

## 16

# Gestão da qualidade do trigo na pós-colheita

Casiane Salete Tibola

Claudia De Mori

Eliana Maria Guarienti

Irineu Lorini

Maria Imaculada Pontes Moreira Lima

Martha Zavariz de Miranda

## Introdução

O setor de grãos brasileiro caracteriza-se pelo expressivo incremento tecnológico, que permitiu aumentar a produtividade e racionalizar a utilização de insumos, com adoção de práticas como o plantio direto na palha e a rotação de culturas. A atual demanda dos mercados é para a gestão da qualidade (segurança de alimentos e qualidade tecnológica), a preservação da identidade do produto (segregação e rastreabilidade) e a certificação do sistema de produção. As perdas quantitativas e qualitativas na fase de pós-colheita, em razão dos contaminantes e da ausência de direcionamento da matéria-prima de acordo com especificações de produto final, comprometem a qualidade e a eficiência do processo produtivo.

Alguns dos problemas decorrentes da armazenagem inadequada de grãos são: perdas de grãos ocasionadas por pragas, presença de fragmentos de insetos em derivados, deterioração de massa de grãos, contaminação fúngica, presença de micotoxinas, efeitos negativos na saúde humana e animal, dificuldades para exportação de produtos e subprodutos pelo potencial de risco, dentre outros. As perdas quantitativas

médias brasileiras de grãos, estimadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), e pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), indicam valores de, aproximadamente, 10% do total produzido anualmente. Por outro lado, as perdas qualitativas são de extrema relevância, uma vez que comprometem a utilização dos grãos produzidos, ou os classificam para outras finalidades de menor valor agregado, ou, ainda, resultam em produtos finais com a inocuidade comprometida.

De acordo com Poichotte (1980), o termo qualidade, quando usado para descrever trigo, relaciona-se a três critérios principais: à produção, considerando a resistência da cultivar às doenças, à adaptação às condições climáticas e à produtividade; ao valor nutricional e à ausência de substâncias tóxicas; e às características tecnológicas, relacionadas com a adequação para determinado produto final. As causas de deterioração da qualidade durante o armazenamento são: aquecimento, que pode iniciar por respiração ou reações químicas produzidas pelo grão e se agravar com o desenvolvimento de insetos e fungos; insetos, roedores e pássaros, que constituem-se a porta de entrada para micro-organismos; prolifera-

ção de fungos, que pode ocasionar a produção de micotoxinas; e pré-germinação, que modifica substâncias de reserva e aumenta a atividade enzimática dos grãos (HUGO; GODIÑO, 2000). A temperatura e a umidade são fatores fundamentais para a manutenção da qualidade dos grãos (HALL, 1970; HUGO; GODIÑO, 2000).

De acordo com registros sobre segurança dos alimentos, verifica-se que aproximadamente 7 milhões de pessoas são afetadas, todos os anos, por doenças transmitidas e/ou veiculadas por alimentos. Com isso, evidencia-se considerável perda de confiança dos consumidores nos processos produtivos. Os sistemas de gestão da qualidade e de rastreabilidade nas cadeias agroalimentares permitem obter dados atualizados de forma eficaz, tendo papel importante na confiabilidade do processo de industrialização, na identidade preservada e na segurança dos alimentos, garantindo o direito dos consumidores de adquirirem alimentos com qualidade e com informações adequadas (SARIG et al., 2006).

Para responder às atuais demandas de mercado para a produção de alimentos, as indústrias alimentícias precisam adotar programas de gestão da qualidade, como Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - APPCC e Sistemas de Gestão da Segurança de Alimentos - ISO 22000. Esses programas exigem o fornecimento de matéria-prima padronizada e com qualidade certificada, além de sistema de rastreabilidade que permita a identificação da origem e das características dos mesmos, como pré-requisitos para a certificação do produto final (TIBOLA et al., 2007). A análise de perigos é a chave para um sistema de gestão de qualidade, pois auxilia na organização do conhecimento requerido para es-

tabelecer uma combinação eficaz de medidas de prevenção e de controle, permitindo direcionar os lotes de produtos para mercados específicos, de acordo com seus atributos de qualidade e de inocuidade. A incorporação de modelos e procedimentos que possam auxiliar no gerenciamento da cadeia de suprimentos no processo produtivo, do campo ao armazenamento, com enfoque na segurança dos alimentos e na qualidade tecnológica, permitirá a redução de perdas e o aumento da eficiência da coordenação entre os elos do complexo industrial do trigo.

Neste sentido, o presente capítulo tem por objetivo apresentar questões vinculadas à qualidade e à segurança dos alimentos, à segregação e à preservação da identidade do produto. Para tanto, abordam-se conceitos gerais sobre segurança de alimentos, seguidos da apresentação dos principais contaminantes: pragas e fragmentos, fungos toxigênicos e resíduos de inseticidas. Posteriormente, são apresentados aspectos relacionados à qualidade tecnológica do trigo. E, por último, são descritos sistemas de gestão da qualidade que priorizam a segurança dos produtos: manejo integrado de pragas, boas práticas/APPCC e ISO 22000, além de aspectos relacionados à segregação de trigo e à certificação de produto e de unidade armazenadora, seguidos de considerações finais.

### **Segurança de alimentos**

Com a atual crise dos alimentos, estão em destaque questões relacionadas com a disponibilidade e a qualidade; portanto, para assimilar essas informações, deve-se considerar as diferenças entre as definições de segurança alimentar e de segurança de alimentos.

A segurança alimentar (do inglês, *food security*) trata da implementação de políticas públicas para garantir o acesso da população aos alimentos em quantidade e qualidade adequadas. É norteadas por questões de interesses globais, como distribuição e escassez de recursos naturais, mudanças geopolítico-climáticas e recursos energéticos, destacando as possíveis implicações na produção e na disponibilidade dos alimentos para a população. De acordo com a Manual... (2003), a segurança alimentar existe quando todas as pessoas, em todo o tempo, possuem acesso físico e econômico à alimentação suficiente, saudável e nutritiva, para atender suas necessidades nutricionais e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável.

Por outro lado, a segurança de alimentos (do inglês, *food safety*), sinônimo de alimentos seguros, objetiva assegurar a inocuidade, garantindo que os alimentos estejam isentos de contaminantes no momento do consumo. Os contaminantes podem ser de natureza biológica (micro-organismos patogênicos), química (micotoxinas, resíduos de agroquímicos e metais pesados) e física (fragmentos de insetos, vidros, pedras e matérias estranhas). Os incidentes de origem alimentar mais comumente relatados são as infecções (ingestão de alimentos contendo micro-organismos) e as intoxicações (presença de toxinas de fungos ou de bactérias no alimento).

O manejo desses contaminantes demanda ações integradas, com a participação de toda a cadeia produtiva. Os principais sistemas de gestão da qualidade para grãos são: a produção integrada; o manejo integrado de pragas; as boas práticas/análises de perigos e pontos críticos de controle; e a norma ISO 22000 - Sistemas de Gestão da Segurança de Alimentos. Esses sistemas objetivam garan-

tir a disponibilização de alimentos seguros, através da identificação, do monitoramento e do manejo adequado de contaminantes em todas as etapas. Esses programas são baseados em protocolos reconhecidos internacionalmente, que possibilitam implementar sistemas de rastreabilidade e de certificação, permitindo a comercialização de produtos com qualidade, que atendam às atuais demandas de mercado.

### Principais contaminantes

Na cadeia produtiva de grãos, os principais fatores que contribuem para a deterioração e a contaminação são umidade e temperatura elevadas, favorecendo a proliferação de contaminantes, como pragas e fungos toxigênicos, que podem produzir micotoxinas. Além desses contaminantes, destacam-se, também, os resíduos de agroquímicos, que podem ser inerentes aos grãos na fase de produção ou de pós-colheita, chegando ao produto final. Dentre as principais causas que colaboram para as perdas quali-quantitativas de grãos, destacam-se: carência de estrutura física para armazenagem; logística deficiente; escassez de treinamento e de capacitação para colaboradores; e a ausência de segregação dos produtos agrícolas, de acordo com sua qualidade tecnológica e inocuidade.

A seguir, apresentam-se os principais contaminantes relacionados ao trigo: pragas e fragmentos de insetos, fungos toxigênicos e resíduos de inseticidas.

### Pragas e fragmentos

As pragas são importantes contaminantes de grãos, em razão dos grandes prejuízos para a qualidade e por sua relação direta com outras contaminações, como a proliferação de fungos e a produção de

micotoxinas. Por outro lado, a presença de fragmentos de insetos nos produtos finais causa expressivos prejuízos para a cadeia produtiva, gerando perdas econômicas e a falta de credibilidade dos consumidores. No caso de trigo, o produto é desclassificado para comercialização se for encontrado um inseto vivo em lote de grãos. Os moinhos não deveriam aceitar lotes de trigo com insetos, pois isso fatalmente comprometeria a qualidade da farinha, já que esta teria fragmentos de insetos indesejáveis na indústria de panificação e em outros subprodutos de trigo. Informações sobre cada espécie-praga (descrição, biologia, hábito alimentar e os danos) constituem-se em elementos importantes para definir a melhor estratégia e manejo para evitar os respectivos prejuízos.

Segundo o hábito alimentar, as pragas podem ser classificadas em primárias ou secundárias.

• **Pragas primárias.** São aquelas que atacam grãos inteiros e sadios e, dependendo da parte do grão que atacam, podem ser denominadas pragas primárias internas ou externas. As primárias internas perfuram os grãos e neles penetram para completar seu desenvolvimento. Alimentam-se de todo o interior do grão e possibilitam a instalação de outros agentes de deterioração dos grãos. Exemplos dessas pragas são as espécies *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae* e *Sitophilus zeamais*. Já as pragas primárias externas destroem a parte exterior do grão (casca) e, posteriormente, alimentam-se da parte interna sem, no entanto, desenvolverem-se no interior do grão. Há destruição do grão apenas para fins de alimentação. Exemplo deste tipo de praga é a traça *Plodia interpunctella* (LORINI, 2007).

• **Pragas secundárias.** São aquelas que não

conseguem atacar grãos inteiros, pois requerem que os grãos estejam danificados ou quebrados para deles se alimentarem. Essas pragas ocorrem na massa de grãos quando estes estão trincados, quebrados ou mesmo danificados por pragas primárias. Multiplicam-se rapidamente e causam prejuízos elevados. Como exemplos citam-se as espécies *Cryptolestes ferrugineus*, *Oryzaephilus surinamensis* e *Tribolium castaneum* (LORINI, 2007).

Existem dois importantes grupos de pragas que atacam os grãos armazenados, que são besouros e traças. Entre os besouros, encontram-se: *R. dominica* (F.), *S. oryzae* (L.), *S. zeamais* (Motschulsky), *Tribolium castaneum* (Herbst), *Oryzaephilus surinamensis* (L.), e *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens). As traças mais importantes são: *Sitotroga cerealella* (Olivier), *P. interpunctella* (Hübner), *Ephestia kuehniella* (Zeller) e *Ephestia elutella* (Hübner). A seguir, descrevem-se algumas destas principais pragas do trigo. Entre essas pragas, *R. dominica*, *S. oryzae* e *S. zeamais* são as mais preocupantes economicamente, e justificam a maior parte do controle químico praticado nas unidades armazenadoras.



**Figura 1.**  
*Rhyzopertha dominica*.  
Fonte: Lorini (2007).

### ***Rhyzopertha dominica***

(Col., Bostrychidae) -  
besourinho dos cereais

#### **a) Descrição e biologia**

Os adultos são besouros de 2,3 mm a 2,8 mm de comprimento, coloração castanho-escuro, corpo cilíndrico e cabeça globular, normalmente escondida pelo protórax (Figura 1). A coloração das pupas varia de branca, inicialmente, a castanha, próximo à emergência dos adultos; possuem 3,9 mm de comprimento

e 1,0 mm de largura do corpo, aproximadamente. As larvas são de coloração branca, com cabeça escura, e medem cerca de 2,8 mm quando completamente desenvolvidas. Os ovos são cilíndricos, embora variáveis na forma, inicialmente brancos e posteriormente rosados e opacos, com 0,59 mm de comprimento e 0,2 mm de diâmetro (POTTER, 1935; LORINI, 2007).

O período de incubação, variável em função da temperatura, é de 15,5 dias a 26 °C (POTTER, 1935) e de 4,5 dias a 36 °C (BIRCH; SNOWBALL, 1945). Os ovos podem ser colocados em grupos ou isolados, em fendas ou rachaduras de grãos ou mesmo na própria massa de grãos (POY, 1991). A duração do período larval é de, aproximadamente, 22 dias, o período pupal é de cinco dias, e a longevidade dos adultos atinge 29 dias, a 30 °C e 70% de umidade relativa. O ciclo de vida da praga é de, aproximadamente, 60 dias. A fêmea tem fecundidade média de até 250 ovos por ano (ALMEIDA; POY, 1994; POY, 1991), a qual depende da qualidade do alimento e das condições de temperatura e de umidade da massa de grãos.

#### b) Danos

Essa praga primária interna possui elevado potencial de destruição em grãos de trigo, pois é capaz de destruir de 5 a 6 vezes seu próprio peso em uma semana (POY, 1991). É a principal praga de pós-colheita de trigo no Brasil, em razão da incidência e da grande dificuldade de se evitar os prejuízos que causa aos grãos. Deixa os grãos perfurados e com grande quantidade de resíduos na forma de farinha, decorrente do hábito alimentar. Tanto adultos como larvas causam danos aos grãos armazenados. Possui grande número de hospedeiros, como trigo, cevada, triticale, arroz e aveia. O milho não é hospedeiro preferencial. Esta

praga adapta-se rapidamente às mais diversas condições climáticas e sobrevive mesmo em temperaturas extremas.

*Sitophilus oryzae* e *S. zeamais* (Col., Curculionidae) - gorgulhos dos cereais

#### a) Descrição e biologia

Essas duas espécies são muito semelhantes em caracteres morfológicos e podem ser distinguidas somente pelo estudo da genitália. Ambas podem ocorrer juntas na mesma massa de grãos, independentemente do tipo de grão.

Os adultos são gorgulhos de 2,0 mm a 3,5 mm de comprimento, de coloração castanho-escuro, com manchas mais claras nos élitros (asas anteriores), visíveis logo após a emergência. Têm a cabeça projetada à frente, na forma de rostro curvado

(Figura 2). Nos machos, o rostro é mais curto e grosso, e nas fêmeas, mais longo e afilado. As larvas são de coloração amarelo-clara, com a cabeça de cor marrom-escuro, e as pupas são brancas (MOUND, 1989; BOOTH et al., 1990).



**Figura 2.**  
*Sitophilus oryzae*.

Fonte: Lorini (2007).

O período de oviposição é de 104 dias e o número médio de ovos por fêmea é de 282. A longevidade das fêmeas é de 140 dias. O período de incubação oscila entre 3 e 6 dias, e o ciclo de ovo até a emergência de adultos é de 34 dias (LORINI; SCHNEIDER, 1994; LORINI, 2007).

#### b) Danos

É praga primária interna de grande importância, pois pode apresentar infestação cruzada, ou seja, infestar grãos no campo e também no armazém, onde penetra profundamente na massa de grãos. Apresenta

ta elevado potencial de reprodução e possui muitos hospedeiros, como trigo, milho, arroz, cevada, triticale. Tanto larvas como adultos são prejudiciais e atacam grãos inteiros. A postura é feita nos grãos; as larvas, após desenvolverem-se no grão, empupam no grão e transformam-se em adultos. Os danos decorrem da redução de peso e de qualidade do grão (LORINI, 2007).



**Figura 3.**  
*Tribolium castaneum*.  
Fonte: Lorini (2007).

***Tribolium castaneum***  
(Col., Tenebrionidae)

**a) Descrição e biologia**

Os adultos são besouros de coloração castanho-avermelhada, medindo de 2,3 mm a 4,4 mm de comprimento; o corpo é achatado e possui duas depressões transversais na cabeça (Figura 3). As larvas são branco-amareladas, cilíndricas, medindo até 7 mm de comprimento. As fêmeas colocam de 400 a 500 ovos em fendas de paredes, na sacaria e sobre os grãos. A duração de uma geração pode ser inferior a 20 dias, em condições favoráveis (BOOTH et al., 1990).

**b) Danos**

Como é praga secundária, depende do ataque de outras pragas para se instalar nos grãos armazenados. Alimenta-se de grãos de várias espécies, e causa prejuízos ainda maiores do que os resultantes do ataque de pragas primárias que permitem sua instalação.

***Oryzaephilus surinamensis***  
(Col., Silvanidae)

**a) Descrição e biologia**

Os adultos são besouros alongados, achatados, com comprimento variável de 1,7 mm a 3,3 mm e de coloração ver-

melho-escura (Figura 4). Possuem três carenas longitudinais no pronoto, além de apresentarem seis dentes laterais, o que permite identificá-los (BOOTH et al., 1990). O ciclo de vida varia de 24 a 50 dias.



**Figura 4.**  
*Oryzaephilus surinamensis*.  
Fonte: Lorini (2007).

As fêmeas fazem a postura em orifícios dos grãos ou no interior da massa de grãos, podendo colocar de 50 a 300 ovos. Os caracteres biológicos, acima citados, variam com as condições da massa de grãos e conforme alterações na temperatura e na umidade dos grãos (LORINI, 2007).

**b) Danos**

É uma praga considerada secundária, que ataca grãos quebrados, fendidos e restos de grãos. Pode danificar a massa de grão, sendo expressiva em grande densidade populacional. Aparece praticamente em todas as unidades armazenadoras, onde causa a deterioração dos grãos pela elevação acentuada da temperatura. É uma espécie muito tolerante a inseticidas químicos, sendo uma das primeiras a colonizar a massa de grãos após aplicação desses produtos.



**Figura 5.**  
*Cryptolestes ferrugineus*.  
Fonte: Lorini (2007).

***Cryptolestes ferrugineus***  
(Col., Cucujidae)

**a) Descrição e biologia**

Os adultos (Figura 5) são pequenos besouros de, aproximadamente, 2,5 mm de comprimento, de corpo achatado e antenas longas. Têm cor marrom-avermelhada-pálida e grande facilidade de deslocamento. As posturas são realizadas na superfície ou no interior da massa de grãos. A fêmea pode

ovipositar de 300 a 400 ovos. O ciclo de vida pode variar de 17 a 100 dias, dependendo da temperatura e da umidade da massa de grãos, possuindo, portanto, elevado potencial de reprodução, em relação a outras pragas de armazéns (LORINI, 2007).

#### b) Danos

É praga secundária que pode destruir grãos fendidos, rachados e quebrados, nelas penetrando e atacando o gérmen. Consume grãos quebrados e restos de grãos e de farinhas, causando elevação na temperatura da massa de grãos e deterioração de grãos. Da mesma forma que *O. surinamensis*, aparece em grande quantidade em armazéns, após o tratamento com inseticidas, e é muito tolerante a esses tratamentos. Esse inseto merece preocupação e estudos, para se determinar o potencial de dano, tendo em vista a facilidade de reprodução em massas de grãos armazenados.

#### *Sitotroga cerealella*

(Lep., Gelechiidae) - traça dos cereais

##### a) Descrição e biologia

Os adultos (Figura 6) são mariposas com 10 mm a 15 mm de envergadura e 6 mm a 8 mm de comprimento. As asas anteriores são cor de palha, com franjas, e as posteriores são mais claras, com franjas maiores. Vivem de 6 a 10 dias. Os ovos são colocados sobre os grãos, preferentemente naqueles quebrados e/ou fendidos. A fêmea pode ovipositar de 40 a 280 ovos, dependendo do substrato. Após a eclosão, as larvas penetram no interior do grão, onde se alimentam e completam a fase larval, que



Figura 6. *Sitotroga cerealella*.

Fonte: Lorini (2007).

se estende por, aproximadamente, 15 dias. As larvas podem atingir 6 mm de comprimento e são brancas com as mandíbulas escuras. A pupa varia de coloração, desde branca, no início, a marrom-escura, próximo à emergência do adulto. O período de ovo a adulto dura, em média, 30 dias (LORINI, 2007).

#### b) Danos

É praga que ataca grãos inteiros (primária), porém afeta a superfície da massa de grãos. As larvas destroem o grão, alterando o peso e a qualidade deste. Também atacam as farinhas nas quais se desenvolvem, causando deterioração de produto pronto para consumo.

#### *Plodia interpunctella*

(Lep., Pyralidae) - traça dos cereais

##### a) Descrição e biologia

Os adultos são mariposas com 20 mm de envergadura, com cabeça e tórax de coloração pardo-avermelhada; as asas anteriores têm dois traços distais avermelhados e o terço basal é acinzentado (Figura 7). As larvas são de coloração branca, passando a rosada em algumas partes do corpo. Após seu completo desenvolvimento, as larvas tecem um casulo de seda, no interior do qual empupam. Os locais para empupar são as fendas de parede e as bordas da sacaria. A fêmea oviposita de 100 a 400 ovos na superfície de grãos. O desenvolvimento de ovo a adulto é completado em aproximadamente 28 dias (LORINI; SCHNEIDER, 1994).



Figura 7. *Plodia interpunctella*.

Fonte: Lorini (2007).

### b) Danos

É praga de superfície da massa de grãos, considerada primária externa. Não causa muitos prejuízos ao trigo e ao milho armazenados a granel, pois seus danos limitam-se à superfície exposta da massa de grãos. No caso de grãos armazenados em sacaria, os prejuízos são mais elevados, em decorrência da maior superfície exposta. Essa praga possui a característica de se alimentar, preferencialmente, do embrião de grãos.

#### *Ephestia kuehniella* e

*E. elutella* (Lep., Pyralidae) - traças

#### a) Descrição e biologia

As duas espécies são muito semelhantes. Os adultos (figuras 8 e 9) são mariposas de coloração parda, com 20 mm de envergadura, com asas anteriores longas e estreitas, de coloração acinzentada e com manchas transversais cinza-escuras. As asas posteriores são mais claras. A fêmea oviposita de 200 a 300 ovos. As larvas atingem até 15 mm de comprimento; possuem coloração rosada, pernas e cabeça castanhas; tecem um casulo de seda, em cujo interior empupam. O período de ovo a adulto esten-



**Figura 8.** *Ephestia kuehniella*.

Fonte: Lorini (2007).



**Figura 9.** *Ephestia elutella*.

Fonte: Lorini (2007).

de-se por aproximadamente 40 dias. O período de incubação dura cerca de 3 dias; a fase larval, 32 dias; a fase de pupa, 7 dias; e a longevidade de adultos é de, aproximadamente, 15 dias (LORINI; SCHNEIDER, 1994).

### b) Danos

São pragas secundárias, pois as larvas desenvolvem-se sobre resíduos de grãos e de farinhas deixados pela ação de outras pragas. Seu ataque prejudica a qualidade de grãos armazenados, tornando o produto impréstatível para consumo, em razão da grande quantidade de resíduos dos insetos no produto final.

Além dessas pragas, há roedores e pássaros causadores de perdas no armazenamento de grãos, principalmente perdas qualitativas, pela sujeira que deixam no produto final, de forma que também devem ser considerados no manejo integrado.

Os grãos podem veicular contaminantes físicos: sujidades, partículas, fragmentos de insetos e materiais estranhos, que poderão constituir perigos para a saúde dos consumidores. A atual legislação brasileira (BRASIL, 2003), não estabelece limites para esses fragmentos, e considera apenas insetos carreadores de contaminantes como animais que veiculam o agente infeccioso, desde o reservatório até o hospedeiro potencial. Um alimento com elevado índice de fragmentos de insetos pode indicar péssimas condições sanitárias e afeta, de forma determinante, a qualidade do produto final, inviabilizando o consumo (BIRCK, 2005).

Miranda et al. (2006) investigaram a presença de sujidades em amostras de grãos de trigo de cinco cultivares, armazenadas por quatro meses. No tempo inicial do experimento, duas cultivares apresentaram insetos e fragmentos de insetos (uma com

quatro insetos inteiros e três fragmentos, e a outra amostra com dois fragmentos). No final do armazenamento, foram detectadas sujidades somente em uma cultivar (três insetos inteiros e quatro fragmentos de insetos). Para as farinhas de trigo armazenadas pelo mesmo período, no tempo inicial foram encontrados fragmentos de insetos em três cultivares (dois fragmentos em uma amostra e quatro fragmentos em duas das amostras) e, no final do armazenamento, em duas (em uma amostra, dois fragmentos e na outra, seis fragmentos e uma partícula metálica).

Birck (2005), em estudo das condições higiênico-sanitárias em grãos de trigo armazenado e no processamento de farinhas de trigo comum e especial, identificou prejuízos relacionados com a presença de insetos-praga. Foi verificado que 100% de 12 amostras de trigo apresentaram infestação de um a cinco insetos, e as seis amostras de farinha especial e comum analisadas apresentaram de seis a 45 fragmentos de insetos por amostra. Esses resultados já eram esperados, uma vez que o trigo usado na produção dessas farinhas apresentou infestação interna na massa de grãos. Em virtude do processo de moagem, esses insetos resultaram em grande quantidade de fragmentos.

### Fungos toxigênicos

Os fungos toxigênicos produzem metabólitos secundários tóxicos denominados micotoxinas, que podem ser liberados nos substratos nos quais se desenvolvem (DINGRA; COELHO NETTO, 1988). As micotoxicoses são doenças causadas por ingestão desses metabólitos fúngicos, geralmente através de alimentos contaminados (DINGRA; COELHO NETTO, 1988; Manual..., 2003). Provavelmente, as micotoxinas ocasionam enfermidades desde que o ho-

mem começou a cultivar as plantas. Em numerosas partes da Europa, no século X, uma enfermidade alcançou proporções epidêmicas, afetando milhares de pessoas, o ergotismo, pelo consumo de centeio contaminado com alcalóides produzidos pelo fungo *Claviceps purpurea*. Na Europa Ocidental, no século XIII, ocorreu intensa redução demográfica pela substituição de centeio por trigo contaminado na alimentação. A produção de toxinas nos cereais armazenados durante o inverno ocasionou, na Sibéria, durante a Segunda Guerra Mundial, a morte de milhares de pessoas, dizimando povos inteiros (Manual..., 2003).

Os maiores efeitos do desenvolvimento fúngico em grãos e sementes armazenadas são: perda do poder germinativo, perda de matéria seca, alteração do valor nutricional e produção de micotoxinas (LAZZARI, 1993b). As micotoxinas são compostos tóxicos que ocorrem naturalmente, e são produzidos por fungos que proliferam em produtos agrícolas, tanto durante seu crescimento no campo, quanto na armazenagem, bem como em alimentos processados e nas rações para animais (SCUSSEL, 2002). A ingestão desses alimentos contaminados pode provocar manifestações hepatotóxicas, nefrotóxicas, mutagênicas, estrogênicas, neurotóxicas, imunossupressoras e carcinogênicas, em humanos e em animais (BIRCK, 2005).

Na criação de animais, são relatadas inúmeras perdas decorrentes do consumo de rações contaminadas com micotoxinas, especialmente, porque há a utilização de farelo, que concentra os maiores teores de toxinas. As micotoxinas induzem ao edema pulmonar em suínos, diminuição do ganho de peso em frangos e aumento de peso de órgãos como o fígado, proventrículo e moela (DILKIN et al., 2004). Além disso, de-

terminam impactos negativos importantes na cadeia produtiva devido ao menor desempenho e a mortalidade de animais (MALLMANN et al., 2007).

Na produção, os danos provocados por pragas são um dos principais fatores predisponentes ao crescimento de fungos toxigênicos nas plantas. Incluem-se também: estresse hídrico, danos mecânicos, deficiências minerais e temperaturas atípicas para a estação do ano (BELÉM, 1994). No armazenamento, os fatores que influenciam a produção de micotoxinas incluem: teor de umidade nos grãos, temperatura, período de armazenamento, integridade dos grãos, níveis de dióxido de carbono e de oxigênio, quantidade de esporos, interações microbianas e vetores, como insetos e ácaros (BIRCK, 2005).

Os fungos podem ser classificados em três grupos: fungos de campo, fungos intermediários e fungos de armazenamento. Existe pouco ou nenhum controle sobre as condições que favorecem o desenvolvimento de fungos de campo, pois eles invadem a cultura durante os estádios finais de maturação. Os gêneros de fungos de campo mais comuns são *Alternaria*, *Cladosporium*, *Fusarium* e *Helminthosporium*. Os fungos intermediários invadem os grãos antes da colheita e continuam a se desenvolver e a causar prejuízos durante o armazenamento. Nessa categoria, enquadram-se algumas espécies de *Penicillium* e de *Fusarium* e certos levedos (LAZZARI, 1993a). Na pós-colheita de grãos, os fungos mais importantes são *Aspegillus* e *Penicillium*.

Nos cereais e nos seus derivados, as micotoxinas mais importantes são produzidas pelos fungos do gênero *Fusarium*. A espécie *Fusarium graminearum* produz as toxinas tricotecenos (deoxinivalenol - DON, nivale-nol e toxina T2) e zearalenona (ZEA), que,

devido a sua ampla e frequente ocorrência, são as mais importantes. A micotoxina DON é a toxina de *Fusarium* mais corrente, e contamina diversos cereais, especialmente o trigo, a cevada e o milho. Os efeitos da atividade de água e da temperatura sobre o comportamento dos fungos do gênero *Fusarium* ainda precisam ser melhor estudados. Geralmente, a temperatura ótima para o desenvolvimento do fungo é de 24 °C a 26 °C e a atividade de água mínima para o crescimento é de 0,90. Entretanto, a toxina ZEA é produzida em temperaturas de 12 °C e, para a produção da toxina T2, a temperatura ideal é de 8 °C, indicando que o *Fusarium* produz toxinas quando está sob efeito de choque térmico (SCUSSEL, 2002).

A giberela ou fusariose da espiga é, atualmente, uma das mais importantes doenças da cultura do trigo no mundo. O período mais crítico de contaminação dos cereais por *Fusarium* é a floração, quando conídios de *F. graminearum* infectam as anteras. Fatores ambientais, como alta umidade e chuva durante o período da floração, que resultam em molhamento da superfície por 48 horas a 60 horas e temperatura acima de 15 °C, determinam altas taxas de sucesso do processo de infecção (SCHOLTEN, 2002). Estas condições ocorrem, frequentemente, na Região Sul do Brasil, que concentra 90% da produção de trigo nacional, após a fase de espigamento, período mais suscetível à infecção do fungo, ocasionando o desenvolvimento de micotoxinas (LIMA, 2003).

Em estudo realizado com 297 amostras de grãos de trigo, provenientes da Região Sul do Brasil, detectou-se contaminação por DON em aproximadamente 25% das amostras, com nível médio de 603,2 µg/kg e máximo de 8.504 µg/kg (MALLMANN et al., 2003). Miranda et al. (2006) monitoraram a contaminação por micotoxinas em

cinco cultivares de trigo, na safra 2005, obtendo valores médios de contaminação dos grãos por DON de 1.321,3 µg/kg, ZEA de 55,1 µg/kg e fumonisina B1 de 242,2 µg/kg, concluindo que as frequentes precipitações pluviais no período de floração (384 mm em outubro), ocasionaram problemas fitossanitários em todas as cultivares de trigo analisadas.

Hazel e Scudamore (2007) estudaram o comportamento das toxinas de *Fusarium* ao longo dos processos de transformação dos cereais, na produção industrial de alimentos. O estudo permitiu evidenciar as relações que existem entre a contaminação dos ingredientes de partida (cereais) e os produtos finais obtidos. O processo de moagem do grão de trigo para farinha branca reduziu a concentração de DON em 30%. No processamento, verificou-se maior concentração de DON no farelo, 335 µg/kg, quando comparada com os grãos de trigo limpos, 101 µg/kg. A farinha de trigo integral, que inclui em sua composição o farelo, exige maior atenção no monitoramento da concentração de micotoxinas. Em estudo conduzido por Birck (2005), a farinha de trigo apresentou ocorrência de fumonisina B1: para farinha comum, os níveis variaram de 0,6 a 2,3 µg/kg, e para farinha especial, os níveis foram 0,7 a 1,5 µg/kg. De acordo com a autora, essa contaminação pode ter ocorrido no momento da mistura de lotes de grãos para a produção de farinha, ou por falhas na limpeza de sobras de grãos nas caixas de acondicionamento, onde a umidade é maior, para facilitar a extração do amido dos grãos.

A atual legislação brasileira para micotoxinas determina que o limite máximo tolerável (LMT) de DON para cereais destinados à alimentação infantil deve ser de 200 ppb. Adicionalmente, para 2012, determi-

na o limite máximo de 2000 ppb para trigo integral e 1750 ppb para farinha de trigo; posteriormente, em 2016, estes limites máximos serão reduzidos para 1000 ppb e 750 ppb, respectivamente (BRASIL, 2011). A legislação internacional sobre micotoxinas varia de acordo com o país, sendo que o nível aceitável de DON varia de 500 a 2.000 µg/kg para alimentos destinados ao consumo humano. Na Europa, a partir de 1º de julho de 2006, foi estabelecido 1.250 µg/kg como limite máximo permitido de DON para cereais. Para ZEA, foi estabelecido 100 µg/kg como limite máximo permitido para grãos de cereais para alimentos destinados ao consumo humano (EUROPEAN UNION, 2005).

Para prevenir a presença de micotoxinas nos grãos e subprodutos, é fundamental: 1) adotar o manejo integrado de pragas e doenças na produção e na pós-colheita; 2) promover a rápida e eficiente secagem dos grãos no recebimento na unidade armazenadora; 3) estabelecer monitoramento sistemático, por meio de métodos eficazes e rápidos, que permitam orientar o manejo e logística dos lotes no recebimento na unidade armazenadora; e 4) utilizar informações de sistemas de modelagem, como o SISALERT-Simulação de Sistemas de Alerta (SISALERT, 2008). Este sistema foi desenvolvido pela Embrapa Trigo e Universidade de Passo Fundo e, com os dados meteorológicos correntes e de prognóstico, monitora e emite alerta para a ocorrência de brusone e de giberela no trigo.

### Resíduos de inseticidas

A atenção para a presença de resíduos químicos vem crescendo nas últimas décadas, em decorrência de estudos que demonstram seus altos níveis nos alimentos, relacionando-os a graves problemas na

saúde humana. Para trigo, os agroquímicos utilizados na produção, em geral, são metabolizados dentro de intervalos de segurança; dessa forma, não permanecem resíduos nos grãos por ocasião da colheita. Na pós-colheita, a utilização de inseticidas organofosforados e piretroides para o controle de pragas em grãos armazenados é um dos métodos mais adotados atualmente. O tratamento preventivo consiste na aplicação do inseticida via líquida sobre os grãos na correia transportadora, no momento do abastecimento do silo. Esse tratamento confere proteção contra infestação por pragas, durante o armazenamento por períodos maiores de três meses. Entretanto, esses produtos apresentam restrições ao uso, devido aos problemas de persistência nos grãos e nos subprodutos na forma de resíduos, além da ocorrência de resistência das pragas aos inseticidas.

O controle oficial de resíduos de agroquímicos em alimentos é baseado nos limites máximos de resíduos (LMRs) e no intervalo de segurança. Para garantir a segurança dos alimentos que são disponibilizados para os consumidores, quanto ao nível de resíduos de agroquímicos, os LMRs são definidos pela FAO, pela Comissão do Codex Alimentarius e pela Organização Mundial da Saúde (OMS), representando a

concentração máxima de resíduo que poderá ser ingerida, diariamente, por meio da alimentação, prevenindo efeitos negativos à saúde dos consumidores. Esses limites também são estabelecidos para produtos destinados à alimentação de animais. No Brasil, a regulamentação de LMR e do intervalo de segurança para agroquímicos é responsabilidade da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Na Tabela 1, podem ser visualizados os LMRs estabelecidos para os inseticidas indicados para utilização na pós-colheita de trigo.

Uygun et al. (2005), em trabalho conduzido na Turquia, estudaram os níveis de resíduos de malationa e fenitrotiona no trigo durante a armazenagem, na farinha e no farelo após a moagem, no pão branco e no pão integral. Os níveis de resíduos de fenitrotiona, que é um dos inseticidas indicados para controle de pragas em trigo armazenado atualmente, são apresentados na Tabela 2. Segundo estes autores, os níveis de resíduos de fenitrotiona declinaram rapidamente durante o primeiro mês de armazenagem. A degradação de resíduos dos grãos, comparada com os níveis obtidos na farinha, foi de aproximadamente 90%. A redução dos níveis de resíduos observada na farinha, comparada com o pão branco, foi de aproximadamente 80% e, no pão integral, de

**Tabela 1.** Inseticidas indicados para controle de pragas no armazenamento e limites máximos de resíduos (LMRs), em mg/kg, para uso em grãos de trigo e subprodutos.

Inseticida	Trigo			Farinha*		Pão branco	Farelo*	Intervalo de segurança
	Anvisa	Codex	E.U.	Branca	Integral	Anvisa		Anvisa
Bifentrina	0,6	0,5	0,5	0,2	-	-	2,0	30 dias
Deltametrina	1,0	-	2,0	0,3	-	-	5,0	30 dias
Fenitrotiona	1,0	-	0,5	2,0	5,0	0,2	20,0	120 dias
Pirimifós metílico	10,0	-	5,0	5,0	-	-	15,0	30 dias

(\*) LMR estabelecido pelo Codex Alimentarius.

Fonte: Anvisa (2008); E.U. pesticides... (2008); Codex... (2009).

aproximadamente 40%. No farelo, os níveis de resíduos concentraram-se e foram aproximadamente 30% superiores aos obtidos na análise de resíduos nos grãos de trigo. Considerando o atual LMR estabelecido pela Anvisa para fenitrotiona, de 0,2 mg/kg para pães, o nível de resíduo verificado no pão integral excedeu o limite máximo em todos os períodos analisados, e o pão branco esteve conforme apenas na análise realizada após 55 dias de armazenamento. O farelo também esteve de acordo apenas aos 55 dias.

Kolberg (2008) estudou os níveis de resíduos em grãos de trigo e subprodutos no sul do Brasil, em amostras coletadas em dois moinhos (Tabela 3). Foi constatada que nenhuma concentração de agroquímicos esteve acima do LMR estabelecido pelas legislações brasileira e internacional. Os resíduos de agroquímicos apresentaram maior concentração nas partes mais externas e oleosas do grão, que compõem a fração farelo no processo de moagem. Na elaboração do pão, a farinha de trigo é submetida à fermentação e a altas temperaturas, que

contribuem significativamente para a degradação residual dos agroquímicos, que foi da ordem de 50% a 70%.

Sgarbiero (2001) analisou a ocorrência/persistência/degradação de resíduos de pirimifós-metílico em grãos de trigo, farinha branca, farinha integral, pão e farelo. Em todas as análises realizadas, os níveis de resíduos foram inferiores ao LMR estabelecido pela legislação. Os dados podem ser verificados na Tabela 4. Houve maior concentração de resíduos no farelo, em torno de 2,8 vezes quando comparada com os níveis detectados nos grãos. O pão preparado com a farinha branca apresentou aproximadamente 50% de redução nos níveis de resíduos. Ao final do período de armazenamento, 240 dias, a farinha integral apresentou concentração de resíduos 60% superior, quando comparada com a farinha branca.

Os pães integrais são elaborados com farinhas obtidas a partir da moagem do trigo, na qual não são retirados os constituintes: casca, endosperma e gérmen. Os alimentos integrais apresentam merca-

**Tabela 2.** Níveis de resíduos de fenitrotiona em mg/kg, em grãos e subprodutos de trigo em diferentes períodos de armazenamento.

Período (dias)	Trigo	Farelo	Farinha	Pão branco	Pão integral
0	24,5 a*	34,3 a	2,350 a	0,275 a	1,430 a
26	18,1 b	23,3 b	2,170 a	0,295 a	0,765 b
55	17,1 b	19,5 c	0,355 b	0,140 b	0,353 c

(\*) Os valores seguidos de mesma letra, na mesma coluna, não apresentam diferença significativa ( $p < 0,05$ ).

Fonte: Uygun et al. (2005).

**Tabela 3.** Médias dos níveis de resíduos de bifentrina, deltametrina, fenitrotiona e pirimifós-metílico, em mg/kg, em grãos e subprodutos de trigo coletados em dois moinhos de trigo.

Inseticida	Trigo	Farelo	Farinha branca	Pão branco
Bifentrina	0,0089	0,1139	0,032	0,004
Deltametrina	-	0,0733	0,016	0,056
Fenitrotiona	0,0036	0,4710	0,037	0,026
Pirimifós-metílico	0,0850	3,5750	0,401	0,185

Fonte: Kolberg (2008).

**Tabela 4.** Médias de níveis de resíduos de pirimifós-metilico, em mg/kg, em grãos e subprodutos de trigo coletados em moinho de São Paulo, analisados em três períodos de armazenamento.

Inseticida	Dias	Trigo	Farelo	Farinha branca	Farinha integral	Pão branco
Pirimifós-metilico	0	2,62	7,54	2,74	2,50	1,13
	30	2,65	5,41	1,64	1,92	1,08
	240	0,65	1,29	0,39	0,65	0,26

Fonte: Sgarbiero (2001).

do crescente, em razão dos seus benefícios à saúde. O maior teor de fibras insolúveis destes produtos auxilia na prevenção de câncer, de acidente vascular cerebral, da obesidade e reduzem o colesterol. Dessa forma, destaca-se a necessidade de minimizar a utilização de agroquímicos preventivos, com aplicação diretamente nos grãos na pós-colheita, através da adoção do manejo integrado de pragas e da substituição por outros métodos de controle, como a terra de diatomáceas e o expurgo.

Para garantir a disponibilidade de alimentos seguros para os consumidores, é fundamental estabelecer um programa de monitoramento dos níveis de resíduos, através de laboratórios e equipamentos adequados, além da capacitação dos agentes em toda a cadeia produtiva, visando a utilizar adequadamente os agroquímicos e a prevenir os problemas de resíduos, que atualmente, constituem-se uma das principais barreiras do comércio internacional aos grãos brasileiros.

## Qualidade tecnológica

### Qualidade do grão e da farinha de trigo no armazenamento

Por milhares de anos, o trigo foi cultivado, colhido e misturado no armazenamento, sem considerar suas características. Com a sofisticação das indústrias de moagem e de processamento de trigo, as empresas passaram a valorizar a singularida-

de e a aptidão tecnológica das cultivares de trigo. Atualmente, busca-se manter diferentes classes e cultivares de trigo em lotes separados, na colheita, e identificar o melhor uso final (THE NATURAL..., 2008).

Os agentes da cadeia produtiva de trigo, produtores, moinhos e panificadores, buscam diferentes características em trigo (THE NATURAL..., 2008). Os produtores visam a maior produtividade e qualidade agrônômica, os moinhos buscam trigo com elevado rendimento em farinha e baixo teor de cinza, aptidão de uso final e facilidade de moagem, enquanto que o panificador deseja manter o padrão de qualidade dos produtos finais e farinha com alta absorção de água (maior rendimento). Estes são grandes desafios na cadeia produtiva do trigo.

A deterioração do grão está relacionada ao teor de umidade, que é fundamental para a armazenagem segura. A temperatura e a umidade relativa do ar ambiente influenciam a umidade dos grãos armazenados. Com o aumento das chuvas, aumentam a umidade relativa do ar e o teor de umidade do produto (BALOCH, 1999). O conteúdo de umidade de 25% pode ser verificado em grão recentemente colhido que, nesse caso, deve ser seco imediatamente, para proteger a qualidade e prevenir proliferação de fungos. Os grãos com 14% de umidade podem ser, seguramente, armazenados por dois a três meses. Para períodos de armazenagem mais longos, de quatro a 12 meses, o teor de umidade deve ser reduzido para

13%, que é o limite máximo permitido pela legislação brasileira.

O tempo de armazenagem de trigo aumenta por um fator de 1,5 para cada 1% de redução no conteúdo de umidade. Não é possível conservar grão muito úmido e satisfazer exigências comerciais, como poder germinativo, cor e odor normais. O grão seco não sofre qualquer alteração ou deterioração durante o armazenamento, mesmo se a temperatura for relativamente elevada, por exemplo, 25 °C (POICHOTTE, 1980).

Estudo com emprego de baixa atmosfera de oxigênio demonstrou que não houve qualquer efeito na qualidade do grão armazenado, e que a temperatura de armazenagem do grão possui efeito principal nas propriedades de farinha moída de grão armazenado durante um ano. Indicou, ainda, que a qualidade de trigo poderia ser controlada ajustando a temperatura do grão armazenado para se obter trigo com características particulares. Por exemplo, mantendo a temperatura de armazenamento do grão reduzida, permitiria, aos fabricantes de farinha, produzi-las com propriedades mais homogêneas durante o decorrer do ano (GRAS; O' RIORDAN, 1998).

### **Manutenção da qualidade do trigo**

De acordo com Guarienti (1994), durante a recepção do trigo para ser armazenado, deve-se: 1) conhecer o lote recebido (identificar espécie; classe; tipo; impurezas, matérias estranhas, triguilho, quebrados; grãos danificados, germinados e esverdeados; umidade); 2) separar lotes de trigo germinado e lotes com teores de umidade muito diferentes; 3) fazer a pré-limpeza, pois esta irá auxiliar na secagem e no armazenamento; 4) secar o trigo de forma que a temperatura na massa de grãos não ultrapasse 50 °C (temperatura do ar de secagem

em torno de 55 °C a 60 °C); 5) armazenar o trigo em silos de acordo com sua classe comercial e tipo ou produto final a que se destina (cultivares com qualidade tecnológica semelhante) - o armazenamento serve para conservar o produto, evitando proliferação de insetos e roedores - a umidade deve ser de 13%; e 6) devem-se evitar danos físicos durante a transilagem.

O grão é um ser vivo em estado dormente e, para manter seu metabolismo basal, ele respira. Em grãos secos, com exceção quando há elevada infestação de insetos, a taxa respiratória é reduzida. Em condições ambientais favoráveis à atividade metabólica (umidade e temperatura elevadas), o fenômeno da respiração - combustão da matéria seca, produzindo água, gás carbônico e calor - é o principal responsável pela rápida deterioração de grãos armazenados (POICHOTTE, 1980). Quando a respiração é intensa o suficiente para produzir calor mais rapidamente do que é dissipado, a temperatura do grão aumenta e o dano pelo calor ocorre (REGITANO-D'ARCE, 1994).

Os principais fatores que influenciam a velocidade de deterioração e respiração do grão, de acordo com Pomeranz (1974), são: 1) umidade - é um fator importante, pois abaixo de 13% o grão pode ser armazenado por muitos anos com pequena deterioração; 2) temperatura - em baixas temperaturas há redução do metabolismo e, conseqüentemente, melhoria da conservação do grão; 3) aeração - o processo de aeração na massa de grãos permite a renovação do ar e pode reduzir a temperatura e a umidade do grão; 4) integridade do grão - o grão danificado pode hospedar maior número de esporos de fungos e de bactérias, fazendo com que a respiração seja mais rápida do que em grãos inteiros;

e 5) umidade relativa do ar - dependendo da umidade relativa prevalecente, o produto armazenado libera (secagem) ou absorve umidade da atmosfera (umedecimento) até alcançar um estado de equilíbrio. Teores de umidade de equilíbrio (grão e ar) favorecem a conservação do grão.

O armazenamento do grão seco é ainda o melhor e mais simples meio de proteção contra mudanças indesejáveis em grãos armazenados (POMERANZ, 1974). Os resultados indicam que o uso de armazenamento aerado reduziria à velocidade de alteração na qualidade de grão durante o armazenamento. Em grão armazenado a atividade de água constante (0,6), verificam-se mudanças significativas na qualidade com mais de 200 dias de armazenamento a 30 °C e 35 °C, essas mudanças não ocorrem a 15 °C (GRAS; O' RIORDAN, 1998).

No método caseiro de armazenagem recomendado para trigo, a maioria dos grãos mantém a qualidade em plástico ou recipiente de vidro, fechados hermeticamente, devendo ser armazenados em local fresco, seco e escuro, para reduzir a possibilidade de infestações. O refrigerador é um bom local para armazenar grãos, mas deve-se utilizar recipiente fechado hermeticamente para impedir o grão de absorver umidade, bem como odores e sabores de outros alimentos. A vida de prateleira do trigo em grão é acima de um ano se adequadamente armazenado (GRAIN..., 2008).

### **Manutenção da qualidade da farinha de trigo**

A qualidade panificativa da farinha muda com o decorrer do ano. A velocidade de mudança pode ser determinada pela atividade de água e pela temperatura de armazenamento do grão. Estudos recentes sugerem que, mesmo que as mudanças observadas estejam relacionadas com

oxidação e polimerização das proteínas da farinha, o armazenamento sob condições de baixa atmosfera de oxigênio não afeta a velocidade de mudança (GRAS; O' RIORDAN, 1998).

Pela manipulação da temperatura, podem ser obtidas farinhas com tempos de mistura (da farinografia) longos ou curtos, e/ou força de glúten alta ou baixa. O controle das condições de armazenamento do trigo pode, portanto, ajudar a modelar as características da farinha para as necessidades do comprador. Isto pode ter importantes implicações para o mercado doméstico e de exportação (GRAS; O' RIORDAN, 1998), tendo relação também com a conservação da farinha.

Durante o armazenamento ocorre oxidação dos pigmentos carotenoides da farinha, deixando esta mais branca (ARYA; PARIHAR, 1981 citados por PIROZI, 1995). Ou seja, ao longo do tempo, a farinha oxida e clareia naturalmente, mas podem ser usados agentes químicos para aumentar a velocidade do processo, a fim de eliminar o longo período de espera tradicionalmente necessário (FLOUR..., 2008).

Conforme Flour... (2008), a farinha de trigo, da mesma forma que os grãos, mantém-se bem em recipiente hermético e local fresco, seco e escuro. O papel original da embalagem, para muitos tipos de farinha, é adequado para armazenagem por longo período desde que não seja aberto. Uma vez aberto, diminui a vida de prateleira. Muitos tipos de farinha são comercializados em sacos plásticos que podem ser lacrados novamente, o que aumenta a vida de prateleira.

De acordo com a referência anterior, da mesma forma que o trigo, a armazenagem de farinha sob refrigeração é adequada, mas é fundamental o uso de reci-

piante hermético para prevenir a absorção de umidade, de odores e de sabores de outros alimentos armazenados. O freezer também pode ser usado, empregando-se recipiente hermético, sacos plásticos fechados ou sacola para freezer, assegurando-se de eliminar o máximo de ar possível. Deve-se evitar refrigerar ou congelar a farinha em sua embalagem original, de papel, porque este é poroso e a farinha pode absorver umidade e odores. A vida de prateleira da farinha branca é de até oito meses se estiver armazenada em embalagem fechada em local fresco e seco, e por até um ano se estiver sob refrigeração e/ou freezer. A vida de prateleira da farinha integral é de seis meses a um ano em freezer, se estiver em embalagem plástica hermética fechada, e por poucos meses, à temperatura ambiente. A farinha de trigo integral não pode ser armazenada por longo tempo porque o potencial de rancidez é mais elevado nesta devido a presença do gérmen de trigo, resultando em conteúdo de ácidos graxos insaturados mais elevados que na farinha refinada. Farinha que não apresenta boa aparência e odor não deve ser utilizada.

### **Mudanças na composição química de trigo e de farinha de trigo**

Mudanças químicas, algumas das quais com profundo efeito no valor nutricional, estão continuamente ocorrendo nos grãos, independentemente de como eles estão armazenados. Com poucas exceções, estas mudanças são prejudiciais para a qualidade do produto (REGITANO-D'ARCE, 1994). Os macronutrientes (carboidratos, proteínas e lipídios) sofrem alterações durante o armazenamento.

Nos carboidratos, a principal mudança que ocorre é a hidrólise do amido do grão pelas enzimas  $\alpha$  e  $\beta$ -amilases, con-

vertendo-o em dextrinas e maltose. A atividade da amilase em trigo aumenta no início do armazenamento. Condições que favorecem a decomposição do amido, geralmente, também favorecem a atividade respiratória, de forma que os açúcares são consumidos e convertidos em dióxido de carbono e água (POMERANZ, 1974).

Os compostos nitrogenados, as enzimas proteolíticas em grãos e em organismos a eles associados hidrolisam as proteínas em polipeptídeos e, a seguir, em aminoácidos. Estas reações ocorrem muito lentamente e não são prontamente mensuráveis até que o grão atinja um estágio avançado de deterioração. Mudanças físicas e químicas ocorrem nas proteínas de vários grãos durante o armazenamento e afetam a sua digestibilidade. Em geral, à medida que o tempo de armazenamento aumenta, há perda de palatabilidade e do valor nutritivo do grão. Esta última pode estar associada com mudanças na solubilidade de proteína e digestibilidade e ocorre muito mais rapidamente nos produtos farináceos que nos grãos inteiros. Embora o teor de proteína total do grão seja calculado a partir do seu teor de nitrogênio, geralmente assume-se que a proteína não se altera durante o armazenamento (REGITANO-D'ARCE, 1994).

Nos lipídios, podem ocorrer rancidez oxidativa, resultando em odores e sabores típicos de ranço, ou rancidez hidrolítica, resultando na produção de ácidos graxos livres, tida como um índice de deterioração dos grãos (POMERANZ, 1974; REGITANO-D'ARCE, 1994). A rancidez oxidativa é rara nos grãos devido aos agentes antioxidantes presentes nestes, sendo um problema apenas na farinha integral. Já a rancidez hidrolítica é comum no armazenamento, especialmente em temperatura e umidade elevadas, sendo acelerada pela presença de

fungos. Os lipídios do grão são rapidamente hidrolisados pelas lipases em ácidos graxos livres e glicerol durante o armazenamento, especialmente quando a temperatura e a umidade estão elevadas, favorecendo a deterioração. Este tipo de alteração é bastante acelerada pelo crescimento fúngico, devido à alta atividade lipolítica dos fungos. A hidrólise lipídica ocorre muito mais rapidamente do que a de proteínas ou carboidratos em grãos armazenados. Por esta razão, o teor de ácidos graxos livres pode ser usado como índice sensível de deterioração incipiente do grão (POMERANZ, 1974).

### **Mudanças na qualidade tecnológica de trigo e de farinha de trigo**

As mudanças que ocorrem no trigo durante o armazenamento têm sido extensivamente estudadas para limitar as perdas econômicas devido à deterioração pós-colheita. As condições de armazenagem, tais como umidade, temperatura, infestação por insetos e fungos, aeração e prévio histórico do grão em termos de maturidade fisiológica e sanidade, são importantes variáveis que interagem para afetar a qualidade do trigo (POMERANZ, 1992 citado por LUKOW et al., 1995).

A perda de qualidade durante o armazenamento é causada pela deterioração do grão, ou através de processos físico-químicos, como por exemplo, umidade elevada, ou através de processos biológicos, como por exemplo, ocorrência de pragas e fungos (JONES; KOSINA, 2007).

A qualidade panificativa é avaliada por testes bioquímicos, reológicos e de panificação (LUKOW et al., 1995). Durante o armazenamento, lipídios extraíveis, atividade de lipoxigenase, conteúdo de pigmento, atividade diastática e glúten úmido diminuem, a acidez aumenta e as proprieda-

des reológicas mudam (determinadas em farinógrafo e extensógrafo). No entanto, nenhuma das mudanças nas propriedades físicas ou químicas foi adequada para prever as alterações na força de glúten (POMERANZ, 1974). O teor protéico do endosperma - sua qualidade e sua estrutura química - é a mais importante característica na determinação da qualidade de panificação (KENT; EVERS, 1994).

A qualidade panificativa de trigo recentemente colhido ou de farinha de trigo recém moída, normalmente tende a melhorar com o tempo, dependendo da natureza do produto e das condições de armazenagem. Subsequentemente, um limite é alcançado onde o prolongamento da maturação já não melhora o potencial de panificação e a continuação do armazenamento é acompanhada por declínio gradual da qualidade panificativa (POMERANZ, 1974).

A maturação do trigo e da farinha consiste de processo de transformações de natureza biológica, bioquímica e química (PIROZI, 1995). O processo de maturação depende de vários fatores, como: cultivar, temperatura e umidade ambiente, condições de armazenamento, estado do grão e intensidade de aeração durante a armazenagem (GERMANI; MAZZARI, 1990).

A literatura recomenda a maturação dos grãos de trigo por três a cinco meses. Contudo, o armazenamento de grãos por longos períodos pode acarretar danos por ataque de insetos ou fungos, principalmente em países de clima tropical, com temperatura e umidade elevadas como o Brasil, provocando decréscimo na qualidade tecnológica da farinha produzida (GERMANI; MAZZARI, 1990).

Já a farinha de trigo deveria ser maturada antes da panificação por um a dois meses, enquanto que a farinha integral deveria

ser usada assim que possível após a moagem. O transporte pneumático dos moinhos acelera a maturação (POMERANZ, 1974). A maturação pode ser acelerada, também, pelo uso de melhoradores químicos, como o ácido ascórbico (GERMANI; MAZZARI, 1990) e a azodicarbonamida (ADA). Estes processos de aceleração diminuem os custos de armazenagem da farinha.

Pesquisas indicam que houve notável melhora na qualidade do glúten e dos pães produzidos com farinha armazenada por um a dois meses. Isto se deve ao fato da farinha ser um produto de partículas finas, fazendo com que haja uma grande exposição ao oxigênio do ar das substâncias que necessitam sofrer oxidação. No Brasil, devido às condições de clima, o período seria de duas a cinco semanas (GERMANI; MAZZARI, 1990).

Pirozi (1995) armazenou trigo por três meses e identificou aumento significativo da dureza do grão, diminuição da sedimentação e redução do rendimento de moagem. Para farinha armazenada pelo mesmo tempo, houve aumento da elasticidade da farinografia e diminuição do teor de glúten; contudo, o teste de panificação não mostrou alterações com o armazenamento. As alterações na farinha armazenada foram maiores que na farinha produzida do trigo armazenado por três meses.

Com o aumento do tempo de armazenamento, foram observados diminuição da umidade, aumento do peso do hectolitro e diminuição do peso de mil grãos, possivelmente associados à diminuição da umidade. Foi observada, também, tendência de aumento da acidez do grão, enquanto que os teores de cinza e proteína permaneceram praticamente inalterados (PIROZZI et al., 1998).

Lukow et al. (1995) estudaram o efeito das condições ambientais de armazena-

mento na qualidade de panificação de trigo, encontrando que somente quatro, de 19 parâmetros de qualidade para panificação avaliados, alteraram-se durante o armazenamento adequado: rendimento de farinha (pequena diminuição); estabilidade da farinografia (aumento); sedimentação (diminuição); e número de queda (aumento), sendo este último constatado como ferramenta útil para monitorar a armazenagem de trigo por longo período. A capacidade do grão para germinar tem sido correlacionada com o volume do pão (MARTINS, 1997).

Cereais após armazenamento prolongado, especialmente quando moídos na forma de farinha ou quando infestados por insetos, apresentam aumento no conteúdo de ácidos graxos livres. Se infestados por insetos, produzem farinha e alimentos processados com fragmentos de insetos e secreções (HALL, 1970).

A infestação por insetos diminui o rendimento de moagem e apresenta efeitos adversos na qualidade panificativa. Além disso, favorece o crescimento de fungos, pelo aumento do conteúdo de umidade do grão, e diminui a qualidade de panificação. O glúten obtido de farinha infestada com insetos por quatro a cinco meses apresentou-se frágil, enquanto que o volume do pão produzido diminuiu à medida que aumentou a infestação. O pão apresentou sabor desagradável e amargo, sendo inaceitável para o consumo (SALUNKHE et al., 1985).

A qualidade panificativa diminui quando os micro-organismos se reproduzem, pois seu metabolismo altera os carboidratos, proteínas e lipídios, reduzindo a qualidade nutricional do produto. Pode ocorrer, também, deterioração por decomposição protéica por bactérias holofílicas e através da interação de metabólitos de esporos de fungos e hifas nos tecidos celulares.

Quando bactérias e fungos desenvolvem-se no produto, mudanças químicas ocorrem (HALL, 1970).

A incidência de fungos em grãos de trigo infestados poderá levar à produção de micotoxinas. O deoxinivalenol (DON) é estável aos processos de moagem e de panificação, mas pode ser reduzido na produção de massas cozidas por lixiviação na água de cocção, e em produtos alcalinos, como as tortilhas, devido à decomposição. A retenção de DON nas farinhas é de aproximadamente 50% do conteúdo do grão. A presença de DON no trigo a ser moído aumenta o teor de cinzas, escurecendo a cor da farinha produzida (DEXTER, 1997 citado por HUGO; GODIÑO, 2000), possivelmente como consequência de menor peso específico do grão. A micotoxina DON destrói os grânulos de amido, as proteínas de reserva e as paredes celulares. O glúten fica mais pegajoso e difícil de manipular. Também possui efeitos prejudiciais sobre o desempenho de panificação, com diminuição da absorção de água (DEXTER, 1997 citado por HUGO; GODIÑO, 2000).

Vários testes podem ser usados para determinar a condição comercial do grão e prever seu comportamento no armazenamento. Estes testes baseiam-se nos tipos de mudanças que ocorrem nos grãos armazenados, mudanças estas que incluem: observação visual; aumento da população de fungos; perda de peso; diminuição do poder germinativo ou viabilidade; aquecimento; produção de micotoxinas e várias mudanças bioquímicas, incluindo aquelas que resultam em formação de bolor; sabor azedo, ácido ou amargo; e acidez de lipídios. A determinação de ácidos graxos livres é um método simples e rápido que pode ser adaptado às estimativas de rotina e controle de qualidade. O aumento nos ácidos graxos livres está relacionado com a dete-

rioração de trigo e de farinha de trigo no armazenamento (POMERANZ, 1974).

Os principais requisitos para qualidade tecnológica dos grãos de trigo (KENT; EVERS, 1994) são: 1) aparência - grãos de coloração normal, com brilho, sem defeitos, livres de doenças causadas por fungos e bactérias, não germinados, sem odor de mofo e sem danos na secagem; 2) integridade (sadio) - grãos sem danos mecânicos, causados pela colhedora, por infestação de insetos ou por ataque de roedores, e que não foram danificados na secagem; 3) limpeza - grãos livres de resíduo, palha, pedra, pó, fragmentos vegetais, sementes de plantas daninhas ou de outras espécies, excrementos de roedores e fragmentos de insetos; e 4) adaptação ao armazenamento - o conteúdo de umidade não deve exceder 16% para moagem intermediária, ou 15% se o trigo ser armazenado em países de clima frio. Em países como o Brasil, com clima tropical, a umidade do grão não deve ultrapassar 13%.

O trigo sem capacidade de moagem, danificado moderadamente por insetos, germinado ou contendo ácido gálico pode ser usado para suínos. Subprodutos da moagem de trigo (farelo e farelinho) fornecem alimento palatável para animais (KENT; EVERS, 1994).

### **Legislação brasileira de trigo**

A regulamentação da comercialização de trigo no Brasil, envolvendo vários aspectos, dentre os quais a classificação comercial, teve, e ainda tem, grande influência no desenvolvimento do cultivo deste cereal no País. Dentro deste enfoque, é apresentada, a seguir, uma perspectiva histórica das principais leis e normas que afetaram a triticultura nacional, desde 1967 até agosto de 2010.

Na década de 60, a comercialização de trigo no Brasil era regulamentada pelo Decreto-Lei nº 210, de 27 de fevereiro de 1967 (BRASIL, 1967), que proibia a comercialização do trigo nacional ou importado pelo setor privado e regulamentava a comercialização, estatizada, criando o Departamento de Trigo, vinculado à Superintendência Nacional de Abastecimento, órgão responsável pela fiscalização da comercialização de trigo e farinhas em todo o território nacional.

Esse decreto foi substituído pela Lei nº 8.096, de 21 de novembro de 1990, da Presidência da República (BRASIL, 1990a), que tornava livre a comercialização e a industrialização de trigo de qualquer procedência, em todo o território nacional.

Esta lei foi o marco das grandes transformações ocorridas na triticultura brasileira. O trigo, que até 1990 possuía preço de venda único, pois sua aquisição era monopólio estatal, passou a ter o mesmo tratamento que as demais culturas, dentro da Política de Garantia de Preços Mínimos (PGPM), com a liberação do mercado de trigo.

Paralelamente a estes acontecimentos, foi instituída a Portaria nº 304, de 19 de dezembro de 1990 (BRASIL, 1990b), que estabeleceu as Normas de Identidade, Qualidade, Embalagem e Apresentação do Trigo destinado à comercialização interna. Por esse mecanismo, o trigo nacional era classificado como Tipo Único, quando apresentava nível máximo de umidade de 13%; teores de impurezas, matérias estranhas e de grãos germinados e verdes de, no máximo, 1%, e peso do hectolitro mínimo de 65 kg/hl.

Em substituição à Portaria nº 304, a Portaria nº 167, de 29 de julho de 1994, do Ministério da Agricultura, do Abastecimen-

to e da Reforma Agrária (BRASIL, 1994), introduziu uma modificação radical na classificação de trigo destinado à comercialização interna. Foram criados três tipos e quatro classes de trigo. Para caracterização física de lotes comerciais, foram estabelecidos limites de tolerância para enquadramento nos Tipos 1, 2 e 3, baseados no percentual máximo de umidade, de matérias estranhas e impurezas e de grãos danificados por calor, mofados, ardidos, chochos, quebrados, triguilho, por insetos e/ou outras pragas, germinados e esverdeados e pelo valor mínimo de peso do hectolitro. Para caracterização qualitativa de lotes comerciais, foram estabelecidas as classes Melhorador, Superior, Intermediário e Comum, baseadas nos valores de força de glúten (teste de alveografia) e de estabilidade (teste de farinografia) e no índice de queda (teste de Hagberg Falling Number ou de número de queda).

Como consequência da publicação da Portaria 167, houve necessidade de credenciar laboratórios para proceder análises de qualidade tecnológica de trigo. Para tanto, foi instituída a Portaria nº 14, de 6 de fevereiro de 1995, do Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, na qual foram estabelecidas as normas para credenciamento de Laboratórios Oficiais de Análise de Trigo e Laboratórios de Análise de Controle de Qualidade de Trigo (BRASIL, 1995).

Em 1996, com o advento de nova modalidade de comercialização de trigo, o PEP - Prêmio para o escoamento de Produto, a classificação passou a ser preponderante. O PEP representava o crédito arrematado em pregão público, para ser usado, posteriormente, pelo arrematante, na aquisição de estoques pelo preço mínimo garantido pelo Governo Federal (PGPM). Seu objeti-

vo, além de garantir preço de referência ao produtor e às cooperativas, era o de assegurar o abastecimento interno (AMBROSI et al., 2000). Este preço de referência era variável em função da classificação comercial de trigo, sendo mais elevado para o trigo Melhorador, e sucessivamente menor para os trigos Superior, Intermediário e Comum.

A Portaria nº 167 foi substituída pela Instrução Normativa nº 01, de 27 de janeiro de 1999, do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, denominada Norma de Identidade e Qualidade de Trigo. Nela, a classificação física era feita pelos Tipos 1, 2 e 3, baseados no valor mínimo de peso do hectolitro e no percentual máximo de umidade, matérias estranhas e grãos avariados (danificados por insetos, por calor, mofados e ardidados, chochos, triguilho e quebrados). A definição de classes de trigo era dada pelos valores de força de glúten (alveografia) e pelo número de queda, sendo os lotes de trigo classificados em Brando, Pão, Melhorador e para Outros Usos. Também foi estabelecida a classe Durum (BRASIL, 1999).

A partir de 2000, o Ministério da Agricultura e do Abastecimento, em conjunto com instâncias superiores do governo federal, atualizaram várias legislações correlatas à classificação de produtos de origem vegetal, dentre as quais, citam-se:

- a Lei nº 9.972, de 25 de maio de 2000, da Presidência da República, que tornou obrigatória a classificação de produtos vegetais, subprodutos e resíduos de valor econômico quando destinados diretamente à alimentação humana, nas operações de compra e venda do Poder Público e em portos, aeroportos e postos de fronteiras, no momento da importação (BRASIL, 2000b);

- o Decreto nº 3.664, de 17 de novembro de 2000, da Presidência da República, que regulamentou a Lei nº 9.972, de 25 de maio de 2000, dispondo sobre a classificação, a padronização, o cadastro geral de classificação e a fiscalização de produtos vegetais, subprodutos e resíduos de valor econômico (BRASIL, 2000a);
- a Instrução Normativa nº 5, de 16 de maio de 2001, do Ministério da Agricultura e do Abastecimento, denominada Regulamento Técnico para o registro no Cadastro Geral de Classificação do Ministério da Agricultura e do Abastecimento - (CGC/MAA), que definiu o procedimento administrativo para fins de controle e fiscalização, objetivando o registro, junto ao MAA, das pessoas físicas habilitadas e das jurídicas credenciadas a serem autorizadas a executar a classificação de produtos vegetais, seus subprodutos e resíduos de valor econômico (BRASIL, 2001a).

A partir de 1º de julho de 2012, a classificação de trigo será regulamentada pela Instrução Normativa nº38, de 30 de novembro de 2010, do Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento, denominada “Regulamento Técnico do Trigo” (BRASIL, 2010). Nesta legislação o trigo é classificado em Grupos, Classes e Tipos. Os Grupos são divididos em Grupo I - Trigo destinado diretamente à alimentação humana, e Grupo II - Trigo destinado à moagem e outras finalidades. As Classes previstas nesta norma são: Trigo Melhorador, Pão, Doméstico, Básico e Outros Usos, sendo a Classe estabelecida em função dos valores de força geral de glúten e/ou estabilidade e número de queda. Os Tipos (1, 2 e 3) são definidos em função do peso do hectolitro, e dos percentuais de matérias estranhas e impurezas, de grãos danificados por insetos, de grãos da-

nificados pelo calor, mofados e ardidos e, de grãos chochos, triguilho e quebrados.

### **Gestão da qualidade**

O manejo de contaminantes requer enfoque estruturado e sistemático, baseado na necessidade de estabelecer medidas de controle preventivas que assegurem a qualidade e a inocuidade dos produtos. A avaliação completa da ocorrência de contaminantes em determinado produto somente pode ser estabelecida após a realização de levantamentos em diferentes anos/safras de produção e nas diversas etapas da cadeia produtiva. Mesmo que não exista risco zero, é fundamental a soma de esforços para reduzir os perigos ao mínimo, adotando estratégias globais de segurança de alimentos centrada em normas alimentares e de higiene, baseadas nos conhecimentos científicos mais avançados.

A estratégia para domínio da segurança dos alimentos desenvolvida pela União Européia engloba quatro elementos fundamentais: normas de segurança dos gêneros alimentícios para o consumo humano e dos alimentos para animais; pareceres científicos acessíveis ao público; medidas destinadas a garantir a aplicação das normas e o controle dos processos; e reconhecimento de que os consumidores têm o direito de escolher os alimentos com base em informações completas sobre sua procedência e os respectivos ingredientes. Essas exigências são adotadas para os países membros e para os alimentos importados de outros países (Comissão Européia, 2005).

Dessa forma, a geração de informações sobre contaminantes, metodologias de monitoramento e de controle e a implantação de processos que reduzam as perdas resultantes de sua contaminação são fundamen-

tais para garantia da segurança do alimento disponibilizado para o mercado consumidor interno e externo.

A obtenção de resultados de análise de contaminantes, por meio de métodos rápidos e eficientes, torna possível a segregação de lotes conforme a exigência dos diferentes segmentos de mercado, de acordo com a qualidade tecnológica e a inocuidade. Como exemplo, lotes com teores não detectáveis de micotoxinas, comuns em safras com clima seco no período de floração e de colheita, poderão ser direcionados para mercados mais exigentes, como para a produção de alimentos para lactantes e bebês, e à fabricação de rações para frangos e suínos, que são mais sensíveis às micotoxinas. Também poderão ser adotadas estratégias de manejo diferenciadas na unidade armazenadora, como a maior intensidade de penneiragem dos lotes de trigo onde forem encontrados teores maiores de micotoxinas, considerando que, em geral, os grãos infectados por fungos, como os grãos giberelados, são mais leves que os sadios e podem ser descartados nessa etapa.

Os principais sistemas de gestão da qualidade na cadeia produtiva de trigo são: o manejo integrado de insetos-praga; as boas práticas/APPCC e a norma ISO 22000. A seguir, descrevem-se sumariamente estes sistemas.

### **Manejo integrado de pragas – MIP**

Uma das soluções para o problema de perdas ocasionadas por pragas em armazéns é a “Técnica do Manejo Integrado de Pragas na Unidade Armazenadora de Grãos”. Esse processo consiste em uma série de medidas que devem ser adotadas pelos armazenadores para evitar danos causados por pragas. Essa técnica compreende várias etapas, tais como:

- **Mudança de comportamento dos armazenadores.** É a fase inicial e mais importante de todo o processo, no qual todas as pessoas responsáveis que atuam na unidade armazenadora de grãos têm de estar envolvidas. É necessário que desde operadores das unidades, que lidam com o grão propriamente dito, até dirigentes das instituições armazenadoras desses grãos participem do processo. Nessa fase, o objetivo é conscientizar sobre a importância de pragas no armazenamento e danos diretos e indiretos que estas podem ocasionar.
- **Conhecimento da unidade armazenadora de grãos.** Esta deve ser conhecida em todos os detalhes, por operadores e administradores, desde a chegada do produto até a expedição, após o período de armazenamento. Essa inspeção deve identificar e prever pontos de entrada e abrigo de insetos-praga dentro do sistema de armazenagem. Nessa fase, também deve ser levantado o histórico do controle de pragas na unidade armazenadora nos anos anteriores, identificando problemas passados.
- **Medidas de limpeza e higienização da unidade armazenadora.** O uso adequado dessas medidas definirá o maior sucesso da meta preconizada. O uso de simples equipamentos de limpeza, como, por exemplo, vassouras, escovas e aspiradores de pó em moegas, túneis, passarelas, secadores, fitas transportadoras, eixos sem-fim, máquinas de limpeza, elevadores e em instalações da unidade armazenadora representa os maiores ganhos deste processo. A eliminação total de focos de infestação dentro da unidade, como resíduos de grãos, poeiras, sobras de classificação e sobras de grãos, permitirá o armazenamento sadio. Após essa limpeza, o tratamento periódico de toda a estrutura armazenadora, com inseticidas protetores de longa duração, é uma necessidade para evitar reinfestação de insetos nesses armazéns.
- **Correta identificação de insetos-praga.** Os insetos-praga que atacam os diferentes tipos de grãos devem ser identificados taxonomicamente, pois dessa identificação dependerão as medidas de controle a ser tomadas e a conseqüente potencialidade de destruição de grãos. As pragas de grãos armazenados podem ser divididas em dois grupos de maior importância econômica, que são besouros e traças. No primeiro grupo, as espécies que causam maior prejuízo são *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae*, *S. zeamais* e *Tribolium castaneum*, e, no segundo, *Sitotroga cerealella* é a traça de maior importância, como descrito anteriormente no item pragas e fragmentos.
- **Conhecimento da resistência de pragas a inseticidas químicos.** A resistência de pragas a produtos químicos é uma realidade comum no mundo todo e cada vez mais deve ser considerada, de forma consciente, por todos os envolvidos no processo, uma vez que pode inviabilizar o uso de alguns produtos químicos disponíveis no mercado e provocar perdas de elevados investimentos de capital para a consecução dessas ações.
- **Potencial de destruição de cada espécie-praga.** O verdadeiro dano e a conseqüente capacidade de destruição da massa de grãos por cada espécie-praga devem ser perfeitamente entendidos, pois determinam a viabilidade de comercialização desses grãos armazenados.
- **Proteção do grão com inseticidas.** Depois de limpos e secos, e se houver armazenamento por períodos longos, os grãos podem ser tratados preventivamente com

inseticidas protetores, de origem química ou natural. Esse tratamento visa garantir a eliminação de qualquer praga que venha a infestar o produto durante o período em que este estiver armazenado.

O tratamento com inseticidas protetores de grãos deve ser realizado no momento de abastecer o armazém e pode ser feito na forma de pulverização na correia transportadora ou em outros pontos de movimentação de grãos, com emprego de inseticidas químicos líquidos ou mediante polvilhamento com inseticida pó inerte natural, na formulação pó seco. Este último, um inseticida proveniente de algas diatomáceas fossilizadas, é extraído e moído em um pó seco de fina granulometria. Agindo no inseto por contato, causa morte por dessecação, não é tóxico e mantém inalteradas as características alimentares de grãos.

É importante que haja perfeita mistura do inseticida com a massa de grãos. Também pode-se usar pulverização ou polvilhamento para proteção de grãos armazenados em sacaria, na dose registrada e indicada pelo fabricante. No caso de inseticidas químicos, para proteção de grãos às pragas *S. oryzae* e *S. zeamais*, indica-se o uso de inseticidas organofosforados, uma vez que tais produtos são específicos para essas espécies-praga. Já para *R. dominica*, os inseticidas indicados são os do grupo dos piretroides.

- **Tratamento curativo.** Sempre que houver presença de pragas na massa de grãos, deve-se fazer expurgo, usando produto à base de fosfina. Esse processo deve ser realizado em armazéns, em silos de concreto, em câmaras de expurgo, em porões de navios ou em vagões, sempre com vedação total, observando-se o período mínimo de exposição de cinco dias para con-

trole de todas as fases do inseto-praga e a dose indicada do produto.

- **Monitoramento da massa de grãos.** Uma vez armazenados, os grãos devem ser monitorados durante todo o período em que permanecerem estocados. O acompanhamento da evolução de insetos-praga que ocorrem na massa de grãos armazenados é de fundamental importância, pois permite detectar o início da infestação que poderá alterar a qualidade. Esse monitoramento tem por base um eficiente sistema de amostragem de insetos-praga, independentemente do método empregado, e a medição de variáveis, como temperatura e umidade do grão, que influenciam na conservação do produto armazenado. Deve ser registrado o início da infestação, para orientar a tomada de decisão por parte do armazenador, a fim de garantir a qualidade do grão.
- **Gerenciamento da unidade armazenadora.** Todas essas medidas devem ser tomadas através de atitudes gerenciais durante a permanência dos grãos no armazém, e não somente durante o recebimento do produto, permitindo, dessa forma, que todos os procedimentos interajam no processo e garantindo melhor qualidade de grão para comercialização e consumo.

### Boas práticas / Análise de perigos e pontos críticos de controle - APPCC

As boas práticas abrangem um conjunto de medidas que deve ser adotado pelas indústrias de alimentos a fim de garantir a qualidade sanitária e a conformidade dos produtos alimentícios com os regulamentos técnicos. Os Procedimentos Operacionais Padrão - POP's - são utilizados pelas processadoras de alimentos para alcançar a meta global de manter as boas práticas

na produção de alimentos. Dentre os procedimentos operacionais, os mais relevantes para a indústria alimentícia são: de instalações; de controle de fornecedores; de equipamentos; de limpeza e higienização; de higiene pessoal; de controle de produtos químicos; de controle de insetos-praga; de rastreamento e recolhimento; e de destinação de resíduos (HACCP..., 2001).

Cada segmento da cadeia produtiva deve fornecer as condições necessárias para garantir a qualidade dos alimentos. Dessa forma, os procedimentos são estabelecidos nas diferentes etapas. Para grãos e derivados, as principais são: boas práticas agrícolas - BPA; boas práticas de transporte - BPT; boas práticas de armazenagem - BPAr; e boas práticas de fabricação - BPF. As boas práticas são pré-requisito para a implementação do sistema Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC).

O APPCC foi desenvolvido com o objetivo de garantir a produção de alimentos seguros, através da identificação e da prevenção dos perigos relacionados à inocuidade (HACCP..., 2001). É um sistema que permite identificar, avaliar e controlar perigos significativos para a inocuidade dos alimentos (CODEX, 2003).

O sistema APPCC começou a ser desenvolvido nas primeiras fases do programa espacial dos Estados Unidos da América, como sistema de controle da segurança microbiológica dos alimentos para os astronautas, desenvolvido pela companhia americana Pillsbury, com a NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) e os laboratórios secretos dos EUA, em Natick. A análise de perigos é um procedimento lógico e racional para monitorar os perigos e avaliar os riscos associados com a produção, a elaboração, a distribuição e o consumo de alimentos (BERNARDI, 2007).

O Sistema APPCC baseia-se na aplicação de sete princípios aceitos internacionalmente, publicados em detalhe pela Comissão do Codex (2003): 1) análise de perigos e medidas preventivas; 2) identificação de pontos críticos de controle (PCC); 3) estabelecimento de limites críticos; 4) estabelecimento de procedimentos de monitoramento; 5) estabelecimento de medidas corretivas; 6) estabelecimento de procedimentos de verificação; e 7) estabelecimento de procedimentos de registro (CODEX, 2003). Esse sistema é científico, sistemático e garante não só a inocuidade do alimento, mas também a redução de custos operacionais, diminuindo a necessidade de coleta de amostras, destruição ou reprocessamento do produto final (HACCP..., 2001).

No Brasil, a legislação sanitária federal regulamenta as boas práticas e o sistema APPCC por meio de portarias que determinam sua adoção pelas indústrias atuantes na produção primária, processamento, embalagem, armazenamento e distribuição de alimentos. De acordo com Anvisa (2009), para grãos e derivados, as normativas são: Portaria MS n.º 1.428, de 26 de novembro de 1993, e Portaria Mapa n.º 046, de 10 de fevereiro de 1998, que dispõem sobre as diretrizes gerais para o estabelecimento de boas práticas de produção e prestação de serviços na área de alimentos, estabelecendo a obrigatoriedade da implantação do APPCC nas indústrias de alimentos a partir de 1994; a Portaria SVS/MS n.º 326, de 30 de julho de 1997, e a Resolução - RDC n.º 275, de 21 de outubro de 2002, desenvolvidas com o propósito de atualizar a legislação geral, introduzindo o controle contínuo das BPF e os POPs, além de promover a harmonização das ações de inspeção sanitária por meio de instrumento genérico de verificação das BPF. A NBR 14900:2002

- Sistema de Gestão da Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle - Segurança de Alimentos, estabelece os procedimentos para a certificação de boas práticas e do sistema APPCC.

Em 2002, o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), por meio de parcerias abrangentes, que envolveram instituições com focos de atuação desde o campo até o consumo final do alimento, desenvolveu o PAS – Programa de Alimentos Seguros, baseado no Sistema APPCC, de ampla abrangência, com atuação em diversos segmentos: da produção primária agrícola ao consumidor final. As ações do PAS contribuíram para aumentar a segurança e a qualidade dos alimentos produzidos pelas empresas brasileiras, ampliando a sua competitividade, e para reduzir as doenças causadas aos consumidores pela contaminação na ingestão e manipulação dos alimentos. O PAS é estruturado como um programa do campo à mesa, sendo composto de seis projetos: PAS-Campo, PAS-Indústria, PAS-Distribuição, PAS-Transporte, PAS-Mesa e PAS-Ações Especiais (SENAI, 2008). De acordo com SENAI, no programa PAS até 2006, foi iniciada a implantação das boas práticas em 1.305 indústrias alimentícias e foi concluída em 305 empresas. Já a implementação do sistema APPCC foi iniciada em 576 indústrias do setor alimentício e concluída em 233 (SENAI, 2008).

### **ISO 22000 – Sistema de gestão da segurança de alimentos**

A necessidade de produzir alimentos seguros tem direcionado as empresas do segmento alimentício a adotarem o sistema APPCC em seus processos, difundindo em diversos países a *International Organization for Standardization* -ISO 22000:2005 publica-

da em Genebra, Suíça, em 01/09/2005, com objetivo de normalizar e harmonizar internacionalmente a questão da segurança de alimentos.

A ISO 22000:2005 - Sistema de Gestão da Segurança de Alimentos é um novo padrão internacional projetado para assegurar a segurança de alimentos nas cadeias produtivas, em escala global. A norma ISO 22000 especifica requisitos para o sistema de gestão da segurança de alimentos, no qual a cadeia produtiva precisa demonstrar sua habilidade em controlar os perigos, com o objetivo de garantir que o alimento está seguro no momento do consumo (FROST, 2005).

A ISO 22000:2005, por meio de requisitos auditáveis, combina o plano APPCC com programas de pré-requisitos (boas práticas), que são procedimentos ou instruções específicas para cada cadeia produtiva, que objetivam manter o ambiente higiênico, adequado para a produção, manuseio e provisão de produtos finais seguros. A ISO 22000:2005 é alinhada com os requerimentos da ISO 9001:2000 – Sistemas de Gestão da Qualidade; essa compatibilidade facilita a junção ou execução integrada das normas. Dentre os requisitos da norma, destaca-se a obrigatoriedade de identificação e avaliação de todos os perigos potenciais, considerando toda a cadeia produtiva, incluindo aqueles que podem estar associados ao tipo de processo e instalações utilizadas (FAERGEMAND; JESPERSEN, 2005).

No Brasil, a ISO 22000:2005 foi traduzida pela ABNT e regulamentada através da norma NBR ISO 22000:2006. No ano de 2007, o primeiro moinho de trigo brasileiro e primeiro da América Latina obteve a recomendação para a certificação do seu sistema de gestão de segurança de alimentos de acordo com a norma NBR ISO 22000:2006.

Outros moinhos de trigo brasileiros estão em processo de implementação e de obtenção de certificação ISO 22000.

### Segregação de trigo

Em um mercado globalizado e altamente competitivo, estratégias para a diferenciação de produtos têm sido cada vez mais priorizadas, visando a agregar valor, a reduzir as perdas ao longo da cadeia produtiva e a manter ou ampliar a participação no mercado. O setor de grãos, tradicionalmente caracterizado por *commodities*, está sendo orientado para a diferenciação de produtos e para a segmentação de mercado, com o objetivo de garantir acesso ao mercado, aumentar sua competitividade e atender melhor as especificações do produto final e do cliente. Como exemplos, podem ser citados milho com alto teor de óleo, soja não transgênica e cereais com maior teor de proteína. A segregação de acordo com qualidade tecnológica consiste em diferenciar os produtos, atendendo a necessidades específicas de mercado.

Na Austrália, a produção de trigo é voltada, majoritariamente, para exportação. O tipo de trigo a ser semeado em cada região e as condições de armazenagem são definidas pela *Australian Wheat Board* (AWB). A segregação do produto ocorre desde a lavoura, transporte e armazenamento, de acordo com a necessidade dos clientes, chegando aos terminais de exportação separado conforme as características contratadas com o comprador (MIRANDA et al., 2005). Israel desenvolveu o sistema de informação Agrosafe, disponível na Internet, para monitorar e documentar o manejo realizado na agricultura. Trata-se de um inovativo sistema Web, projetado para fornecer fluxo multidirecional de informações

compartilhadas entre produtores, armazenadores, comercializadores e consumidores (SARIG et al., 2006).

A amplitude de usos finais do trigo, as diferentes especificações em função deste uso e a variação de matéria-prima em decorrência das cultivares, da região produtora e de fatores edafoclimáticos, precede o estabelecimento de processos de preservação de identidade do produto. Podem ser segregados lotes de acordo com a classe comercial, o peso hectolítrico, o número de queda, entre outros parâmetros que definem a aptidão tecnológica e a qualidade. A segregação possibilita agregar valor ao trigo nacional, favorecendo a minimização das perdas devido ao melhor planejamento da produção, desde a escolha da cultivar até a definição de lotes no armazenamento e na comercialização.

Para possibilitar a regionalização da produção, a exemplo de outros países produtores, e facilitar a segregação dos lotes de trigo, a seleção das cultivares a serem semeadas em determinada região produtora deverá ser planejada antecipadamente. Cada empresa ou cooperativa deverá selecionar as cultivares que são melhor adaptadas na região produtora e aquelas com maior potencial de demanda. Dessa forma, através de cultivares de trigo com a mesma aptidão tecnológica, é possível obter maior similaridade, possibilitando a formação de lotes homogêneos mesmo nos silos para grandes volumes, que representam a maior parte das unidades armazenadoras disponíveis no Brasil.

Existem iniciativas que fomentam parcerias entre agentes do complexo agroindustrial visando à maior segurança na comercialização para os produtores e à disponibilidade de produtos de acordo com as

especificações requeridas pelos moinhos e indústrias. Como exemplo, no projeto produção integrada de trigo coordenado pela Embrapa Trigo em parceria com outras instituições, que está sendo implementado diretamente em cooperativas, foram segregados lotes de trigo de acordo com as seguintes características de interesse: uma cultivar da classe Trigo Pão, com coloração de farinha amarela, que foi destinada para fabricação de massas alimentícias; e outra cultivar de Trigo Pão com farinha “branqueadora”, que foi utilizada na indústria de panificação. Os resultados obtidos permitiram destacar os principais benefícios do projeto, que foram a liquidez na comercialização e o incremento no valor agregado, resultando em prêmio pelos lotes de trigo segregados. Na industrialização, a segregação de Trigo Pão com farinha amarela possibilitou a fabricação de massas alimentícias com a coloração natural, dispensando o uso de corante, melhorando a aparência do produto após o cozimento. Além disso, os lotes de

trigo homogêneo proporcionaram melhor rendimento na moagem e melhoria na qualidade reológica da farinha, dispensando misturas para obter as características demandadas pela indústria.

### Certificação

Os sistemas de certificação destinam-se a assegurar a conformidade do processo produtivo, em relação às normas técnicas estabelecidas. A expressão dessa qualidade pode ser através de selo ou de certificado de conformidade, que propiciam a identificação de origem do produto, além da indicação dos organismos de acreditação e de certificação que atestam a responsabilidade e a confiabilidade do sistema (Figura 10). A auditoria corresponde a um exame sistemático e independente para determinar se o manejo adotado e seus resultados estão de acordo com as disposições planejadas, se essas foram implementadas com eficácia e se estão adequadas à consecução dos objetivos (ANDRIGUETO; KOSOSKI, 2002).



**Figura 10.** A) Selo de produção integrada. B) certificado de conformidade IN n.º 29 certificação unidades armazenadoras.

A auditoria pode ser interna, realizada pela equipe de controle de qualidade da própria empresa; de segunda parte, realizada pelo cliente, comprador do produto ou serviço; e de terceira parte, onde a auditoria é competência de organismos independentes, que não apresentam vínculo direto com o setor produtivo. No Brasil, as empresas certificadoras de terceira parte devem estar acreditadas no Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) e atender aos critérios conforme os requisitos de cada iniciativa de normalização. Também devem constituir instituições estruturadas em conformidade com as bases metodológicas e técnicas de sistemas de certificação e reunir os atributos de reconhecimento e confiança de abrangência internacional.

Os protocolos de certificação de produto disponíveis para grãos são: sistema APPCC, que objetiva indicar a existência de níveis adequados de confiança de que o sistema de gestão da organização está em conformidade com os requisitos do Sistema de Gestão APPCC, estabelecidos na NBR 14900:2002 (INMETRO, 2004); e a ISO 22000 passível de certificação através de auditoria interna, de segunda parte e de terceira parte. Os procedimentos para a certificação são regulamentados através de normas do Fórum de Acreditação Internacional (IAF) e, no Brasil, pelo INMETRO.

A certificação de unidades armazenadoras foi regulamentada, no Brasil, através da Instrução Normativa n.º 12, de 08 de maio de 2009, do Mapa (REQUISITOS..., 2009). A Instrução tem, como objetivo, aprovar os requisitos técnicos obrigatórios ou recomendados para certificação de unidades armazenadoras em ambiente natural e aprovar o regulamento de avaliação de conformidade das unidades ar-

mazenadoras. O atendimento dos requisitos da IN n.º 12 é obrigatório para toda unidade armazenadora pertencente à pessoa jurídica de direito público ou privado, na qualidade de proprietário, locatário, arrendatário ou cessionário a qualquer título, que esteja prestando serviços de guarda e conservação de produtos agrícolas para terceiros ou armazenando produto de sua propriedade (REQUISITOS..., 2009). Os requisitos técnicos para certificação de unidades armazenadoras são classificados como obrigatórios e recomendados, sendo os obrigatórios subdivididos em: 1) requisito obrigatório no momento da vistoria da unidade armazenadora pela entidade certificadora; 2) requisito obrigatório para todas as unidades armazenadoras cujo início das obras se dará após a homologação pelo Mapa do Sistema Nacional de Certificação de Unidades Armazenadoras; 3) requisito obrigatório que deverá ser cumprido no prazo de até três anos após a homologação; 4) requisito obrigatório que deverá ser cumprido no prazo de até cinco anos após a homologação. Os requisitos regulamentados por essa Instrução Normativa incluem: cadastramento, localização, infraestrutura, sistema de pesagem, de amostragem, de secagem, de limpeza de armazenagem, determinação de qualidade, dentre outros. Dessa forma, o estabelecimento de regras para construção, instalação e funcionamento de estruturas de armazenamento contribui para a prevenção de contaminantes, o incremento da qualidade e a minimização das perdas na pós-colheita de grãos (REQUISITOS..., 2009).

Dentre os benefícios resultantes da certificação, citam-se: a organização, simplificação e clareza de procedimentos e tecnologias disponíveis para a produção; a definição de métodos de controle, calibra-

ção e segurança de equipamentos; a disciplina na produção, organização e agilidade na recuperação de registros de acompanhamento; o controle de produtos, serviços e processos; a racionalização do tempo gasto nas atividades; a melhoria da qualidade; a diminuição de entraves associados a barreiras comerciais; a proteção do meio ambiente; e a segurança e confiabilidade no produto (FACHINELLO et al., 2004), permitindo atender às atuais demandas de mercado.

### Considerações finais

A gestão da qualidade do trigo na pós-colheita, que inclui a prevenção e o controle de contaminantes na cadeia produtiva depende da integração entre os conhecimentos técnico-científicos e o manejo efetivo dos perigos e pontos críticos de controle da produção até a comercialização do mesmo, visando a minimizar perdas e a garantir a inocuidade e a qualidade dos alimentos. A rastreabilidade é um requisito fundamental para os sistemas de gestão da qualidade, como o APPCC e normas ISO. Esses programas permitem a diferenciação do produto perante o mercado, facilitando sua comercialização e conquistando a fidelidade do consumidor pela garantia da segurança dos alimentos. A rastreabilidade funciona como um complemento na gestão da qualidade e, quando aplicada isoladamente, não traduz segurança ao produto e ao processo.

A segregação de cultivares de trigo, de acordo com a qualidade tecnológica para uso final, também é fundamental para profissionalizar a comercialização de trigo. Essa segregação proporciona melhoria na qualidade dos produtos finais, além de colaborar para o incremento da competitividade e para a redução da dependência, frente ao trigo importado, que representa atualmente, mais da metade do consumo interno.

Com a internacionalização do varejo, há de se prever que, já no curto prazo, a relação comercial dará preferência aos produtos com preço mais acessível, porém com qualidade assegurada. Entende-se como qualidade aquele produto com aparência adequada, prático para o consumo, com propriedades nutricionais e funcionais, procedência definida, obtido em sistema sustentável que assegure a qualidade, a rastreabilidade e a certificação. Portanto, o diferencial de qualidade do produto agroalimentar ofertado deve ser assegurado através de sistemas estruturados e formalizados, que propiciem os procedimentos de avaliação da conformidade, identificação da origem e a rastreabilidade de processos produtivos adotados. Somam-se a estas considerações, a necessidade de investimentos público-privados na modernização das unidades armazenadoras e de seus equipamentos, no monitoramento sistemático da qualidade, na logística de transporte e na capacitação de colaboradores, visando a ampliar as opções de mercado e a incrementar a competitividade brasileira.

## Referências

- ALMEIDA, A. A.; POY, L. D. A. Reprodução de *Rhizopertha dominica* (F., 1792) (Coleoptera, Bostrychidae) em grãos inteiros e partidos, de cultivares de trigo, de textura vítrea e suave. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v. 38, p. 599-604, 1994.
- AMBROSI, I.; GUARIENTI, E. M.; FERREIRA FILHO, A.; JACOBSEN, L. A. **Aspectos econômicos da cadeia produtiva de trigo no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 108 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 15).
- ANDRIGUETO, J. R.; KOSOSKI, A. R. **Marco legal da produção integrada de frutas do Brasil**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo, 2002. 60 p.
- ANVISA. **Agrotóxicos e toxicologia**: monografias de produtos agrotóxicos. 2008. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/toxicologia/monografias/index.htm>>. Acesso em: 21 abr. 2009.
- ANVISA. **Alimentos**: boas práticas: legislação de boas práticas de fabricação. 2009. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/bpf.htm>>. Acesso em: 07 mar. 2010.
- ANVISA. Regulamento técnico sobre limites máximos tolerados (LMT) para micotoxinas em alimentos. Resolução RDC nº 7, de 18 de fevereiro de 2011. Brasília: ANVISA, 2011.
- ANVISA. Resolução nº 274, de 15 de outubro de 2002. Aprova o regulamento técnico sobre limites máximos de aflatoxinas admissíveis no leite, no amendoim, no milho. Disponível em: <[http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2002/274\\_02rdc.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/2002/274_02rdc.htm)>. Acesso em: 16 jun. 2009.
- BALLOCH, U. K. Wheat: post-harvest operations. In: MEJIA, D.; LEWIS, B.; BOTHE, C. (Ed.). **Compendium on post-harvest operations**. [Rome]: AGSI/FAO - Post-harvest Management Group, 1999. chap. 6. Disponível em: <<http://www.fao.org/inpho/content/compend/text/ch06-01.htm>>. Acesso em: 12 ago. 2009.
- BELÉM, P. A. D. **Introdução ao estudo das micotoxinas de interesse em medicina veterinária**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1994. 18 p.
- BERNARDI, C. M. G. **Gestão da sanidade e qualidade tecnológica do trigo em pré e pós-colheita**: um estudo de caso em sistema integrado de produção e armazenagem. 2007. 148 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- BIRCH, L. C.; SNOWBALL, J. G. The development of eggs of *Rhizopertha dominica* (Fab. Coleoptera) at constant temperature. **Australian Journal of Experimental Biology and Medical Science**, Adelaide, v. 23, p. 37-40, 1945.
- BIRCK, N. M. M. **Contaminação fúngica, micotoxinas e sua relação com a infestação de insetos em trigo armazenado**. 2005. 146 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- BOOTH, R. G.; COX, M. L.; MADGE, R. B. **IIE Guides to insects of importance to man 3. COLEOPTERA**. London: C.A.B. International, 1990. 384 p.
- BRASIL. Decreto nº 3.664, de 17 de novembro de 2000. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 222-E, 20 nov. 2000a. Seção 1, p. 1-4.
- BRASIL. Decreto-lei nº 210, de 27 de fevereiro de 1967. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/126146/decreto-lei-210-67>>. Acesso em: 07 mar. 2010.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 1, de 27 de janeiro de 1999. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 20, 29 jan. 1999. Seção 1, p. 132-134.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 5, de 16 de maio de 2001. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 mai. 2001a. Seção 1 p. 21.
- BRASIL. Lei nº 8.096, de 21 de novembro de 1990a (Lei Ordinária). Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/108835/lei-8096-90>>. Acesso em: 16 nov. 2011.
- BRASIL. Lei nº 9.972, de 25 de maio de 2000. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 101, 26 maio 2000b. Seção 1, p. 1-2.
- BRASIL. Portaria nº 14, de 06 de fevereiro de 1995. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 fev. 1995. Seção 1.
- BRASIL. Portaria nº 167, de 29 de julho de 1994. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 13 fev. 1994. Seção 1, p. 1877-1878.
- BRASIL. Portaria nº 304, de 19 de dezembro de 1990. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 dez. 1990b. Seção 1.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 7, de 15 de agosto de 2001. Norma de identidade e qualidade do trigo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 21 ago. 2001b. Seção 1, n. 160E, p. 33-35.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 29, de 08 de junho de 2011. Requisitos técnicos obrigatórios ou recomendados para certificação de unidades armazenadoras em ambiente natural

e o regulamento de avaliação da conformidade das unidades armazenadoras. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 9 jun. 2011. Seção 1, p. 29.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010. Regulamento técnico do trigo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 29, 1 dez. 2010. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução - RDC nº 175, de 8 de julho de 2003. Regulamento técnico de avaliação de matérias macroscópicas e microscópicas prejudiciais à saúde humana em alimentos embalados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jul. 2003. Seção 1, p. 72.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Maximum residue limits for veterinary drugs in foods:** updated as at the 32nd Session of the Codex Alimentarius Commission (July 2009). CAC/MRL 02-2009. 36 p. Disponível em: <[http://www.codexalimentarius.net/download/standards/45/MRL2\\_e.pdf](http://www.codexalimentarius.net/download/standards/45/MRL2_e.pdf)>. Acesso em: 21 abr. 2009.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. **Recommended international code of practice general principles of food hygiene:** CAC/RCP 1-1969, Rev. 4-2003. 31 p. Disponível em: <[http://www.codexalimentarius.net/download/standards/23/cxp\\_001e.pdf](http://www.codexalimentarius.net/download/standards/23/cxp_001e.pdf)>. Acesso em: 16 abr. 2009.

COMISSÃO EUROPEIA. **Do campo à mesa:** uma alimentação segura para os consumidores europeus. Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, 2005. 28 p. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/publications/booklets/move/46/pt.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2009.

DILKIN, P.; HASSEGAWA, R.; REIS, T. A.; MALLMANN, C. A.; CORRÊA, B. Intoxicação experimental de suínos por fumonisinas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 175-181, 2004.

DINGRA, O. D.; COELHO NETTO, R. A. Micotoxinas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v. 6, p. 49-101, 1998.

EU pesticides database. 2008. Disponível em: <[http://ec.europa.eu/sanco\\_pesticides/public/index.cfm?event=substance.selection](http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm?event=substance.selection)>. Acesso em: 21 abr. 2009.

EUROPEAN UNION. COMMISSION REGULATION (EC) nº 856/2005 of 6 June 2005. Amending Regulation (EC) no 466/2001 as regards *Fusarium* toxins. **Official Journal of the European Union**, L143, p. 3-8 (7.6.2005). Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:143:0003:008:EN:PDF>> Acesso em: 10 maio 2009.

FACHINELLO, J. C.; RUFATO, L.; DE ROSSI, A.; FACHINELLO, A. F.; TIBOLA, C. S. Rastreabilidade para frutas in natura e processadas no Brasil.

In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE A RASTREABILIDADE DE ALIMENTOS, 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2004. p. 141-145.

FAERGEMAND, J.; JESPERSEN, D. Key elements and benefits of ISO 22000. **ISO Management Systems**, p. 18-19, Nov./Dec. 2005. Disponível em: <[www.iso.org/iso/iso-22000\\_food\\_safety.pdf](http://www.iso.org/iso/iso-22000_food_safety.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2007.

FLOUR storage guide. Disponível em: <<http://www.recipetips.com/kitchen-tips/t-1039/flour-storage-guide.asp>>. Acesso em: 12 ago. 2008.

FROST, R. ISO 22000 is first in family of food safety management system standards. **ISO Management Systems**, p. 16-17, Nov./Dec. 2005. Disponível em: <[www.iso.org/iso/iso-22000\\_food\\_safety.pdf](http://www.iso.org/iso/iso-22000_food_safety.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2007.

GERMANI, R.; MAZZARI, M. **Efeitos do tempo de estocagem do trigo em grão e da farinha de trigo na qualidade tecnológica da farinha.** Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1990. 3 p.

GRAIN storage guide. Disponível em: <<http://www.recipetips.com/kitchen-tips/t-1009/grain-storage-guide.asp>>. Acesso em: 12 ago. 2008.

GRAS, P. W.; O' RIORDAN, B. Why wheat quality changes in storage. In: AUSTRALIAN POSTHARVEST TECHNICAL CONFERENCE, 1998, Canberra. **Proceedings...** [Sydney]: CIMMYT - Storage Grain Research Laboratory, 1998. p. 259-262. Disponível em: <<http://www.pdfqueen.com/html/aHR0cDovL3NncmwwY3Npcm8uYXUvYXB0YzE5OTgvNTZfZ3Jhc19vcmluZGFuLnBkZg==>>. Acesso em: 11 set. 2009.

GUARIENTI, E. M. **Trigo com qualidade.** Porto Alegre: EMATER; Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994. 11 p.

HALL, D. W. **Handling and storage of grains in tropical and subtropical areas.** Rome: FAO, 1970. 350 p. (FAO. Agricultural development paper, 90).

HACCP: instrumento essencial para a inocuidade de alimentos. Buenos Aires: ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. Instituto Panamericano de Protecção de Alimentos y Zoonosis, 2001. 333 p.

HAZEL, C.; SCUDAMORE, K. **Fate of Fusarium micotoxins in cereal food chain.** 2007. Disponível em: <[http://www.micotossine.it/public/pag\\_139.pdf](http://www.micotossine.it/public/pag_139.pdf)>. Acesso em: 25 abr. 2009.

HUGO, W.; GODIÑO, M. **Tecnologia de almazenamiento de granos de trigo.** Montevideo: INIA, 2000. 132 p.

INMETRO. Norma n.º NIT-DICOR-066, de dezembro de 2004. Estabelece os critérios que um organismo de certificação de sistema de gestão da análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC) conforme a norma NBR 14900, deve atender para obter e manter a acreditação pela Cgere/Inmetro.

Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/kits/NitDicor066r01.doc>>. Acesso em: 16 jun. 2008.

JONES, J.; KOSINA, P. What determines wheat quality? Mexico: IIRI & CIMMYT, 2007. Disponível em: <<http://www.knowledgebank.irri.org/ckb/index.php/post-harvest/what-determines-wheat-quality>>. Acesso em: 24 abr. 2008.

KENT, N. L.; EVERS, A. D. **Technology of cereals: an introduction for students of food science and agriculture**. 4. ed. Oxford: Pergamon, 1994. 334 p.

KOLBERG, D. I. S. **Desenvolvimento e validação de método multirresíduo empregando GC-MS (NCI-SIM) para determinação de pesticidas em grãos de trigo e seus produtos processados**. 2008. 128 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

LAZZARI, F. A. Contaminação fúngica de sementes, grãos e rações. In: SIMPÓSIO DE PROTEÇÃO DE GRÃOS ARMAZENADOS, 1993, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1993a. p. 59-69.

LAZZARI, F. A. A redução da qualidade pela atividade fúngica. In: SIMPÓSIO DE PROTEÇÃO DE GRÃOS ARMAZENADOS, 1993, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1993b. p. 70-78.

LIMA, M. I. P. M. Estádios de suscetibilidade de espigas de trigo à giberela. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, p. 296, 2003. Suplemento.

LORINI, I. **Manual técnico para o manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 80 p.

LORINI, I.; SCHNEIDER, S. **Pragas de grãos armazenados: resultados de pesquisa**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994. 47 p.

LUKOW, O. M.; WHITE, N. D. G.; SINHA, R. N. Influence of ambient storage conditions on the breadmaking quality of two hard red spring wheats. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 31, n. 4, p. 279-289, 1995.

MALLMANN, C. A.; DILKIN, M.; MÜRMAN, L.; DILKIN, P.; ALMEIDA, C. A. A. Avaliação da contaminação por deoxinivalenol em trigo utilizado na alimentação humana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FÁRMACIA, 1., 2003, São Paulo. Disponível em: <<http://www.lamic.ufsm.br/papers/2a.pdf>>. Acesso em: 3 jun. 2008.

MALLMANN, C. A.; DILKIN, P.; RAUBER, R. H.; PEREIRA, C. E.; DAL'BERTO, M. R.; MALLMANN, A. O. Desempenho produtivo de frangos de corte intoxicados com diferentes concentração de aflatoxinas na dieta. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE AVICULTURA, 20., 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: União Brasileira de Avicultura, 2007. p. 267-268.

**MANUAL sobre la aplicación del sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de**

**control (APPCC) en la prevención y control de las micotoxinas**. Rome: FAO, 2003. 130 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/005/Y1390S/Y1390S00.HTM>>. Acesso em: 22 mar. 2007.

MARTINS, R. R. **Secagem intermitente com fluxo cruzado e altas temperaturas e sua influência na qualidade do trigo duro (*Triticum durum* L.)**. 1997. 128 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MIRANDA, M. Z. de; DE MORI, C.; LORINI, I. **Qualidade do trigo brasileiro - safra 2004**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 92 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 52).

MIRANDA, M. Z. de; LIMA, M. I. P. M.; BERTOLIN, T. E.; MALLMANN, C. A.; LIMA, M. de; VILASBÓAS, F. S.; BENEDETTI, S.; LINHARES, A. G.; SCHEEREN, P. L.; IGNACZAC, J. C.; DE MORI, C.; BECKEL, H. Sanitary and technological quality analysis of five brazilian wheat cultivars, in the 2005 cropping season. In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED PRODUCT PROTECTION, 9., 2006, Campinas. **Proceedings...** Campinas: ABRAPÓS, 2006. p. 172-181.

MOUND, L. **Common insect pests of stored food products**. London: British Museum of Natural History, 1989. 68 p.

PIROZI, M. R. **Avaliação da qualidade tecnológica de variedades de trigo (*Triticum aestivum*) durante o armazenamento**. 1995. 149 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

POICHOTTE, J. L. Wheat storage. In: WHEAT: document. Switzerland: CIBA-GEIGY, 1980. 95 p.

POMERANZ, Y. Biochemical, functional, and nutritive changes during storage. In: CHRISTENSEN, C. M. (Ed.). **Storage of cereal grains and their products**. 2. ed. Saint Paul: AACC, 1974. p. 56-114.

POTTER, C. The biology and distribution of *Rhizopertha dominica* (Fab.). **Transactions of the Royal Entomological Society of London**, London, v. 83, n. 4, p. 449-482, 1935.

POY, L. de A. **Ciclo de vida de *Rhizopertha dominica* (Fabricius, 1972) (Col., Bostrychidae) em farinhas e grãos de diferentes cultivares de trigo**. 1991. 135 p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

REGITANO-D'ARCE, M. A. B. Qualidade do grão - perdas pós-colheita. In: GOMES, R. A. R.; CASTRO, M. F. P. M.; VALENTINI, S. R. T.; BOLONHEZI, S. (Coord.). **Atualização em tecnologia pós-colheita de grãos**. Campinas: ITAL, 1994. p. 4-19.

REQUISITOS técnicos obrigatórios ou recomendados para certificação de unidades armazenadoras em ambiente rural. 2009. Disponível em: <<http://>

extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=15392>. Acesso em: 21 ago. 2009.

SALUNKHE, D. K.; CHAVAN, J. K.; KADAM, S. S. **Postharvest biotechnology of cereals**. Flórida: CRC Press, 1985. 208 p.

SARIG, Y.; BAERDEMAKER, J. de; MARCHAL, P.; AUERNHAMMER, H.; BODRIA, L.; NÄÄS, I. de A.; CENTRANGOLO, H. The role of engineering in the process of traceability of food products. **Stewart Postharvest Review**, London, v. 2, n. 2, p. 1-7, 2006.

SCHOLTEN, O. E. HACCP principles as a tool in the prevention of *Fusarium* mycotoxins in the cereal chain. In: SCHOLTEN, O. E.; RUCKENBAUER, P.; VISCONTI, A.; OSENBRUGGEN, W. A. Van; DEN NIJS, A. P. M. **Food safety of cereals: a chain-wide approach to reduce Fusarium mycotoxins**. Wageningen: UR Digital Library, 2002. p. 54-58. Disponível em: <[http://www.plant.wageningen-ur.nl/projects/fusarium/Items/Worddoc\\_item%2010/Verslag%20voor%20Internet.pdf](http://www.plant.wageningen-ur.nl/projects/fusarium/Items/Worddoc_item%2010/Verslag%20voor%20Internet.pdf)>. Acesso em: 16 jun. 2009.

SCUSSEL, V. M. Fungos e micotoxinas associados a grãos armazenados. In: LORINI, I.; MIKE, L. H.; SCUSSEL, V. (Ed.). **Armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Bio Geneziz, 2002. seção 9, p. 674.

SENAI. **Programa alimentos seguros**. 2008. Disponível em: <<http://www.alimentos.senai.br>>.

Acesso em: 16 jun. 2009.

SGARBIERO, E. **Resíduos de Pirimifós-metil em grãos de trigo, milho e milho pipoca, em alguns de seus produtos processados e ação residual desses inseticidas sobre Sitophilus spp. (Coleoptera, Curculionidae)**. 2001. 54 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

SISALERT. Monitoramento de epidemias através do GoogleMaps. Disponível em: <<http://sisalert.com.br/sisalert2008T/page.principal.action>>. Acesso em: 14 abr. 2008.

THE NATURAL history of wheat. **Food & Culture Encyclopedia**. Disponível em: <<http://www.answers.com/topic/the-natural-history-of-wheat>>. Acesso em: 12 ago. 2008.

TIBOLA, C. S.; FERNANDES, J. M. C.; LORINI, I.; SCHEEREN, P. L. **Produção integrada de trigo - qualidade e segregação**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 10 p. html. (Embrapa Trigo. Circular técnica online, 24). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/ci/p\\_ci24.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/ci/p_ci24.htm)>. Acesso em: 15 abr. 2009.

UYGUN, U.; KOKSEL, H., ATLI, A. Residue levels of malathion and its metabolites and fenitrothion in post-harvest treated wheat during storage, milling and baking. **Food Chemistry**, London, v. 92, n. 4, p. 643-647, 2005.