

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENRIQUECIMENTO DE FARINHA
DE TRIGO COM APOIO DO CONTROLE DE PROCESSOS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Floriano Soeiro de Souza Neto

Santa Maria RS

Brasil

2011

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENRIQUECIMENTO DE FARINHA
DE TRIGO COM APOIO DO CONTROLE DE PROCESSOS**

por

Floriano Soeiro de Souza Neto

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-
Graduação em Engenharia de Produção, Área de Concentração em

Qualidade e produtividade

da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS),

como requisito parcial para obtenção do grau de

Mestre em Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Dr. Leandro Cantorski da Rosa

Santa Maria RS, Brasil

2011

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção**

A Comissão Examinadora, abaixo assinalada, aprova a Dissertação de
Mestrado

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENRIQUECIMENTO DE FARINHA
DE TRIGO COM APOIO DO CONTROLE DE PROCESSOS**

elaborada por
Floriano Soeiro de Souza Neto

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia de Produção

Comissão Examinadora

Leandro Cantorski da Rosa, Dr.
(Presidente/Orientador)

Mário Luiz Santos Evangelista, Dr.
(UFSM)

Virgínia Cielo Rech, Dra.
(UNIFRA)

Santa Maria, 12 de setembro de 2011

**Dedico este Trabalho à minha
Família, Esposa, Filho e Filha,
Esteio da minha vida e do meu trabalho.**

Agradecimentos

Agradeço às pessoas que direta ou indiretamente contribuíram na realização desse trabalho.

Ao Professor Doutor Leandro Cantorski da Rosa, pela oportunidade de ter sido orientado, estimulado e cobrado incessantemente.

À Professora Doutora Claudia Severo da Rosa pelo auxílio, sem o qual não seria possível realizar esta dissertação.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Maria, pela organização que me proporcionou inúmeros conhecimentos.

Ao Professor Doutor Rolando Estrada pela amizade, orientações e conhecimentos a mim transferidos.

Aos secretários do PPGEP pelo apoio nesta trajetória.

Aos colegas e amigos que partilharam as dúvidas, os sonhos e as conquistas de cada dia.

Ao meu amigo José Celestino M. Antoniazzi, pela ajuda e esclarecimentos.

Aos Professores Doutores Julio Cezar Mairesse Siluk, Leoni Pentiado Godoy, João Helvio Righi de Oliveira, Alberto Souza Schmidt, pelos conhecimento e apoio prestados.

Aos Professores Doutores Dennis Rasquin Rabenschlag, Janis Elisa Ruppenthal, Mário Luiz Santos Evangelista, Miguel Neves Camargo, Andreas Dittmar Weise pela amizade, apoio e oportunidade de crescimento.

Aos meus colegas da Ginecologia e Obstetrícia do Hospital Universitário de Santa Maria pelo apoio que me doaram nestes anos.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
Universidade Federal de Santa Maria

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENRIQUECIMENTO DE FARINHA DE TRIGO COM APOIO DO CONTROLE DE PROCESSOS

AUTOR: FLORIANO SOEIRO DE SOUZA NETO

ORIENTADOR: DR. LEANDRO CANTORSKI DA ROSA

Data e local da defesa: Santa Maria, 12 de setembro de 2011.

As políticas governamentais em saúde estão direcionadas para as medidas preventivas. Neste sentido, foi estabelecido em 2002 pelo governo federal brasileiro, e já em execução em vários países, que fossem enriquecidas com ácido fólico e ferro as farinhas de trigo e milho. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o processo de enriquecimento de farinha de trigo com ácido fólico. Foram pesquisados vinte e três dentre os maiores moinhos de trigo do Rio Grande do Sul. Foram testadas 60 (sessenta) amostras de farinha de trigo compradas em supermercados da região central do RS, nas quais foi realizada a dosagem de ácido fólico com HPLC em laboratório da Universidade Federal de Santa Maria. A variação de métodos de produção adotados e controle do processo inadequado foram marcantes. Apenas 18,3% das amostras pesquisadas apresentam teores dentro das normativas. Dessa forma, observou-se que o processo, apesar da sua importância, apresentou baixa conformidade.

Palavras-chave: Controle do processo, enriquecimento de farinha de trigo, ácido fólico.

ABSTRACT

Dissertation of Master
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
Universidade Federal de Santa Maria

EVALUATION OF THE ENRICHMENT OF WHEAT FLOUR WITH THE SUPPORT OF PROCESS CONTROL

AUTHOR: FLORIANO SOEIRO DE SOUZA NETO

ADVISER: DR. LEANDRO CANTORSKI DA ROSA

Date and place of the test: Santa Maria, september 12 2011.

Government policies in health are directed to preventive measures. In this respect, it was established in 2002 by the Brazilian Federal government, and also being controlled in several countries, that iron and folic acid must be added to wheat and corn flour. The aim of this research was to investigate the wheat flour enrichment process with folic acid. Were searched twenty-three among the largest flour mills in Rio Grande do Sul. Sixty (60) samples of wheat flour bought in supermarkets in the central region of the state of RS were also tested for the dosage of folic acid with HPLC. The tests were performed in laboratory of the Santa Maria Federal University. The variation in production methods and inadequate process control were salient. Only 18.3% of the samples studied were within the present regulatory measures. Thus, it was observed that the process, despite its importance, has low compliance.

Key words: statistic control of process, enrichment of wheat flour, folic acid.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Alimentos ricos em ácido fólico.....	20
Tabela 2 – Consumo diário recomendado de ácido fólico.....	21
Tabela 3 – Teor de ácido fólico contido em diferentes marcas de farinha de trigo comercializadas em Santa Maria - RS (comparação entre marcas pesquisadas).....	41
Tabela 4 – Teor de ácido fólico contido em diferentes marcas de farinha de trigo comercializadas em Santa Maria - RS (comparação entre diferentes lotes das marcas pesquisadas).....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Delineamento da pesquisa.....	16
Figura 2 – Formação do tubo neural.....	19
Figura 3 – Defeitos do tubo neural.....	19
Figura 4 – Estrutura do grão de trigo.....	22
Figura 5 – Fluxograma de produção da farinha de trigo.....	23
Figura 6 – Dosador volumétrico para materiais em pó	27
Figura 7 – Instalação do dosador em sistema pneumático.....	28
Figura 8 – Instalação do dosador em sistemas com transporte mecânico.....	28
Figura 9 – Sistemas adotados para transporte da farinha de trigo no processo de produção junto à etapa onde ocorre o enriquecimento.....	38
Figura10 – Método usado para monitorar a adição de mix para enriquecimento da farinha de trigo nas empresas pesquisadas...	39
Figura11 – Teor de ácido fólico identificado em diferentes marcas de farinha de trigo comercializadas em Santa Maria – RS e valor exigido pela legislação.....	40

LISTA DE SIGLAS

ANVISA – Agência Nacional de vigilância Sanitária.

CDC – *Center for Disease Control and Prevention*

DNT - Defeitos no tubo neural.

DOU - Diário Oficial da União.

ELISA – *Enzyme Linked Immunosorbent Assay*

Fe - ferro elementar.

Fe ++ - íon ferro bivalente.

Fe +++ - íon ferro trivalente.

FF - Fumarato Ferroso.

FR - ferro reduzido.

g - grama.

HPLC - *High Performance Liquid Chromatography*. Cromatografia Líquida de Alta Performance.

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.

kg - quilograma.

LARP - Laboratório de Análises de Resíduos de Pesticidas

LC-MS - *Liquid Chromatography – Mass Spectrometry*. Cromatografia Líquida com espectrometria de massa.

mg - miligrama.

mL - mililitro

MIX - mistura onde os ingredientes são dispersos em um veículo com finalidade de facilitar o seu uso.

OMS.- Organização Mundial da Saúde.

SNC - Sistema Nervoso Central.

UNICEF - *United Nations Children's Fund* . Fundação das Nações Unidas Para as Crianças.

µg - micrograma.

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1 – Resolução RDC N° 344, de 13 de dezembro de 2002 que dispõe sobre a fortificação de farinhas de trigo e de milho com ferro e ácido fólico.....	51
Apêndice 2 – Questionário encaminhado às empresas pesquisadas.....	56

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Objetivos	15
1.1.1 Objetivo geral.....	15
1.1.2 Objetivos específicos.....	15
1.2 Justificativa	15
1.3 Estruturação do texto	16
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	18
2.1 Os Defeitos do tubo neural (DTN) e o ácido fólico	18
2.2 Produção de farinha trigo	21
2.2.1 Recepção e armazenagem do grão.....	22
2.2.2 Limpeza e condicionamento.....	23
2.2.3 Moagem e produção da farinha de trigo.....	24
2.2.4 Envase e armazenamento.....	25
2.3 Enriquecimento da farinha de trigo	25
2.3.1 Dosadores usados na fortificação.....	27
2.3.2 Instalação do dosador.....	28
2.4 Controle da qualidade da farinha de trigo enriquecida	29
2.4.1 Método HPLC (<i>High Performance Liquid Chromatography</i>).....	29
2.4.1.1 Ensaio cromatografia líquida – espectrometria de massa (LC-MS).....	31
2.4.2 Ensaio Microbiológico.....	32
2.4.3 Ensaio imunoenzimático (ELISA).....	32
2.5 Controle do processo	32
3 METODOLOGIA	34

3.1 Delimitação da pesquisa.....	34
3.2 Delineamento da pesquisa.....	34
3.3 Campo de pesquisa e coleta dos dados.....	35
3.3.1 Determinação do teor de ácido fólico nas amostras de farinha de trigo enriquecida	36
3.4 Análise dos dados.....	37
3.5 Análise estatística.....	37
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1 Monitoramento do processo de enriquecimento.....	38
4.2 Análise dos dados obtidos.....	40
5 CONCLUSÕES.....	44
5.1 Sugestões para novos trabalhos	45
6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
APÊNDICE 1.....	51
APÊNDICE 2	56

1 INTRODUÇÃO

O programa nacional de Prevenção aos Defeitos do Tubo Neural é um projeto institucional, idealizado por neurocirurgiões através da Sociedade Brasileira de Neurocirurgia para coordenar ações de prevenção, tratamento e reabilitação referente às malformações do sistema nervoso. Ele foi criado para atender a uma crescente necessidade médica e social, verificada em estudos nacionais, visando transmitir uma mensagem educativa à população em geral, direcionada primordialmente às mulheres em idade reprodutiva.

Os defeitos do fechamento do tubo neural representam o maior contingente de malformações do sistema nervoso, que incluem: Anencefalia (não formação do cérebro); Espina bífida (malformação da coluna lombar); Mielomeningoceles (uma protusão da medula espinhal) e Hidrocefalia (acúmulo excessivo de líquido em cavidades internas do cérebro denominadas de ventrículos) (AUSIELLO; GOLDMAN, 2009).

O consumo de ácido fólico protege expressivamente contra as malformações do tubo neural. Estudos demonstram uma significativa redução do número de casos em vários países como Estados Unidos, Canadá, Inglaterra e Irlanda. O ácido fólico pode ser encontrado normalmente em vegetais de folhas verdes como o espinafre, também está presente no suco de laranja e em grãos enriquecidos. O centro americano para controle e prevenção de doenças CDC (*Center for Disease Control and Prevention*) recomenda que todas as mulheres em idade fértil e, especialmente aquelas que estão planejando engravidar, consumam cerca de 400 microgramas de ácido fólico todos os dias (DE WALS et al., 2007).

Diante do elevado número de casos registrados e das numerosas pesquisas mostrando a eficiência do uso de ácido fólico por mulheres em idade gestacional, o Ministério da Saúde com o apoio de instituições médicas, através da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), adotou a Resolução RDC 344, de 13 de dezembro de 2002 (BRASIL, 2002), estabelecendo a obrigatoriedade para os fabricantes de farinha de trigo e milho enriquecer seus produtos com o ácido fólico e ferro. Este último na intenção de prevenir a alta prevalência de anemias ferroprivas (dependentes da ingestão de ferro), verificada em crianças em populações de baixo poder aquisitivo.

A qualidade pode ser avaliada pelo grau de conformidade do produto final em relação as suas especificações. Essa conformidade resulta do desempenho em todas as etapas do ciclo de produção. Manter a qualidade do produto, é uma das finalidades do controle da qualidade, importante subárea da engenharia de produção, que guiou esta pesquisa.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o processo de enriquecimento de farinha de trigo com ácido fólico frente às exigências das especificações com apoio do controle estatístico de processos.

1.1.2 Objetivos específicos

- Mapear o processo de produção de farinha de trigo enriquecida, com foco no subprocesso enriquecimento;
- Quantificar os valores de ácido fólico (vitamina B9), adicionados em 10 diferentes marcas de farinha de trigo, comercializadas em Santa Maria RS;
- Avaliar o método de controle da qualidade na etapa de enriquecimento de farinha de trigo.

1.2 Justificativa

A escolha do tema desta pesquisa ocorreu justamente devido ao elevado números de casos registrados de malformação do sistema nervoso fetal, em contrapartida com inúmeras pesquisas que demonstram a importância do consumo de ácido fólico por mulheres em idade gestacional.

Uma análise da relação do consumo de farinha de trigo enriquecida com a incidência de malformações do tubo neural, nos diversos estados do Brasil, revela uma disparidade de resultados. São inúmeras variáveis, como distribuição irregular dos moinhos, consumos diferentes entre diferentes populações e, por fim, falta de controle no processo a nível de empresa para serem avaliadas. Em vários estados

foram encontrados melhora nos índice de frequência das patologias relacionadas, principalmente a partir do ano 2004, ano de implementação da regra de enriquecimento das farinhas pela ANVISA (BRASIL, 2009).

1.3 Estruturação do texto

Este texto foi estruturado em cinco capítulos, conforme mostra a Figura 1.

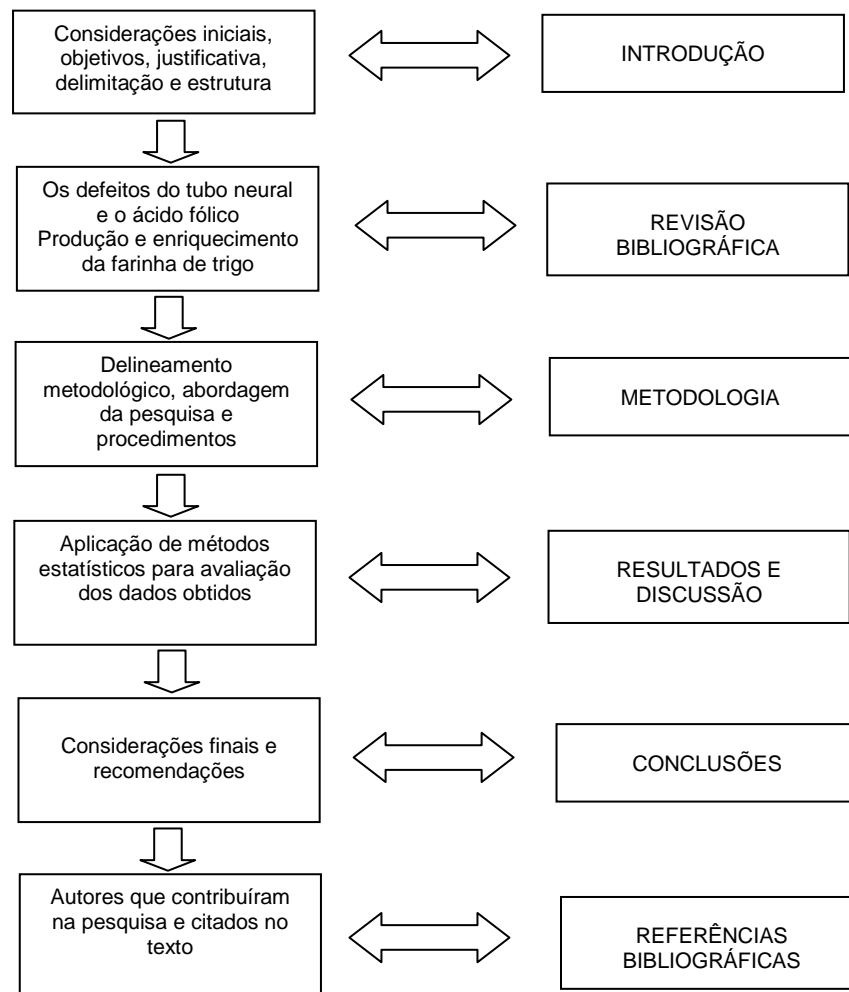


Figura 1 – Delineamento da pesquisa

No primeiro capítulo trata-se o problema, os objetivos e a justificativa que estão associados ao tema da pesquisa. O capítulo seguinte apresenta a revisão bibliográfica, com o intuito de subsidiar o desenvolvimento da dissertação no campo políticas de saúde e controle dos processos. O terceiro capítulo apresenta o delineamento metodológico da pesquisa, as abordagens de pesquisa, os métodos

de pesquisa e os procedimentos de pesquisa. No quarto capítulo são apresentados e discutidos os resultados obtidos na análise das amostras de farinha de trigo. No capítulo final são apresentadas as considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Os defeitos no tubo neural (DTN) e o ácido fólico

A deficiência de micronutrientes é um dos maiores malefícios mundiais, atingindo um terço da população. Estudos da Organização Mundial da Saúde (OMS) e da *United Nations Children's Fund* (UNICEF) revelam que a incidência da desnutrição por micronutrientes prevalece nos grupos de maior vulnerabilidade na população – sociedades de países em desenvolvimento, com maior incidência de mulheres grávidas e crianças. As consequências da desnutrição por micronutrientes são uma saúde debilitada, fraca resistência a doenças (deficiências do sistema imunológico), retardamento mental e expectativa de vida reduzida.

Existem quatro estratégias básicas para lidar com deficiências de micronutrientes: fortificação da comida, suplementação, diversificação da dieta, e outras medidas de saúde pública (SADIGHI et al., 2009).

O fechamento do tubo neural é um processo embrionário que acontece durante aproximadamente 48 horas e é concluído após 28 dias de gestação (Figura 2). Os defeitos no tubo neural (DTN) são as falhas que ocorrem nesse período, em qualquer estágio. Várias formas de lesões são resultados dos danos decorrentes, incluindo a anencefalia (40% dos casos), espina bífida (a qual compreende cerca de 50% dos casos em que a medula espinhal é afetada) e outras formas raras como a encefalocele, meningoencefalocele e craniodiscrasia (MOLLOY, 2005).

Os defeitos do tubo neural (Figura 3) constituem o maior grupo de anomalias do sistema nervoso central (SNC) e são uma grande causa de morbidade e mortalidade em recém-nascidos a nível mundial. A anencefalia é uma doença letal, com a ocorrência das mortes tanto útero quanto logo após o nascimento. A gravidade da espina bífida (malformação da coluna lombar) varia consideravelmente e a resultante do risco de morte está relacionada não apenas com a gravidade, mas também à disponibilidade de tratamentos cirúrgicos e médicos, à observância dos pais às intervenções médicas, à gestão de complicações, dentre outras (BOTTO et al, 1999).

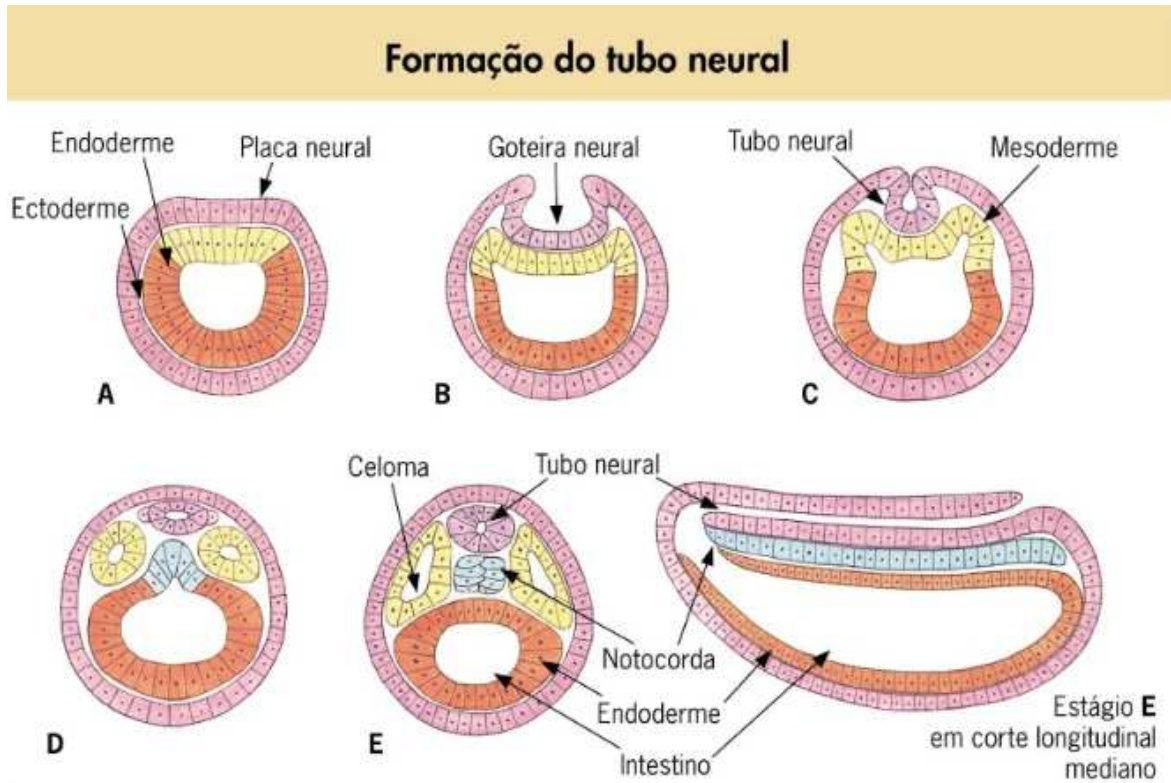


Figura 2 – Formação do tubo neural
 Fonte: Silva Júnior, Sasson e Caldini Júnior, 2005, p. 135



Figura 3 – Defeitos do tubo neural
 Fonte: University of Maryland Medical Center, 2011

Os benefícios da suplementação do ácido fólico durante o período pré-concepcional ao nascimento, na redução de defeitos no tubo neural, têm sido demonstrados tanto em estudos experimentais quanto em estudos observacionais (DE WALSH et al., 2007). A simples suplementação de ácido fólico três meses antes e nos três primeiros meses de gravidez são suficientes para reduzir em até 95% os problemas de malformação fetal (NASSER et al., 2005).

Estudos em países como os Estados Unidos, Inglaterra e Irlanda demonstraram bons resultados com queda marcante do número de casos a partir do aumento do consumo de ácido fólico, através da adição desse micronutriente na farinha de trigo. As melhores fontes de folato são as vísceras, o feijão e os vegetais de folhas verdes como o espinafre, aspargo e brócolis (PEREIRA, 2007). Mas também podem estar presentes em outros alimentos, conforme mostrado na Tabela 1. Na Tabela 2 constam as recomendações nutricionais para faixa etária entre lactentes e adolescentes (de 0 a 18 anos).

Tabela 1 – Alimentos ricos em ácido fólico

Alimento	Medidas caseiras	Ácido fólico (µg)
Fígado de boi	Bife médio / 100g	187
Espinafre	½ xícara / 40g	131
Feijão branco	½ xícara / 75g	122
Brócolis	½ xícara / 50g	78
Alface	1 xícara / 40g	76
Suco de laranja	½ xícara / 75mL	55
Gema de ovo	1 unidade / 16,6g	23
Amêndoas	¼ xícara / 40g	21
Pão trigo integral	1 fatia / 25g	16
Aspargo	1 unidade grande / 20g	12

Fonte: Bueno; Czepielewski (2007)

Desde que foi disponibilizado como produto sintético, o ácido fólico foi empregado por décadas quase que exclusivamente no âmbito hematológico. O diagnóstico da carência de folato vinha incluso na anemia macrocítica e de significativa anomalia megaloblástica no sangue periférico e na medula-óssea (COPPOLA; DI MINNO, 2004).

Tabela 2 – Consumo diário recomendado de ácido fólico

Nome	Faixa etária	Consumo (µg/dia)
Lactentes	0 - 6 meses	65
Lactentes	7 - 12 meses	80
Crianças	1 - 3 anos	150
Crianças	4 - 8 anos	200
Adolescentes	9 - 13 anos	300
Adolescentes	14 - 18 anos	400

Fonte: Bueno; Czepielewski (2007)

Os Centros de Controle de Doenças e Prevenção (*Centers of Disease Control* – CDC), nos Estados Unidos, recomendam que todas as mulheres em idade fértil e, especialmente aquelas que estão planejando engravidar, consumam cerca de 400 microgramas (µg) de ácido fólico todos os dias.

A fortificação obrigatória da farinha por ferro foi aplicada em países desenvolvidos há muitos anos (SUBAR et al., 1998; SUBAR et al., 1999) e aparenta ser uma abordagem efetiva para combater a deficiência de ferro.

Diante do elevado número de casos registrados e das numerosas pesquisas mostrando a eficiência do uso de ácido fólico por mulheres em idade gestacional, o Ministério da Saúde, com o apoio de instituições médicas, adotou a Resolução RDC 344, de 13 de dezembro de 2002 (publicada no DOU de 18/12/2002), que estabelece a obrigatoriedade para os fabricantes de farinha de trigo e milho enriquecerem seus produtos com ácido fólico e ferro (BRASIL, 2002).

2.2 Produção da farinha de trigo

Os grãos de trigo têm tamanhos e cor variáveis. Possuem formato oval com as extremidades arredondadas. A estrutura do grão de trigo é mostrada na Figura 2. A parte mais externa é o pericarpo, que recobre toda a semente. A semente é formada pelo endosperma e o gérmen, que são recobertos por três camadas: testa (onde estão os pigmentos que dão cor ao grão), camada nucelar e aleurona. O endosperma é composto basicamente de amido. Do ponto de vista botânico, a aleurona é parte do endosperma, mas no processo de moagem ela faz a parte do farelo. Ao longo do lado ventral nota-se uma reentrância. A presença deste sulco é um fator que dificulta e particulariza o processo de moagem do trigo, uma vez que

um processo simples de abrasão para a retirada da casca não seria possível (CAUVAIN; YOUNG, 2009).

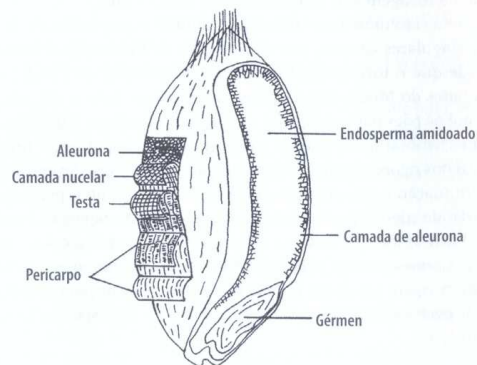


Figura 4 – Estrutura do grão de trigo (CAUVAIN; YOUNG, 2009, p. 350)

A seguir são descritas as etapas da produção da farinha de trigo, sintetizadas no fluxograma da Figura 3.

2.2.1 Recepção e armazenagem do grão

Antes de descarregar no moinho, são retiradas amostras dos veículos que trazem o trigo e em seguida essas amostras passam para o controle da qualidade onde são feitas várias análises. As análises irão variar de acordo com o tipo de moinho e da farinha a ser produzida. Em geral avalia-se: Aparência, odores estranhos e corpos estranhos; presença de impurezas; densidade do trigo; conteúdo protéico; conteúdo de glúten; umidade; número de Hagberg¹; dureza; eletroforese, (CAUVAIN; YOUNG, 2009). Os testes devem ser realizados rapidamente, evitando a descarga de trigo que não atenda às especificações. Se os resultados estiverem de acordo com o padrão estabelecido pelo moinho, autoriza-se a descarga do trigo. São também feitas análises com o produto armazenado. O trigo deve ser armazenado em perfeitas condições de higiene, temperatura e umidade para poder garantir um produto final de qualidade.

¹ Número de Hagberg representa uma medida de alfa-amilase, sendo um parâmetro importante na panificação comercial (CAUVAIN; YOUNG, 2009)

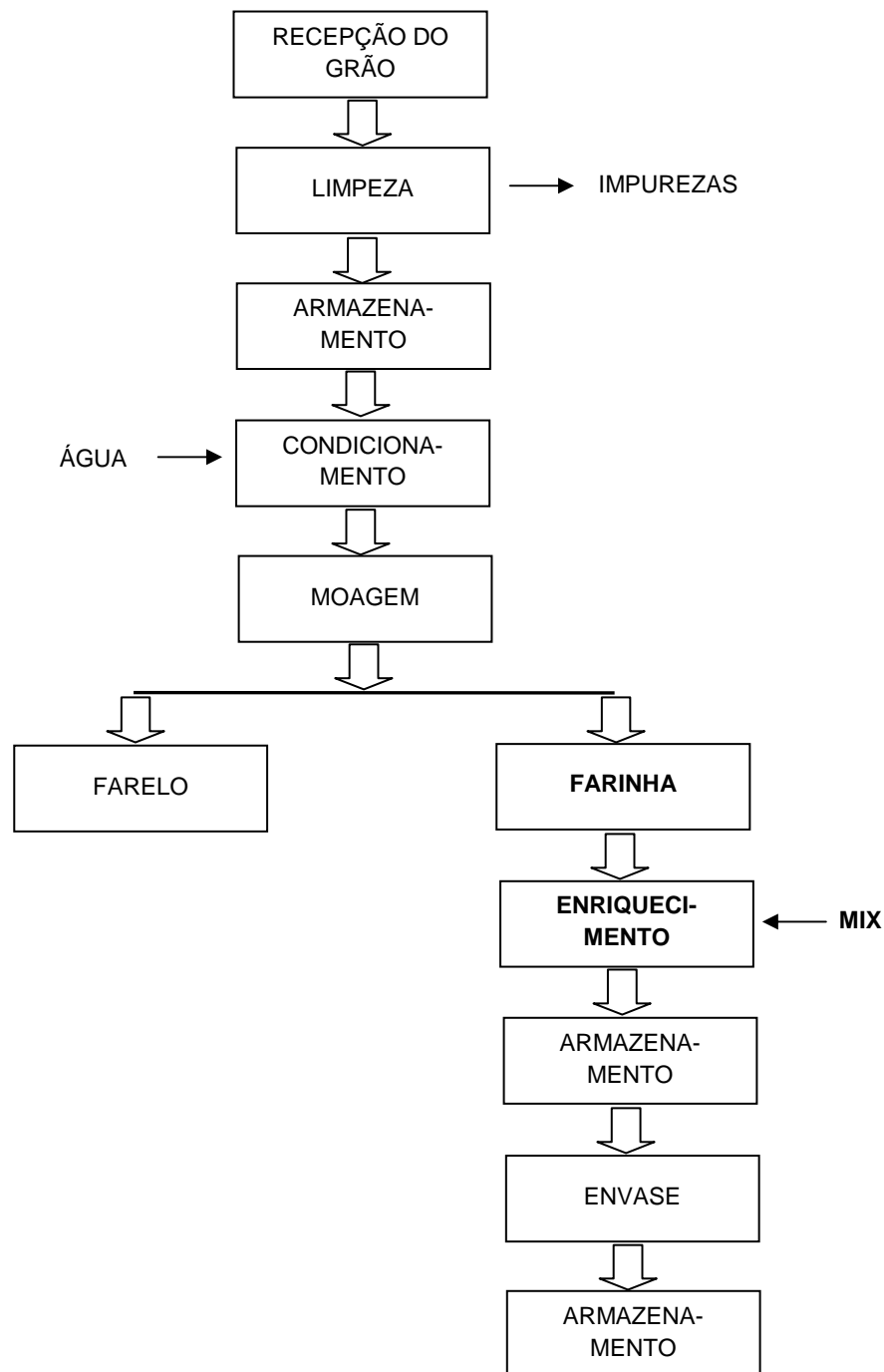


Figura 5 – Fluxograma de produção da farinha de trigo

2.2.2 Limpeza e condicionamento

Nesta etapa é necessário eliminar todas as impurezas como sementes estranhas, terra, areia, pedras e outros. A presença de impurezas pode causar danos aos equipamentos e prejudica a qualidade do produto final.

Após a etapa de limpeza ocorre o condicionamento do trigo, permitindo que os grãos atinjam teor de umidade ideal que visa obter uma separação eficiente do farelo e endosperma, com mínimo teor de cinzas na farinha. A quantidade de água e o tempo de umedecimento variam em função do tipo de trigo, sendo considerado um estágio crítico no processo de moagem do trigo (CAUVAIN; YOUNG, 2009; GUTKOSKI et al., 2008).

2.2.3 Moagem e produção da farinha de trigo

O objetivo do processo de moagem é separar o endosperma para que este possa ser moído e convertido em farinha. O principal produto derivado de trigo é a farinha, seguida do farelo e do gérmen. Existem vários tipos de farinha de trigo, que são especificadas de acordo com o produto que se deseja produzir. O gérmen e o farelo de trigo são comercializados separadamente.

O grão é moído primeiramente em uma série de moinhos de rolo para remover o farelo. Um moinho de rolos consiste em dois cilindros de aço com ranhuras que giram em direções opostas e velocidades diferentes, formando um espaço que pode ser ajustado por onde passa o grão. O grão tem que passar por vários desses conjuntos antes do farelo de trigo ser completamente removido, separando-o do endosperma.

Entre cada passagem no moinho de rolos, o grão moído é peneirado em separadores. Estes separam o grão moído em vários produtos de acordo com o seu tamanho. O material de grande tamanho é enviado ao próximo conjunto para posterior moagem, seguida de peneiração, e assim sucessivamente até que se retire todo endosperma agregado ao farelo.

As partículas grossas de endosperma recebem o nome de semolina. Nos purificadores a semolina é submetida a movimento vibratório e correntes de ar para separar partículas de farelo mais leves.

O sistema de redução é o estágio final da moagem do trigo para obtenção da farinha. Os cilindros de redução são lisos e são ajustados para reduzir a semolina granular gradualmente, em várias operações de redução e separação, até obter-se a farinha branca.

O prédio de um moinho é normalmente construído em vários níveis. Os vários materiais são erguidos do chão ao topo por tubos pneumáticos. Depois de atingir o

topo, os materiais caem por gravidade por uma série de separadores, purificadores, e moinhos de rolos sendo, então, novamente levantados via pneumática.

A inclusão de aditivos na farinha de trigo ocorre nesta etapa da produção. Visa melhorar sua qualidade a fim de atender às exigências dos clientes ou então às exigências legais de nutrição. A adição de ferro e ácido fólico à farinha de trigo é aqui tratada como enriquecimento da farinha de trigo (CAUVAIN;YOUNG,2009; GUTKOSKI et al.,2008).

2.2.4 Envase e armazenamento

Antes do armazenamento a granel a farinha passa por uma peneira fina com a finalidade de prevenir a saída de qualquer tipo de resíduo. Os silos para armazenamento em larga escala são em geral de aço pela maior versatilidade e menor custo. Antes da embalagem final, em geral a farinha passa novamente por uma peneira fina. A embalagem final abrange uma gama de tamanhos, devendo obedecer ao regulamentado na Portaria do INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) número 127 de 13 de junho de 2000 (BRASIL, 2000).

2.3 Enriquecimento da farinha de trigo

O Ministério da Saúde com o apoio de instituições médicas, através da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), adotou a Resolução RDC 344, de 13 de dezembro de 2002 (Apêndice 1), aprovando o Regulamento Técnico para a Fortificação das Farinhas de Trigo e das Farinhas de Milho com Ferro e Ácido Fólico, que estabelece a obrigatoriedade para os fabricantes de farinha de trigo e milho enriquecerem seus produtos com o ácido fólico e ferro. As empresas tiveram o prazo de 18 (dezoito) meses a contar da data da publicação da resolução para adequação de seus produtos.

A resolução tornou obrigatória a adição de ferro e de ácido fólico nas farinhas de trigo e nas farinhas de milho pré-embaladas na ausência do cliente e prontas para oferta ao consumidor, as destinadas ao uso industrial, incluindo as de panificação e as farinhas adicionadas nas pré-misturas, devendo cada 100g de farinha de trigo e de farinha de milho fornecerem no mínimo 4,2 mg (quatro vírgula

dois miligramas) de ferro e 150 µg (cento e cinquenta microgramas) de ácido fólico, ou seja 1,5g de ácido fólico por tonelada de farinha (BRASIL, 2002).

A fortificação ou enriquecimento da farinha de trigo é feita adicionando-se um mix² de ferro e ácido fólico à farinha de trigo durante seu processo de produção. É realizada com auxílio de um alimentador / dosador, que adiciona pequenas quantidades com o cuidado necessário de forma constante a fim de obter-se a homogeneidade necessária, conforme previsto na legislação específica (concentração e homogeneidade).

O produto requer cuidados na aquisição, manuseio, armazenamento e uso do mix para que conserve suas características funcionais, exigindo local seco, fresco e livre de contaminantes químicos e biológicos (GERMANI et al.,2001).

São indispensáveis cuidados nas análises e monitoramento do resultado desta etapa do processo a fim de se garantir a dosagem adequada.

Conforme definido nos objetivos desta pesquisa, o foco está direcionado à adição de ácido fólico. A adição de ácido fólico deve seguir os mesmos procedimentos sugeridos para a adição do ferro. O mix também pode conter ácido fólico. De acordo com a legislação, a quantidade mínima de ácido fólico, que deve conter uma farinha, é de 1,5g por tonelada (BRASIL, 2002).

Dois compostos para enriquecimento de farinhas de trigo e milho com ácido fólico e ferro, disponíveis no mercado brasileiro são Granofaf 200 FR, e Granofaf 200 FF, apresentados em caixas de 15 ou 30 kg. Estes compostos são especificados como ferro na forma de fumarato ferroso acima de 21% e ácido fólico acima de 0,75% no Granofaf 200 FF e ferro reduzido (325 mesh - malha de granulação), acima de 21% e ácido fólico acima de 0,75% no Granofaf 200 FR, o que determinam em ambas as formulações uma garantia de 4,2 mg de ferro e 150 µg de ácido fólico, atendendo a resolução normativa citada no parágrafo anterior. Outras marcas com características semelhantes estão disponíveis no mercado e são usados por várias empresas.

Os valores das apresentações são díspares em base do tipo de ferro do mix. O mix com ferro reduzido custa para o moinho de trigo US\$ 2,52 / kg, enquanto o

² Designa-se por mix uma mistura onde os ingredientes desejados são dispersos no veículo (outro produto) a fim de facilitar o seu uso (GERMANI et al., 2001).

mix com fumarato ferroso custa US\$ 5,23 / kg. A quantidade de ácido fólico em ambos os mixes é semelhante.

A absorção do ferro pelo organismo ocorre no duodeno de duas formas, sendo a primeira por difusão passiva através do íon Fe^{+++} e a segunda por difusão facilitada pela transferrina através do íon Fe^{++} . Dessa forma o ferro é melhor absorvido pelo organismo em condições de maior acidez gastroduodenal. O fumarato ferroso fornece uma maior quantidade de ferro elementar e isto justifica seu custo maior (CANÇADO; LOBO; FRIEDRICH, 2010).

2.3.1 Dosadores usados na fortificação

O dosador volumétrico para materiais em pó é um equipamento usado na dosagem contínua por batelada de micro-ingredientes, com acionamento através de dois motorreductores e variador eletrônico de velocidade para controlar a vazão do pó adicionado (Figura 4). É usado no processo de produção da farinha de trigo na etapa de enriquecimento. Um dos motorreductores aciona o agitador e outro a rosca de dosagem. O agitador serve para desfragmentar o mix e manter a rosca de dosagem completamente cheia, mantendo a precisão da dosagem. As partes que entram em contato com o mix são construídas em aço inoxidável. O dosador possui um painel de controle para controlar e ajustar a dosagem.

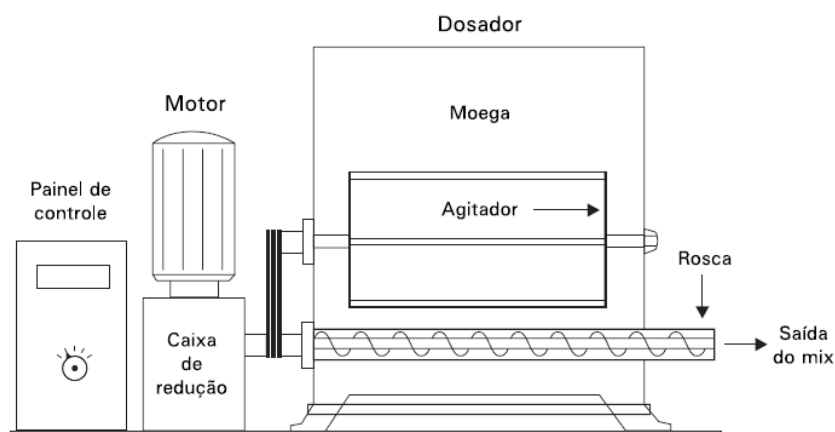


Figura 6 – Dosador volumétrico para materiais em pó
Fonte:(GERMANI et al.,2001, p. 21)

2.3.2 Instalação do dosador

Em sistemas contínuos que usam sistema pneumático para transportar a farinha, o mix é introduzido no sistema da mesma forma (Figura 5).

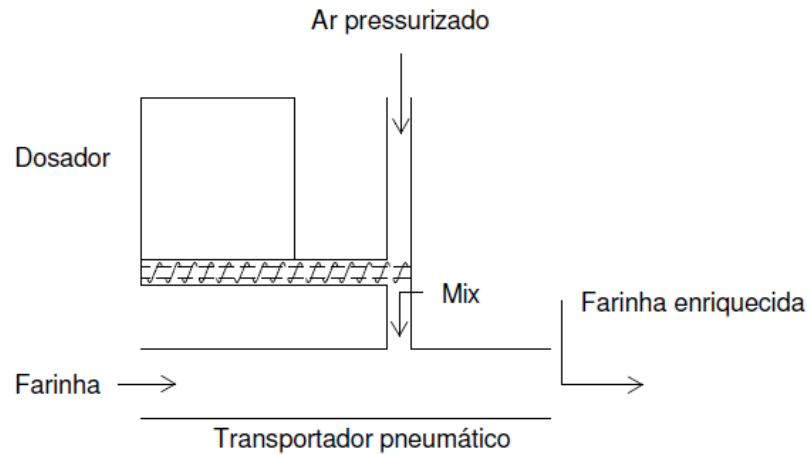


Figura 7 – Instalação do dosador em sistema pneumático.

Em sistemas contínuos com transporte mecânico, do tipo rosca helicoidal (Figura 6), ou em casos de transporte em tubos por gravidade, deve haver cuidado quanto à posição de instalação do dosador para garantir a completa homogeneização do mix na farinha.

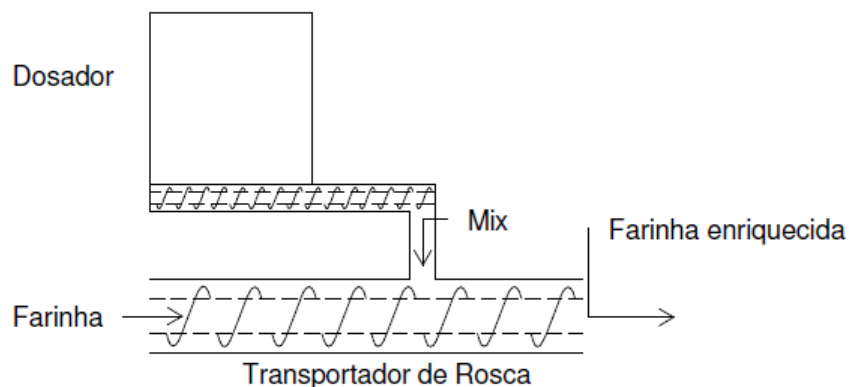


Figura 8 – Instalação do dosador em sistemas com transporte mecânico.

Em sistemas não contínuos que produzem farinha em bateladas, comum em pequenos moinhos, pesa-se a quantidade de mix necessária para enriquecer

determinada quantidade de farinha e adiciona-se à mesma em um misturador para homogeneização antes de se fazer o envase da farinha (GERMANI et al.,2001).

2.4 Controle da qualidade da farinha de trigo enriquecida

Pesquisa de vitaminas em alimentos podem ser classificados como: Bioensaios envolvendo seres humanos e animais; ensaios microbiológicos fazendo uso de protozoário, organismos, bactérias e leveduras; ensaios físico químicos que incluem espectrofotométricos, fluorométricos, cromatográficos, enzimáticos, imunológicos, e métodos radiométricos.

A facilidade de execução, em relação à exatidão e precisão, é em ordem inversa. É por esta razão que bioensaios, são limitados a casos em que métodos melhores não estão disponíveis. Os critérios de seleção para um determinado ensaio, dependem de uma série de fatores: precisão, rigor, fatores econômicos e o tamanho da amostra para ser tratada. Algumas matrizes aceitam apenas determinados métodos específicos. Muitos métodos oficiais apresentados por agências reguladoras são limitados na sua aplicabilidade para certas matrizes.

Alguns ensaios para dosagem de vitaminas exigem a extração da mesma da matriz biológica. Isso geralmente inclui um ou vários dos seguintes tratamentos: calor, ácidos, álcalis, solventes e enzimas. Em geral, os procedimentos de extração são específicos para cada vitamina e destinados a estabilizar a vitamina (PEGG; LANDEN, JR.; EITENMILLER, 2010).

A análise padrão de determinação de ácido fólico é de difícil implantação e condução em laboratórios das indústrias. Por isso é recomendável que a análise seja realizada em algum laboratório capacitado. Os principais métodos de análise são apresentados a seguir.

2.4.1 Método HPLC (*High performance liquid chromatography*)

A cromatografia pode ser conceituada como um método físico-químico de separação, no qual os constituintes da amostra a serem separados são particionados entre duas fases, uma estacionária, geralmente de grande área, e a outra um fluido insolúvel, na fase estacionária, que percola através da primeira. A

fase estacionária pode ser um sólido ou um líquido e a fase móvel pode ser um líquido ou um gás (CIOLA, 1998).

A cromatografia começou a ser desenvolvida em 1897 como método de separação dos compostos do petróleo. Os primeiros artigos sobre o método foram publicados em 1903. A partir de 1941 começaram a surgir os trabalhos com modificações das fases, podendo ser líquido-líquido e também a cromatografia a gás.

A cromatografia a líquido necessita da solubilidade das amostras na fase móvel e uma possível interação com a fase estacionária. Ela permite a análise de proteínas, ácidos nucleicos, aminoácidos, corantes, polissacarídeos, pigmentos de plantas, compostos iônicos, íons metálicos, cátions, lipídeos polares, explosivos, polímeros sintéticos, surfactantes, produtos farmacêuticos, metabólicos de plantas, ânions, e complexos de metais pesados.

Com o emprego de altas pressões no sistema se obteve uma melhora nos resultados da cromatografia, passando a ser denominada "*High pressure liquid chromatography*", e posteriormente *High performance liquid chromatography* (HPLC). É uma técnica de ultra-microanálise, podendo detectar massas inferiores a 10^{-18} g.

Os detectores são o "olho" do sistema cromatográfico. Eles podem ser fotométricos, que medem a diferença de absorção da luz ultra violeta ou a fluorescência, ou detectores de índice de refração que medem a variação do índice de refração na coluna efluente, ou ainda eletroquímicos e por condutividade que detectam as variações das características elétricas da solução. Os detectores podem ser construídos conforme a necessidade da produção. Os mais modernos são os detectores de massa.

Pesquisas têm demonstrado a eficácia deste método na determinação de ácido fólico em farinha de trigo enriquecida (ALABURDA, et al., 2008; CATHARINO; GODOY, 2006). Especificamente para farinha enriquecidas, a cromatografia líquida de fase reversa de alta performance (HPLC), inclui a extração de ácido fólico da farinha enriquecida através da adição de ácido tricloroacético com tampão de tetraborato, através da purificação em fase sólida com amônia forte. Também poderá ser usado a KOH (hidróxido de potássio) e acetonitrila, sendo o extrato purificado com ácido acético. A eluição (separação) do ácido fólico (vitamina B9) é realizada através de um sistema gradiente composto pela vitamina e acetonitrila.

A variação apresentada nos custos é ampla, levando-se em conta alguns fatores como número de amostras remetidas ao laboratório, contumácia na realização dos testes, distância entre o moinho e o laboratório (valor de recolhimento, remessa e entrega). Os valores variam entre R\$ 22.000,00 (vinte e dois mil reais) e R\$ 29.000,00 (vinte e nove mil reais) para a análise de 100 amostras (valores obtidos em janeiro de 2011).

2.4.2 Ensaio cromatografia líquida – espectrometria de massa (LC – MS)

Este método é uma especificidade do HPLC. O acoplamento de um cromatógrafo com o espectrômetro de massas combina as vantagens da cromatografia (alta seletividade e eficiência de separação) com as vantagens da espectrometria de massas (obtenção de informação estrutural, massa molar e aumento adicional da seletividade).

Em um sistema cromatografia gasosa acoplada ao espectro de massas as amostras provenientes do cromatógrafo a gás, no estado gasoso, são bombardeadas por elétrons e são quebradas gerando íons positivos, negativos e radicais e a partir da diferença entre massa/carga dos íons gerados irá separá-los. O aparelho detecta e registra os fragmentos gerados pelo impacto dos elétrons. A partir do valor da massa molecular de cada um dos fragmentos, monta-se a molécula, como um quebra-cabeça.

Num gráfico de espectro de massa aparecem picos de intensidades variáveis, cada pico correspondendo a íons com uma razão massa/carga. A intensidade do pico sugere a abundância relativa de cada íon molecular. Consideram-se picos de intensidade relativamente alta. O pico de maior massa molecular frequentemente corresponde à própria molécula, porém, sem um elétron - esse pico é chamado pico base. A intensidade do pico depende da estabilidade do íon molecular. São mais estáveis aqueles íons que apresentarem um sistema de ressonância em sua estrutura.

Pesquisa realizada nos Estados Unidos mostra a aplicação do método para a determinação do ácido fólico em produtos à base de cereais, contendo milho, trigo e aveia, enriquecidos com ácido fólico (PAWLOSKY; FLANAGAN, 2001).

2.4.3 Ensaio microbiológico

O ensaio microbiológico é considerado o método padrão para a quantificação de ácido fólico em farinha de trigo enriquecida (ALABURDA, et al., 2008). O método denominado *microbiological assay* (MA) está descrito nos métodos da AOAC (*Association of Official Analytical Chemists*) baseia-se em um sensor ótico que lê a imunoafinidade do ácido fólico presente na farinha enriquecida.

Folatos estão presentes em uma gama de compostos que variam de acordo com a labilidade à oxidação, luz, e às perdas térmicas, quando os alimentos são processados. Sua presença em múltiplas formas de alimentos e sua instabilidade dificultam as análises. O processo microbiológico baseado na extração trienzyme quantifica somente folatos totais, mas não diferencia entre ácido fólico adicionado e folato próprio dos alimentos.

2.4.4 Ensaio imunoenzimático (ELISA)

O método ELISA (*Immunoenzymatic assay*), embora existam relatos do uso deste método na determinação de ácido fólico em farinha de trigo enriquecida (ALABURDA, et al., 2008), o método é mais comumente usado para dosagem em sangue, para determinações em sorologias humanas e veterinárias e baseia-se em diferentes reações imunológicas e enzimáticas das substâncias.

2.5 Controle do processo

O controle do processo corresponde ao monitoramento exercido pelo produtor durante o processo produtivo, compreendendo seus parâmetros ao longo do tempo, permitindo com isso atuar de forma preventiva ou corretiva sempre que houver indicação de não conformidade (ROSA, 2009).

Em nível de fábrica, o controle do processo de dosagem do mix contendo ferro e ácido fólico segue algumas orientações técnicas relativamente simples: Coletar periodicamente o mix durante cerca de 2 minutos na saída do dosador a fim de avaliar a regulagem do mesmo; fazer um inventário do uso do mix para comparar a quantidade consumida de mix com a quantidade de farinha enriquecida produzida;

realizar análises qualitativas e quantitativas para comprovação da dosagem de mix na farinha.

Em moinhos que operam em sistemas não contínuos as medidas devem ser feitas simplesmente com uma balança, para aferir o quanto do mix deve ser adicionado a uma quantidade específica de farinha a fim de atender às especificações.

No caso da análise para comprovação de ferro adicionado à farinha de trigo enriquecida, recomenda-se a realização de testes qualitativos e quantitativos, em geral feitos no próprio moinho, seguindo procedimentos e frequência recomendados. Os métodos mais conhecidos são: o teste da mancha para análise qualitativa e espectrofotometria de absorção atômica para análise quantitativa (GERMANI, et al., 2001; GUTKOSKI, et al., 2007).

As análises requeridas para a determinação do ácido fólico em farinha de trigo enriquecida é de difícil implantação e execução em nível de fábrica, pelo alto custo associado aos métodos de análise recomendados (GERMANI; SILVA, 2004).

3 METODOLOGIA

A função primeira da Gestão da Qualidade, é implementar as políticas de qualidade. Por isso, todas as suas atividades são geneticamente dependentes da correta definição das políticas da qualidade. Sem elas, não há modelo de Gestão da Qualidade que possa operar (PALADINI, 2009).

Partindo deste pressuposto, teve início esta pesquisa que relaciona as alterações denominadas “malformações do tubo neural”, determinadas pela carência vitamínica, especificamente vitamina B9 ou ácido fólico, o método de suprir esta carência nas mais diversas camadas da população e a preocupação das empresas envolvidas em atender as exigências estabelecidas pela legislação.

Durante uma visita a um moinho de grande porte, com departamento de qualidade implementado, verificou-se que o controle do processo de enriquecimento não era realizado de forma precisa. Constatou-se que não havia qualquer tipo de controle do resultado dessa etapa do processo, havendo apenas o cuidado com relação à regulação adequada do dosador do mix contendo ácido fólico, de forma a obter-se a dosagem estabelecida.

3.1 Delimitação da pesquisa

Foi definido focar a pesquisa em moinhos do Rio Grande do Sul, estado em que os números de casos de malformações do tubo neural apresentaram melhora evidentes após o ano de 2004. Essa delimitação realizada é importante por restringir o escopo da pesquisa. Assim, pode-se focar em variáveis específicas delimitando, igualmente, os locais específicos. Com efeito, pesquisadores se utilizam da delimitação para colocar fronteiras em seus planos de estudos (CRESWEL, 2007).

3.2 Delineamento da pesquisa

A pesquisa se caracteriza como pesquisa aplicada, pois visa avaliar o controle do processo de enriquecimento das farinhas de trigo.

Este estudo desenvolveu uma pesquisa quantitativa visando verificar o processo de enriquecimento das farinhas de trigo em moinhos do Estado do Rio Grande do Sul.

Em relação à pesquisa quantitativa, foi utilizado este método por sua adequação neste estudo. O método quantitativo caracteriza-se pelo processo de quantificação nas modalidades de coleta de informações e, igualmente, no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas, garantindo a precisão dos resultados e evitando distorções na análise e interpretação (COZBY, 2003).

3.3 Campo de pesquisa e coleta dos dados

As ações públicas de saúde tem baseado-se principalmente em atos e regramentos com fins preventivos. As técnicas de suplementação nutricionais através de enriquecimento e/ou modificações gênicas (bio-fortificação) são de antigas práticas, e estão em fortes inovações atualmente.

No Brasil estas ações são determinadas e fiscalizadas pelo Ministério da Saúde através da ANVISA, que determina pesadas multas às empresas que não cumprem regras governamentais. Os moinhos de trigo não fogem a estas regras, estando sujeitos a fiscalizações regulares, e o enriquecimento de farinhas está assim regulamentado.

No ano de 2010 foram realizadas uma ampla revisão bibliográfica a partir de artigos científicos, livros e dissertações, visitas a alguns moinhos de trigo, e a participação no 1º CONEPRO-SUL em Joinville, SC onde foram discutidos temas atuais relacionados à competitividade na Engenharia de Produção, sendo apresentado e discutido um artigo sobre o tema desta pesquisa (SOUZA NETO, KUBOTA e ROSA, 2010).

Para a realização desta pesquisa, obteve-se o apoio do SINDITRIGO – RS (Sindicato da Indústria do Trigo no Estado do Rio Grande do Sul). O estudo foi realizado em 23 moinhos de grande porte associados ao SINDITRIGO – RS. Foram remetidos em maio de 2011 questionários a estes moinhos (Apêndice 2) com questões relacionadas à etapa de enriquecimento no processo de produção da farinha de trigo. O vice-presidente dessa entidade assinou em conjunto, uma carta de encaminhamento dos questionários, que foram então enviados às empresas selecionadas juntamente com envelopes de retorno selados e endereçados com a intenção de favorecer o retorno dos mesmos. Nesta carta de apresentação informaram-se os objetivos da pesquisa, a forma de devolução dos questionários, além da garantia de anonimato quanto às informações prestadas.

Foi adquirido um total de 30 pacotes de farinha de trigo de 10 marcas, em supermercados de Santa Maria – RS em junho de 2011, sendo 3 lotes diferentes de cada marca. As marcas testadas são produzidas por 8 dos moinhos pesquisados.

3.3.1 Determinação do teor de ácido fólico nas amostras de farinha de trigo enriquecida

Os pacotes de farinha de trigo foram encaminhados fechados ao Laboratório de Análises de Resíduos de Pesticidas – LARP – departamento de Química da Universidade Federal de Santa Maria que realizou as análises para determinação do teor de ácido fólico nas amostras de farinha de trigo. Os pacotes de farinha de trigo foram recebidos no laboratório, onde foram coletadas duas amostras de cada pacote para realização dos testes em duplicata. A determinação foi baseada no método descrito por Alaburda et al. (2008) com modificações.

Segundo o método, 5 gramas de farinha de trigo foram extraídos com 50 mL de tampão tetraborato de sódio 0,04 mol/L, pH 8,5 ajustado com ácido tricloroacético. A mistura foi agitada por 30 minutos e centrifugada a 3500 rpm (rotações por minuto) pelo tempo de 5 minutos. O sobrenadante foi purificado por técnica de extração em fase sólida SPE (*Solid Phase Extraction*) com cartucho de troca aniônica forte SAX (*Strong Anionic Exchange*). O cartucho foi condicionado com 5 mL de metanol, seguido de 5 mL de água purificada. Uma alíquota de 2,5 mL do extrato sobrenadante foi percolada através do cartucho SPE. O cartucho foi lavado com 5 mL de água purificada e o ácido fólico foi eluído do cartucho com 5 mL de solução tampão de acetato de sódio 0,1 mol/L, pH 4,5 ajustado com ácido acético, contendo 5% de fosfato de potássio bibásico. O eluato foi filtrado em membrana de nylon 0,22µm (micron) e injetado no sistema cromatográfico para análise por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência com Detecção por Arranjo de Diodos (HPLC-DAD). A detecção foi efetuada em comprimento de onda de 290 nm (nanometro).

3.4 Análise dos dados

Apesar dos esforços, dos 23 questionários enviados, 8 foram respondidos, obtendo-se uma taxa de retorno de 34,8%. Esta taxa de retorno é consistente com estudos deste tipo (Murphy *et al. apud* Lam, 1994).

Os questionários devolvidos foram revisados, sendo resumidas as questões relacionadas ao monitoramento do sub-processo enriquecimento da farinha de trigo, visando facilitar a análise.

Quanto aos dados numéricos obtidos nos testes realizados nas amostras de farinha de trigo, inicialmente foi feito um levantamento das ferramentas para análise de dados recomendados para uso no controle estatístico de processos (COSTA; EPPRECHT; CARPINETTI, 2004; JURAN; GRYNA, 1993; MONTGOMERY, 2004; ROSA, 2009). As ferramentas tradicionais para monitoramento de processos através de dados variáveis, como os gráficos de controle \bar{X} e R (média e amplitude) e \bar{X} e S (média e desvio padrão), que são usados para controlar processos à medida que os mesmos ocorrem, não se ajustam ao tipo de análise desta pesquisa, devido a série de dados ser curta. Isso se justifica, do ponto de vista prático, pelo tempo necessário para realização das análises e alto custo dos testes recomendados. Estes testes são realizados em alguns laboratórios, por pessoas qualificadas, equipamentos e métodos sofisticados, requerendo produtos químicos específicos.

3.5 Análise estatística

Inicialmente o processamento dos dados numéricos foi feito com auxílio do software Microsoft Office Excel (ZIMMERMAN; ICENOGLE, 2003).

A análise estatística dos dados obtidos em todas as análises foi realizada por meio da análise de variância (ANOVA) e diferenças significativas entre as médias foram determinadas pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%, com auxílio do software SPSS versão 17.0.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Monitoramento do processo de enriquecimento

Os resultados obtidos através dos questionários devolvidos apontaram que o tempo de atividade das empresas respondentes varia de um a oitenta e seis anos. A maioria das respostas não revelou sua produção média anual.

Quanto ao mix usado para enriquecimento da farinha de trigo foram informadas as marcas Granofaf®, Vitamax®, Romanus® e N&B Ingredients®.

Em relação ao sistema de transporte da farinha de trigo na etapa onde ocorre o enriquecimento, constatou-se diferenças no método usado, conforme ilustra a Figura 7.

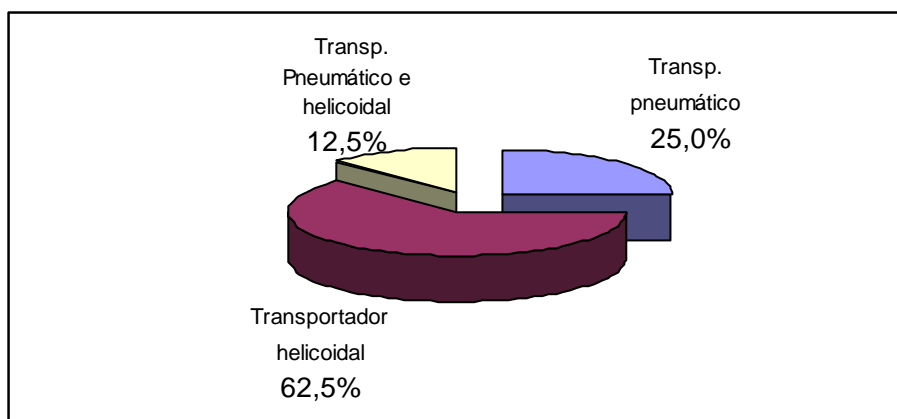


Figura 9 – Sistemas adotados para transporte da farinha de trigo no processo de produção junto à etapa onde ocorre o enriquecimento

Alguns autores apresentam as vantagens do transporte pneumático, que consiste no deslocamento de um produto em pó ou granulado suspensos em uma corrente de ar em uma tubulação vedada, destacando a uniformidade no produto transportado e acabado (LEUNG e MARCUS, 1990; SILVA, 2005). Isto pode ajustar-se aos resultados obtidos nos testes das marcas 4 e 6 mostrados na Figura 9.

Quanto ao método usado para monitorar os resultados na etapa de enriquecimento (Figura 8), em 50% das empresas restringe-se à regulagem prévia do dosador de mix e a verificação periódica do funcionamento do mesmo. Uma das empresas informou que realiza pesagem da quantidade de mix usado para determinada quantidade de farinha de trigo enriquecida. Das empresas respondentes, 25% informaram fazer periodicamente, além da pesagem mencionada anteriormente, uma análise em laboratório externo, sem, no entanto fornecer qualquer detalhe sobre onde são realizadas suas análises nem a frequência com que são realizadas.

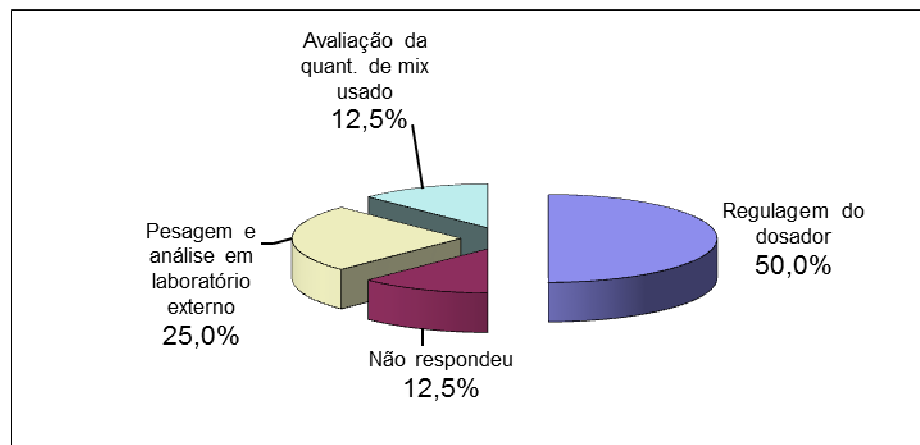


Figura10 – Método usado para monitorar a adição de mix para enriquecimento da farinha de trigo nas empresas pesquisadas

Vale destacar que a análise padrão de determinação de ácido fólico é de difícil implantação e realização nas próprias indústrias. Assim é recomendável que a análise seja realizada em algum laboratório capacitado, porém constatou-se que o custo dessa análise praticado pelos laboratórios é relativamente alto. No caso desta pesquisa foram analisadas 60 (sessenta) amostras ao custo de R\$ 50,00 (cinquenta reais) cada amostra. Vale destacar, que o custo desta análise em laboratórios privados é superior.

4.2 Análise dos dados obtidos

Os dados referentes ao teor de ácido fólico contido nas amostras de farinha de trigo enriquecida foram recebidas e a seguir teve início o processo de análise desses dados. Cada uma das dez marcas pesquisadas originaram um conjunto de seis medições. Os dados numéricos medidos em microgramas de ácido fólico contido em um quilograma de farinha de trigo enriquecida foram plotados num gráfico sequencial (MONTGOMERY, 2004) mostrado na Figura 9. Estão registradas no gráfico, seis medidas do teor de ácido fólico referentes às duas medições realizadas em cada um dos três pacotes, representados em sequência. Nota-se que apenas duas das marcas testadas apresentaram o teor de ácido fólico acima de 1500 $\mu\text{g}/\text{kg}$ conforme exigido pela legislação (item 2.3) e grande variabilidade nos resultados, com apenas 18.3% das amostras atendendo às especificações, o que indica uma baixa eficiência de seus métodos de enriquecimento e um sistema precário de monitoramento ou controle do processo nesta etapa da produção de farinha de trigo.

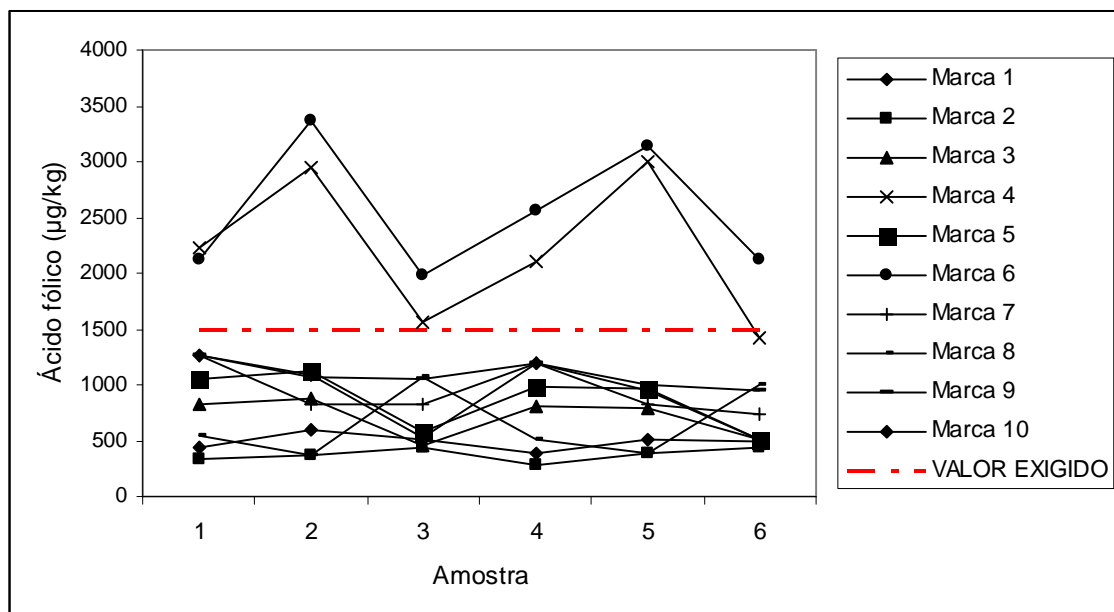


Figura 11 – Teor de ácido fólico identificado em diferentes marcas de farinha de trigo comercializadas em Santa Maria – RS e valor exigido pela legislação

Nas tabelas 3 e 4 encontram-se os resultados do teor de ácido fólico nas farinhas analisadas.

Observando a Tabela 3, verifica-se que as marcas 4 e 6 não diferem entre si, mas diferem estatisticamente ($P < 0,05$) das demais marcas com um valor superior em ácido fólico. Segundo a legislação vigente, as farinhas de trigo comercializadas no Brasil, devem conter no mínimo $1500 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ de ácido fólico (BRASIL, 2002). Nas marcas 4 e 6 foram encontrados $2212,20 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ e $2549,00 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ respectivamente, valores estes superiores ao mínimo exigido pela legislação, porém os valores ficaram abaixo do valor especificado nas demais marcas.

Tabela 3 – Teor de ácido fólico contido em diferentes marcas de farinha de trigo comercializadas em Santa Maria - RS (comparação entre marcas pesquisadas)

Marca	Ácido fólico ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)
	(média \pm desvio padrão)
1	$487,19^{bc} \pm 72,48$
2	$376,06^c \pm 61,00$
3	$711,48^{bc} \pm 180,44$
4	$2212,20^a \pm 671,38$
5	$865,53^{bc} \pm 257,23$
6	$2549,00^a \pm 588,27$
7	$947,40^{bc} \pm 219,23$
8	$645,61^{bc} \pm 303,25$
9	$1074,58^b \pm 102,56$
10	$918,76^{bc} \pm 327,35$

^{a b c} Médias na mesma coluna não acompanhadas da mesma letra são significativamente diferentes pelo teste de Tukey em nível de significância de 5%

Alaburda et al. (2008), ao analisarem o teor de ácido fólico em 10 marcas de farinhas enriquecidas, usando 3 métodos diferentes, verificaram ao analisar através do método HPLC, que os valores variaram de 180 a $3590 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ nas 10 marcas avaliadas, demonstrando grande variabilidade nos teores de ácido fólico. Resultados semelhantes podem ser vistos neste experimento onde também ocorreu

grande variação entre as marcas pesquisadas (Tabela 3). Por outro lado, Pawlosky e Flanagan (2001), ao quantificarem ácido fólico em cereais matinais enriquecidos, encontraram valores superiores aos estabelecidos pela legislação e com variação menor entre os resultados.

Na Tabela 4, pode-se perceber uma grande variabilidade no teor de ácido fólico entre os diferentes lotes analisados de cada marca. Apenas as marcas 1 e 9 não apresentam diferenças estatísticas entre os lotes testados. Nas demais marcas todos os lotes diferem estatisticamente entre si ($P < 0,05$). Isso serve para reforçar a concepção de ineficiência do processo de fortificação na fabricação da farinha de trigo.

Tabela 4 – Teor de ácido fólico contido em diferentes marcas de farinha de trigo comercializadas em Santa Maria - RS (comparação entre diferentes lotes das marcas pesquisadas)

Marca	Ácido fólico ($\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)		
	(média \pm desvio padrão)		
	LOTE 1	LOTE 2	LOTE 3
1	412,80 ^a \pm 26,72	492,65 ^a \pm 68,94	556,35 ^a \pm 11,10
2	306,80 ^b \pm 37,47	385,05 ^{ab} \pm 12,51	436,35 ^a \pm 4,31
3	816,05 ^a \pm 23,97	835,75 ^a \pm 57,20	482,50 ^b \pm 35,49
4	2165,90 ^b \pm 95,31	2981,10 ^a \pm 36,62	1489,30 ^c \pm 102,67
5	1013,55 ^a \pm 48,15	1040,55 ^a \pm 110,94	542,95 ^b \pm 49,35
6	2336,0 ^b \pm 306,88	3260,05 ^a \pm 164,26	2050,95 ^b \pm 105,71
7	1225,65 ^a \pm 51,26	827,40 ^b \pm 8,34	789,15 ^b \pm 62,43
8	524,05 ^b \pm 23,26	385,30 ^c \pm 12,16	1027,50 ^a \pm 48,64
9	1195,65 ^a \pm 8,83	1030,05 ^a \pm 51,12	998,05 ^a \pm 70,07
10	1225,65 ^a \pm 51,26	1010,50 ^a \pm 98,99	520,15 ^b \pm 17,74

^{a b c} Médias na mesma linha não acompanhadas da mesma letra são significativamente diferentes pelo teste de Tukey em nível de significância de 5%

Diante da grande variabilidade entre os diferentes lotes, pode-se inferir que o sistema de homogeneização do mix na farinha está sendo falho. Um bom processo de produção deve apresentar menor variabilidade possível em seus indicadores, e

somente desta forma atinge os níveis exigidos de qualidade nos resultados da produção (SAMOHYL, 2005; SRIKAE0, FURST e ASHTON, 2005; GRIGG e WALS, 2007; MARTINS et al., 2008). A partir dos dados obtidos, pode-se perceber que isso não está ocorrendo nas empresas fabricantes das marcas testadas, uma vez que, o terceiro lote das marcas 3, 5 e 10, assim como o segundo lote da marca 8 possuem praticamente a metade de ácido fólico dos demais lotes das respectivas marcas, diferindo estatisticamente dos demais.

Para Germani et al., (2001), a adição do mix através do método de despejo direto no fluxo de farinha é difícil, porque o local de instalação do dosador é crítico. Segundo os autores, o dosador deve ser instalado em posição que facilite as constantes recargas do mesmo e também estar localizado em uma posição que permita a total homogeneização do mix à farinha. Se localizado muito próximo à descarga no silo de produto final, possivelmente não haverá tempo suficiente para garantir a completa dispersão do mix na farinha. Há indícios de que as empresas pesquisadas não sigam estas recomendações devido a grande variabilidade no teor de ácido fólico entre as marcas (Tabela 3) e entre os lotes (Tabela 4).

É importante salientar que nesta pesquisa não se fez qualquer correlação entre os resultados obtidos nas marcas testadas e o sistema de transporte da farinha de trigo na etapa onde ocorre o enriquecimento, e também com relação às diferentes marcas de mix usados pelas empresas pesquisadas.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesta pesquisa, nas condições em que a mesma foi conduzida, permitem as conclusões a seguir.

O objetivo geral proposto de avaliar o processo de enriquecimento de farinhas de trigo com ácido fólico, utilizando-se ferramentas do controle de processos, foi executado.

Os objetivos específicos foram cumpridos com mapeamento do processo de enriquecimento da farinha de trigo, avaliação dos métodos de controle do processo e quantificação de ácido fólico em farinhas de trigo de 10 diferentes marcas do Estado do Rio Grande do Sul.

Foram remetidos questionários para os 23 maiores moinhos do Rio Grande do Sul, para esclarecimentos de como o processo de enriquecimento era conduzido. O índice de respostas recebidas foi de 34,8% correspondendo ao encontrado na literatura.

A variedade de técnicas usadas para o processo de moagem e de enriquecimento do trigo é muito ampla, sendo também para os mixes utilizados.

As dosagens de ácido fólico em farinha em laboratórios privados, tornam o controle do processo impossível de ser realizado pelo tempo gasto, pelo custo das análises requeridas para tal e pela complexidade da análise.

A quantificação do ácido fólico em farinhas requer para sua realização instrumentos sofisticados, em geral inviáveis para moinhos terem em seus próprios laboratórios pelo seu alto custo.

Foram recolhidas amostras de 10 (dez) marcas de farinha de trigo de moinhos de grande porte do Estado do Rio Grande do Sul.

Os resultados demonstraram que apenas 18,3 % das amostras estavam dentro dos padrões requeridos.

Conclui-se que o processo de enriquecimento de farinhas de trigo com ácido fólico não está em conformidade com o indicado pelo Governo Federal através da ANVISA na maior parte das empresas pesquisadas.

5.1 Sugestões para novos trabalhos

Neste trabalho não houve intenção de esgotar o tema pesquisado, uma vez que possui várias limitações. Sugere-se assim alguns temas a serem pesquisados:

- Desenvolver um método para controle do processo na etapa de enriquecimento de farinha de trigo, viável a nível operacional, que apresente confiabilidade, rapidez de execução e baixo custo.
- Comparar o desempenho do processo de enriquecimento da farinha de trigo em instalações que usem transportadores do tipo helicoidal e pneumático.
- Avaliar o desempenho a nível operacional de diferentes marcas de mix, para enriquecimento da farinha de trigo com ácido fólico.
- Avaliar o desempenho do enriquecimento com ácido fólico em diferentes veículos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALABURDA, J.; ALMEIDA, A. P.; SHUNDO, L.; RUVIERI, V.; SABINO, M. Determination of folic acid in fortified wheat flours. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, n. 4, p. 336–342, 2008.

AUSIELLO, D.; GOLDMAN, **CECIL - Tratado de Medicina Interna**. S. Paulo: Elsevier, 2009.

BOTTO, L. D.; MOORE, C. A.; KHOURY, M. J.; ERICKSON, J. D. Neural-tube defects. **New England Journal of Medicine**, v. 341, n. 20, p. 1509-1519, 1999.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução – RDC nº 344**. Brasília: ANVISA, 2002.

BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. **Portaria INMETRO / MIDC número 127 de 13/06/2000**. Duque de Caxias: INMETRO, 2000.

BRASIL. **Morbidade hospitalar do SUS por local de internação**. Brasília: Ministério da Saúde – Sistema de Informações Hospitalares do SUS, 2009.

BUENO, A. L.; CZEPIELEWSKI, M. A. Micronutrientes envolvidos no crescimento. **Revista HPCA**, v. 27, n. 3, p. 47-56, 2007.

CANÇADO, R.D.; LOBO, C.; FRIEDRICH, J.R.; Tratamento da anemia ferropriva com ferro por via oral. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, v.32, n.2, p.114-120, 2010.

CATHARINO, R. R.; GODOY, H. T. Metodologia analítica para determinação de folatos e ácido fólico em alimentos. **Química Nova**, v. 29, n. 5, p. 972-976, 2006.

CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L. S. **Tecnologia da panificação**. Barueri, SP: Manole, 2009.

CIOLA, R. **Fundamentos da cromatografia a líquido de alto desempenho**, São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1998.

COPPOLA, A.; DI MINNO, G. L'uso Farmacologico dei Folati: Prospettive Attuali. **La Rivista Italiana di Ostetricia e Ginecologia**, v. 1, n. 1, p. 21-25, 2004.

COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R. **Controle estatístico de qualidade**. S. Paulo: Atlas, 2004.

COZBY, P. C. **Métodos de pesquisa em ciências do comportamento**. 5ª ed. São Paulo: Atlas.2003

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativos, quantitativos e misto**. (2ª ed.). Porto Alegre: Artmed. 2007

DE WALS, P.; TAIROU, F.; VAN ALLEN, M.I.; UH, S.-H.; LOWRY, R.B.; SIBBALD, B.; EVANS, J.A.; VANDENHOF, M.C.; ZIMMER, P.; CROWLEY, M.; FERNANDEZ, B.; LEE, N.S.; NIYONSENGA, T. Redution in neural-tube defects after folic acid fortification in Canada. **New England Journal of Medicine**, v.357, n.2, p.135-42, 2007.

GERMANI, R.; ASCHERI, J. L. R.; SILVA, F. T.; TORREZAN, R.; LINS E SILVA, K.; NETTO, A. G.; NUTTI, M. R. **Manual de fortificação de farinha de trigo com ferro**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2001.

GERMANI, R.; SILVA, F. T. **Fortificação de farinha de trigo e de milho com ácido fólico**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2004.

GRIGG, N. P.; WALLS, L. Developing statistical thinking for performance improvement in the food industry. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 24, n. 4, p. 347-369, 2007.

GUTKOSKI, L. C.; DURIGON, A.; MAZZUTTI, S.; SILVA, A. C. T.; ELIAS, M. C. Efeito do período de maturação de grãos nas propriedades físicas e reológicas de trigo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 4, p. 888-894, 2008.

GUTKOSKI, L. C.; KLEIN, B.; KASTER, B.; GONÇALVES, F. T.; LAMAISON, F. C.; SPIER, F.; FRIEDRICH, M. T. Armazenamento da farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico e seu efeito na produção de pão de forma. **Alimentos e Nutrição**, v. 18, n.1, p. 93-100, 2007.

JURAN, J.M.; GRZYNA, F. M. **Controle da qualidade: Métodos estatísticos clássicos aplicados à qualidade**. S. Paulo: Makron Books, v.6, 1993.

LAM, L. W. **Reassessing the structure-conduct-performance paradigm: an empirical study of organizational competence and performance**. Eugene:

University of Oregon, 1994. 208 p. Tese (Doutorado em Filosofia) - Department of Management, University of Oregon, 1994.

LEUNG, L. S.; MARCUS, R. D. **Pneumatic conveying of solids**. London : Cahpman and Hall, 1990.

MARTINS, A. S. et al. Monitoramento do processo de envase de salbutamol xarope utilizando controle estatístico. **Revista Brasileira de Farmacologia**, v. 89, n. 2, p. 102-108, 2008.

MOLLOY, A. M. The role of folic acid in the prevention of neural tube defects. **Trends in Food Science & Technology**, v. 16, n. 6-7, p. 241-145, 2005.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. Rio de Janeiro: LTC, 2004.

NASSER, C.; NOBRE, C.; MESQUITA, S.; RUIZ, J. G.; CARLOS, H. R.; PROUVOT, L.; YACUBIAN, E. M. T. Semana da Conscientização Sobre a Importância do Ácido Fólico. **Journal of Epilepsy and Clinical Neurophysiology**, v. 11, n. 4, p. 199-203, 2005.

PAWLOSKY, R. J.; FLANAGAN, V. P. A quantitative stable-isotope LC-MS method for the determination of folic acid in fortified foods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 3, p. 1282-1286, 2001.

PEGG, R. B.; LANDEN JR., W. O.; EITENMILLER, R. R. Vitamin Analysis. In: NIELSEN, S. S. **Food Analysis**. New York: Springer, 2010.

PALADINI, E.P. **Gestão estratégica da qualidade: princípios, métodos e processos**. São Paulo : Atlas , 2009.

PEREIRA, M. Z. **Consumo alimentar em gestantes e os possíveis efeitos da fortificação obrigatória de farinhas com ácido fólico na ocorrência de defeitos de tubo neural no Distrito Federal**. Dissertação, Universidade de Brasília. Brasília, 2007.

ROSA, L. C. **Introdução ao controle estatístico de processos**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2009.

SADIGHI, J.; MOHAMMAD, K.; SHEIKHOLESLAM, R.; AMIRKHANI, M. A.; TORABI, P.; SALEHI, F. & ABDOLAH, Z. Anaemia control: Lessons from the flour fortification programme. **Public Health**, v. 123, n. 12, p. 794-799, 2009.

SAMOHYL, R. W. Controle estatístico de processo e ferramentas da qualidade. In: CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

SILVA, D. R. **Transporte pneumático**. São Paulo: Artliber, 2005.

SILVA JÚNIOR, C.; SASSON, S.; CALDINI JÚNIOR, N. **Biologia**. São Paulo: Saraiva, 2005.

SOUZA NETO, F. S.; KUBOTA, F. I.; ROSA, L. C. Produção e consumo de farinha de trigo enriquecida: efeito nas malformações do tubo neural. In: I^o CONEPRO-SUL. Joinville, 2010. **Anais**. Joinville: IST/SOCIESC, 2010.

SRIKAE, K.; FURST, J. E.; ASHTON, J. Characterization of wheat-based biscuit cooking process by statistical process control techniques. **Food Control**, v. 16, n. 4, p. 309-317, 2005.

SUBAR, A. F.; KREBS-SMITH, S. M.; COOK, A. & KAHLE, L. L. Dietary Sources of Nutrients among US Adults, 1989 to 1991. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 98, n. 5, p. 537-547, 1998.

SUBAR, A. F.; KREBS-SMITH, S. M.; COOK, A. & KAHLE, L. L. Dietary Sources of Nutrients among US Children, 1989-1991. **Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry**, v. 38, n. 5, p. 633, 1999.

UNIVERSITY OF MARYLAND MEDICAL CENTER. **Spina bífida (degrees of severity): Meningomyelocele**. Baltimore. 2011. Disponível em: <<http://www.umm.edu/imagepages/19087.htm>> Acesso em 17 de jul. 2011.

ZIMMERMAN, S. M., ICENOGLE, M. L. **Statistical quality control using Excel**. Milwaukee: ASQ Quality Press. 2 ed., 2003.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Resolução RDC Nº 344, de 13 de dezembro de 2002 que dispõe sobre a fortificação de farinhas de trigo e de milho com ferro e ácido fólico

O Diretor-Presidente da Agência Nacional de Vigilância Sanitária no uso da atribuição que lhe confere o inciso IV do art. 13 do Regulamento da ANVISA aprovado pelo Decreto nº 3.029, de 16 de abril de 1999, considerando a necessidade de constante aperfeiçoamento das ações de prevenção e controle sanitário na área de alimentos, visando à saúde da população; considerando as recomendações da Organização Mundial da Saúde-OMS e Organização Panamericana da Saúde-OPAS de fortificação de produtos alimentícios com ferro e ácido fólico; considerando as atribuições emanadas da Comissão Interinstitucional de Condução e Implementação das Ações de Fortificação de Farinhas de Trigo e Farinhas de Milho, coordenada pelo Ministério da Saúde;

considerando os benefícios que advém da prática de adoção de fortificação de farinhas, conforme comprovados em estudos científicos; considerando que a anemia ferropriva representa um problema nutricional importante no Brasil, com severas conseqüências econômicas e sociais; considerando que o ácido fólico reduz o risco de patologias do tubo neural e da mielomeningocele; considerando que as farinhas de trigo e as farinhas de milho são largamente consumidas pela população brasileira; considerando a urgência do assunto, adoto, ad referendum, a seguinte Resolução de Diretoria Colegiada e determino a sua publicação:

Art. 1º Aprovar o Regulamento Técnico para a Fortificação das Farinhas de Trigo e das Farinhas de Milho com Ferro e Ácido Fólico, constante do anexo desta Resolução.

Art. 2º As empresas têm o prazo de 18 (dezoito) meses a contar da data de publicação deste Regulamento para adequação de seus produtos.

Art. 3º O descumprimento aos termos desta Resolução constitui infração sanitária sujeitando os infratores às penalidades previstas na Lei n.º 6.437, de 20 de agosto de 1977 e demais disposições aplicáveis.

Art. 4º Fica revogada a Resolução - RDC nº 15, de 21 de fevereiro de 2000, DOU de 25 de fevereiro de 2000.

Art. 5º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

GONZALO VECINA NETO

ANEXO

Regulamento Técnico para Fortificação das Farinhas de Trigo e das Farinhas de Milho com Ferro e Ácido Fólico

1. ALCANCE

1.1. Objetivo

Tornar obrigatória a fortificação das farinhas de trigo e das farinhas de milho com ferro e ácido fólico.

1.2. Âmbito de Aplicação

O presente Regulamento Técnico se aplica a obrigatoriedade da fortificação das farinhas de trigo e das farinhas de milho com ferro e ácido fólico. Excluem-se deste Regulamento, devido a limitações de processamento tecnológico, os seguintes produtos: farinha de bijú ou farinha de milho obtida por maceração; flocão; farinha de trigo integral e farinha de trigo durum.

2. DEFINIÇÕES

2.1. Para efeito deste Regulamento Técnico entende-se por farinhas de milho: os fubás e os flocos de milho.

3. REFERÊNCIAS

3.1. BRASIL. Decreto-Lei nº 986, de 12 de outubro de 1969. Institui Normas Básicas sobre alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, 21 de outubro de 1966.

3.2. BRASIL. Portaria SVS/MS nº 540, de 27 de outubro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares - Definições, Classificação e Emprego. Diário Oficial da União, Brasília, 28 de outubro de 1997.

- 3.3. BRASIL. Portaria SVS/MS nº 27, de 14 de janeiro de 1998. Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da União, Brasília 16 de janeiro de 1998.
- 3.4. BRASIL. Portaria SVS/MS nº 31, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Alimentos Adicionados de Nutrientes Essenciais. Diário Oficial da União, Brasília, 30 de março de 1998.
- 3.5. BRASIL. Portaria SVS/MS nº 33, de 13 de janeiro de 1998. Tabelas de Ingestão Diária Recomendada IDR. Diário Oficial da União, Brasília, 16 de janeiro de 1998.
- 3.6. BRASIL. Portaria SVS/MS nº 42, de 14 de janeiro de 1998. Regulamento Técnico para Rotulagem de Alimentos Embalados. Diário oficial da União, Brasília, 16 de janeiro de 1998.
- 3.7. BRASIL. Resolução nº 23, de 15 de março de 2000. Regulamento Técnico sobre o Manual de Procedimentos Básicos para o Registro e Dispensa da Obrigatoriedade de Registro de Produtos Pertinentes à Área de Alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, 16 de março de 2000.
- 3.8. BRASIL. Resolução- RDC nº 39, de 21 de março de 2001. Tabela de Valores de Referência para Porções de Alimentos e Bebidas Embalados para fins de Rotulagem Nutricional. Diário oficial da União, Brasília, 22 de março de 2001.
- 3.9. BRASIL. Resolução- RDC nº 40, de 21 de março de 2001. Regulamento Técnico para Rotulagem Nutricional Obrigatória de Alimentos e Bebidas Embalados. Diário Oficial da União, Brasília, 22 de março de 2001.
- 3.10. BRASIL. Resolução nº 385, de 05 de agosto de 1999. 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. Diário Oficial da União, Brasília, 09 de agosto de 1999.
- 3.11. ATA da I Reunião Ordinária da Comissão Interinstitucional de Condução e Implementação das Ações de Fortificação de Farinhas de Trigo e de Milho e seus Subprodutos. Brasília, 19 de Abril de 2002. Documento digitado.
- 3.12. BRASIL. Portaria - MS/GM nº 14, de 03 de janeiro de 2002. Institui a Comissão interinstitucional de Condução e Implementação das Ações de Fortificação de Farinhas de Trigo e de Milho e seus Subprodutos. Diário Oficial da União, Brasília, 08 de janeiro de 2002.
- 3.13. BRASIL. Portaria - MS nº 291, de 08 de fevereiro de 2002. Inclui no art. 2º da Portaria nº 14 MS/GM. Diário Oficial da União, Brasília, 13 de fevereiro de 2002.

- 3.14. Manual de fortificação de farinha de trigo com ferro. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2001, 56p. Documentos, ISSN 0103-6068; 46.
- 3.15. Manual de fortificação de fubá e flocos de milho com ferro. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2001, 56p. Documentos, ISSN 0103-6068; 47.
- 3.16. BRASIL. Portaria - MS nº 710, de 10 de junho de 1999. Aprova a Política Nacional de Alimentação e Nutrição. Diário Oficial da União, Brasília, 11 de junho de 1999.
- 3.17. BRASIL. Resolução CNNPA nº 12 de 1978. Aprova os Padrões de Identidade e Qualidade para os alimentos (e bebidas) constantes desta Resolução. Diário Oficial da União, Brasília, 24 de julho de 1978.
- 3.18. The Prevention of Neural Tube Defects with Folic Acid. Pan American Health Organization / World Health Organization, Division of Health Promotion and Protection, Food and Nutrition Program. Centers for Disease Control and Prevention, Birth Defects and Pediatric Genetics- CDC. p. 5-15.
- 3.19. Iron Fortification: Where Are We in Terms of Iron Compounds a PAHO/FNP/USAID Technical Consultation. Nutrition Reviews, v. 60, n. 7 (part II), jul. 2002. 61p.

4. PRINCÍPIOS GERAIS

- 4.1. É obrigatória a adição de ferro e de ácido fólico nas farinhas de trigo e nas farinhas de milho pré-embaladas na ausência do cliente e prontas para oferta ao consumidor, as destinadas ao uso industrial, incluindo as de panificação e as farinhas adicionadas nas pré-misturas, devendo cada 100g de farinha de trigo e de farinha de milho fornecerem no mínimo 4,2 mg (quatro vírgula dois miligramas) de ferro e 150 mcg (cento e cinquenta microgramas) de ácido fólico.
- 4.2. As farinhas de trigo e as farinhas de milho fortificadas utilizadas como ingredientes em produtos alimentícios industrializados, onde comprovadamente o ferro e ou ácido fólico causem interferências, poderão ser isentas da adição de ferro e ou ácido fólico. A empresa deve manter a disposição do Órgão de Vigilância Sanitária, os estudos que comprovem essa interferência.
- 4.3. A escolha dos compostos de ferro para fortificação é de responsabilidade das indústrias, que devem garantir a estabilidade destes nas farinhas de trigo e nas farinhas de milho dentro dos prazos de validade das mesmas.

4.4. As empresas devem assegurar que os compostos de ferro de grau alimentício sejam biodisponíveis.

4.5. As empresas poderão utilizar os seguintes compostos de ferro de grau alimentício: sulfato ferroso desidratado (seco); fumarato ferroso; ferro reduzido - 325 mesh Tyler; ferro eletrolítico - 325 mesh Tyler; EDTA de ferro e sódio (NaFeEDTA); e ferro bisglicina quelato.

Podem ser usados outros compostos desde que a biodisponibilidade não seja inferior a dos compostos listados.

4.6. As empresas deverão utilizar o ácido fólico de grau alimentício, garantindo a estabilidade deste nas farinhas de trigo e nas farinhas de milho dentro do prazo de validade das mesmas.

5. ROTULAGEM

5.1. As farinhas de trigo e as farinhas de milho devem ser designadas usando-se o nome convencional do produto de acordo com a legislação específica, seguido de uma das seguintes expressões: fortificada(o) com ferro e ácido fólico ou enriquecida(o) com ferro e ácido fólico ou rica(o) com ferro e ácido fólico.

5.2. As farinhas de trigo e as farinhas de milho fortificadas usadas como ingredientes deverão ser declaradas na lista de ingredientes da rotulagem com as seguintes expressões: farinha de trigo fortificada ou enriquecida ou rica com ferro e ácido fólico; e farinha de milho fortificada ou enriquecida ou rica com ferro e ácido fólico.

5.3. Os produtos processados que contém como ingrediente as farinhas de trigo e ou as farinhas de milho fortificadas com ferro e ácido fólico e queiram usar as denominações citadas no item anterior, devem atender as disposições estabelecidas no Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Alimentos Adicionados de Nutrientes Essenciais.

6. ADITIVOS

É permitida a utilização dos aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia previstos legislação específica.

Apêndice 2 – Questionário encaminhado às empresas pesquisadas

QUESTIONÁRIO – PRODUÇÃO DE FARINHA DE TRIGO

Nome da Empresa:

Endereço:

Telefone:

Responsável pela informação:

Cargo:

Ano de início das atividades do moinho:

Volume de produção anual de farinha de trigo:

1. Modelo / Marca do dosador usado em seu moinho para enriquecimento da farinha de trigo com mix de ferro e ácido fólico.
2. Mix usado para enriquecimento da farinha de trigo com ferro e ácido fólico.
3. Sistema de transporte da farinha de trigo na etapa onde ocorre o enriquecimento (pneumático ou rosca sem fim).
4. Como é feito o monitoramento para verificação se a dosagem atende aos valores especificados pela Resolução RDC 344 da ANVISA (tipo de teste e frequência com que é feito)? (Procure detalhar esta resposta)

5. A empresa realiza testes da farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico em laboratórios externos (tipo de teste e frequência com que é feito)?

6. Observações que julgue necessárias.