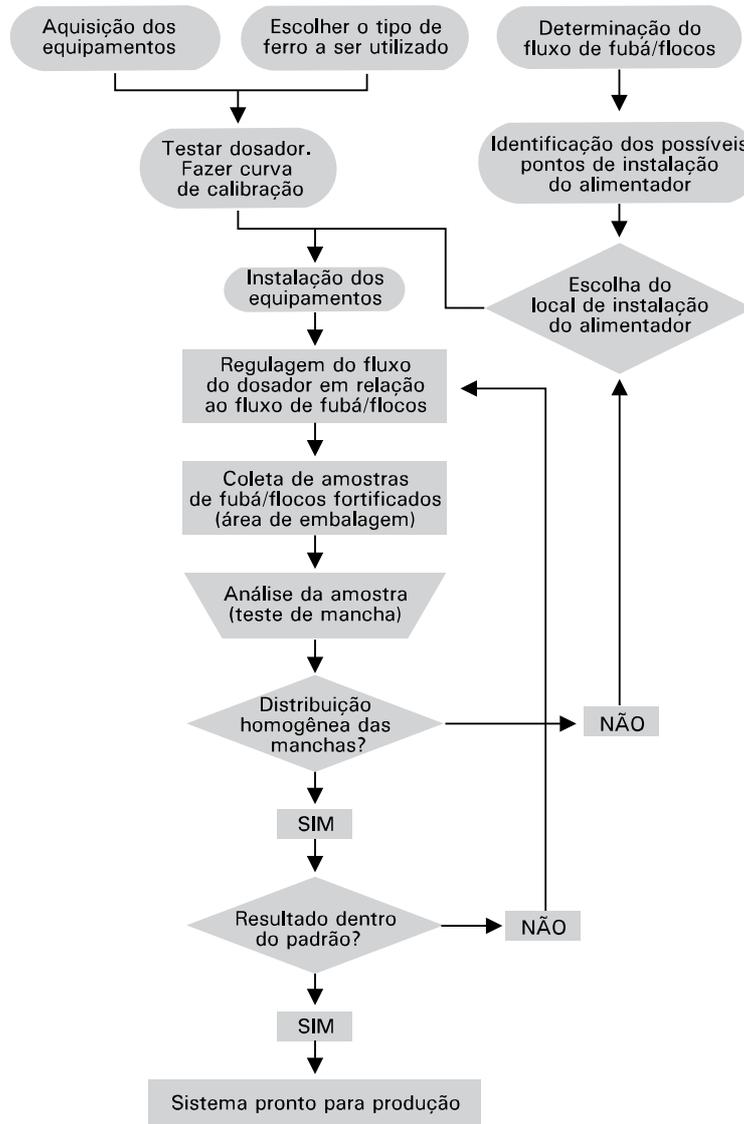


Fig. B. Teste de Mancha em flocos de milho fortificado com diferentes níveis de ferro (por 100g): a) sem a adição de ferro; b) com 2,0mg de ferro; c) com 4,0mg de ferro; d) com 6,0mg de ferro; e) com 8,0mg de ferro e f) com 10,0mg de ferro.

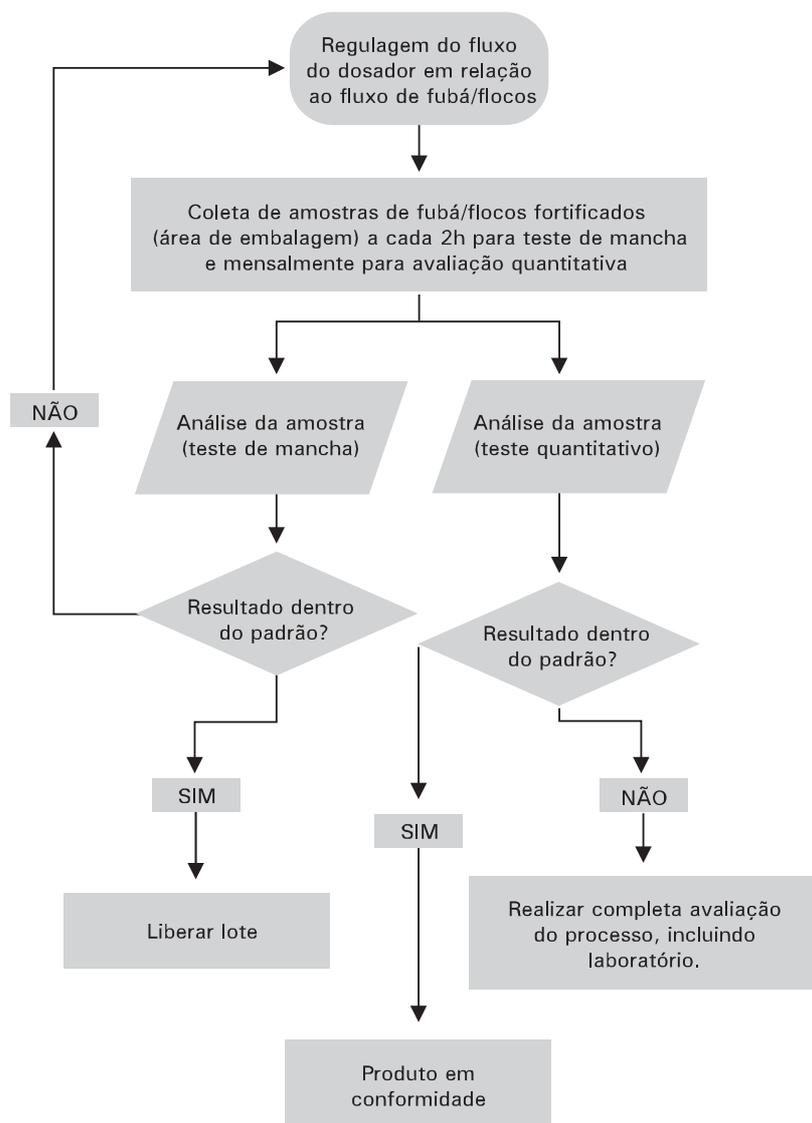
## Anexo IV

Etapas necessárias para a implantação do processo de produção de fubá ou flocos de milho fortificados com ferro.



## Anexo V

Etapas necessárias para o controle da farinhas ou de flocos de milho enriquecida com ferro.



## Anexo VI

### Fornecedores comerciais de mix de ferro

A seguir são listadas algumas empresas fornecedoras de mix de ferro. Ressalta-se que o importante é exigir das mesmas o certificado de garantia do produto.

1. FERMAVI Eletroquímica Ltda.

Av. Jorge Bey Maluf, 2985

CEP 08686-000

Suzano, SP

Tel.: (11) 4745.3010/3019; Fax: (11) 4745.3008

E-mail: fabio\_chaves@produquimica.com.br

2. FORITTECH South America Industrial e Comercial Ltda.

Rodovia Santos Dumont, SP-075, km 68, S/Nº, Pista Norte - Viracopos

CEP 13055-901

Campinas, SP

Tel.: (19) 3265.1000, Fax: (55) 3265.1022

E-mail: anapaula@fortitech.com.br

Contato: Ana Paula Coelho

Homepage: www.fortitech.com.br

3. M. CASSAB Comércio e Industrial Ltda.

Av. das Nações Unidas, 20.882

Santo Amaro

CEP 04795-000 - São Paulo, SP

Tel.: (11) 5522.7788, Fax: (11) 5524.8823

E-mail: nutrihumana@mcassab.com.br

Contato: Olavo Rusig

4. MELTEC Comércio e Representações Ltda.

Representantes Exclusivos Mallinckrodt Inc. (USA)

Rua: Seis, 1460 Sala 26 - Ed. São Lucas

Cep: 13500-190

Rio Claro, SP.

Tel./Fax: (19) 523-2111

e-mail: meltec@claretianas.com.br ; wagner@claretianas.com.br

5. MERCK S.A. Indústrias Químicas

Estrada dos Bandeirantes, 1.099

Jacarepaguá

CEP 22710-571

Rio de Janeiro, RJ.

Tel.: (21) 2444.2000/2089/2115, Fax: (21) 2445.8781

Homepage: [www.merckquimica.com.br](http://www.merckquimica.com.br)

6. REP MINERALS Coml. Exp. Imp. Ltda.

Rua Universal, 479 Sala 04

Rudge Ramos

CEP 09608-000

São Bernardo do Campo, SP.

Tel.: (11) 4365.1001, Fax: (11) 4365.1057

E-mail: [repminerals@uol.com.br](mailto:repminerals@uol.com.br)

7. ROCHE Vitaminas Brasil Ltda.

Av. Engenheiro Billings, 1729 - Prédio 9

CEP 05321-900

São Paulo, SP.

Tel. (11) 3719.4616, , SAC 0800.77.20.116, Fax: (11) 3719.4985

E-mail: [brasil.nsh@roche.com](mailto:brasil.nsh@roche.com)

Contato: Nilva B. Andrade [nilva.andrade@roche.com](mailto:nilva.andrade@roche.com)

## Anexo VII

### Fabricantes ou fornecedores de dosadores/alimentadores e homogeneizadores

A seguir são listadas algumas empresas que fabricam ou fornecem equipamentos de dosificação ou alimentação de microelementos.

Cada empresa deve tomar o cuidado de adquirir os equipamentos de acordo com suas necessidades e, portanto, deve discutir devidamente a questão com o fabricante/fornecedor do equipamento. Uma boa prática é trocar informações com alguma outra empresa similar à sua (em porte) que já faça uso do equipamento que deseja adquirir.

1. Ampla Indústria Metalúrgica Ltda.

Rua Independência, 600

CEP 99920-000

Erebango - RS

Tel./fax: (54)339-1133

Homepage: [www.ampla.ind.br](http://www.ampla.ind.br); e-mail: [ampla@ampla.ind.br](mailto:ampla@ampla.ind.br).

2. Buhler S.A.

Av. Paulista, 1.106 - andar intermediário

CEP 01310-100

São Paulo, SP

Tel.: (11) 3175.6800

E-mail: [office.saopaulo@buhlergroup.com](mailto:office.saopaulo@buhlergroup.com)

3. Ertec Tecnologia S/C Ltda.

Rua das Flechas, 198

CEP 04364-030

São Paulo, SP

Tel.: (11) 5677.0005, Fax.: (11) 5679.7952

E-mail: [ertec@osite.com.br](mailto:ertec@osite.com.br)

4. IDUGEL Industrial Ltda.

Av. Caetano Natal Branco, 3800

Centro Empresarial Caetano Natal Branco - Box 7B

CEP 89600-000

JOAÇABA, SC.

Fone/fax: (49) 522.3894

e-mail: [idugel@softline.com.br](mailto:idugel@softline.com.br),

Contato: Jardel Marques.

Homepage: [www.classificadosmercosul.com.br/idugel](http://www.classificadosmercosul.com.br/idugel)

5. Indústrias Filizola S.A.

Rua Joaquim Carlos, 1236

CEP 03019-902

São Paulo, SP

Tel. (11) 292.2055, Fax: (11) 291.1041, SAC 0800.17.8077

e-mail: [vendas@filizola.com.br](mailto:vendas@filizola.com.br)

Contato: José Roberto Lage - Linha K.tron

6. MAXMILL Comércio e Indústria

Rua Oricuri, 551 , sala 03 Vila Formosa- SP

CEP 03365-000

São Paulo, SP.

Tel.: (11)6104.3629; contato: Rita Severino.

7. SASA - Equipamentos industriais Ltda.

Rua Distrito Federal, 296

Santo André, SP

CEP 09210-390.

Tel./fax: (11) 4996.2748

E-mail: [sasa@sasa.com.br](mailto:sasa@sasa.com.br)

Contato: Antônio Lardino

8. SCHENCK do Brasil Ind. e Com. Ltda.

Rua Arnaldo Magniccaro, 500 - Prédio B - Jurubatuba

CEP 04691-903

São Paulo, SP

Tel.: (11) 5633.3622, Fax: (11) 5634.4909.

E-mail [www.schenck.com.br](http://www.schenck.com.br):

Contato: Luiz F. Marino. [luizmarino@schenck.com.br](mailto:luizmarino@schenck.com.br)

## Anexo VIII

### Laboratórios

A seguir são listados alguns laboratórios que podem realizar análise quantitativa de ferro em farinhas.

1. Embrapa Agroindústria de Alimentos

Av. das Américas, 29501

Guaratiba

CEP 23020-470

Rio de Janeiro, RJ.

Tel.: (21) 2410.7478, Fax: (21) 2410.1090

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

2. Embrapa Agroindústria Tropical

Rua Dr<sup>a</sup> Sara Mesquita, 2270

Planalto do Pici

C. P. 3761

CEP 60511-110

Fortaleza - CE.

Tel.: (85) 299.1800, Fax: (85) 299.1833/1803

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

3. CIENTEC

Rua Washington Luiz, 675

C.P. 1864

CEP 90010-460

Porto Alegre, RS.

Tel.: (51) 3287.2146/2000, Fax.: (51) 3287.2092

Homepage: [www.cientec.rs.gov.br](http://www.cientec.rs.gov.br)

4. FERMAVI Eletroquímica Ltda.

Av. Jorge Bey Maluf, 2985

CEP 08686-000

Suzano, SP

Tel.: (11) 4745.3010/3019; Fax: (11) 4745.3008

E-mail: [fabio\\_chaves@produquimica.com.br](mailto:fabio_chaves@produquimica.com.br)

## 5. GRANOTEC do Brasil

Rua João Bettega, 5800

Cidade Industrial

CEP 81350-000

Curitiba, PR.

Tel.: (41) 245.7722, Fax: (41) 245.4400

Homepage: [www.granotec.com.br](http://www.granotec.com.br)

## 6. INSTITUTO ADOLFO LUTZ

Av. Dr. Arnaldo, 355

Cerqueira César

CEP 12461-902

São Paulo, SP.

Tel.: (11) 3061.0111

## 7. ITAL - Instituto de Tecnologia de Alimentos

Av. Brasil, 2880

C.P. 139

CEP.: 13.001-970

Campinas, SP.

Tel.: (19) 3743.1960, Fax: (19) 3743.1963

Homepage: [www.ital.org.br](http://www.ital.org.br)

## 8. M. CASSAB Comércio e Industrial Ltda.

Av. das Nações Unidas, 20.882

Santo Amaro

CEP 04795-000 São Paulo, SP

Tel.: (11) 5522.7788, Fax: (11) 5524.8823

E-mail: [nutrihumana@mcassab.com.br](mailto:nutrihumana@mcassab.com.br)

## 9. SFDK Consultoria e Planejamento S/C Ltda.

Av. Aratãs, 754

CEP: 04081-004

São Paulo - SP.

Tel.: (11) 5096.2664, Fax: (11) 5042.1844

E-mail: [sfdk@sfdk.com.br](mailto:sfdk@sfdk.com.br)

Homepage: [www.sfdk.com.br](http://www.sfdk.com.br)

## 10. TECPAR - Instituto de Tecnologia do Paraná

Rua Algacir Munhoz Mader, 3775

Cidade Industrial de Curitiba - CIC

CEP- 81350 - 010

Curitiba - Paraná

Tel.: (41) 316. 3000

Fax: (41) 245. 0844

E-mail: [tecpa@tecpa.br](mailto:tecpa@tecpa.br) ; Homepage: [www.tecpa.br](http://www.tecpa.br)

## 11. UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA

Centro de Ciências Agrárias

Tecnologia em Alimentos e Medicamentos

Campus Universitário

C. P. 6001

CEP 86051-970

Londrina - PR

Telefone (43) 371.4565, Fax: (43) 371.4080

E-mail: [deptam@uel.br](mailto:deptam@uel.br)

## 12. UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

Centro de Pesquisa em Alimentos

Escola de Veterinária

Campus II - CP 131

CEP.: 74001-970

Tel.: (62) 521.1576/1579, Fax: (62) 205.122

E-mail: [cpa@vet.ufg.br](mailto:cpa@vet.ufg.br)

## 13. UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

Laboratório de Experimentação e Análise de Alimentos

Departamento de Nutrição

Centro de Ciências da Saúde

Cidade Universitária

CEP: 50670-901

Recife, PE

Tel.: (81) 3271.8464, Fax: (81) 3271.8473

E-mail: [leal@nutricao.ufpe.br](mailto:leal@nutricao.ufpe.br)







---

*Agroindústria de Alimentos*

MINISTERIO DA AGRICULTURA,  
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

