

EVANDRO MARCOS KOLLING

**ANÁLISE TÉCNICA DE UNIDADE BENEFICIADORA E
ARMAZENADORA DE PRODUTOS AGRÍCOLAS**

**MARINGÁ
PARANÁ – BRASIL
JANEIRO – 2007**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

EVANDRO MARCOS KOLLING

**ANÁLISE TÉCNICA DE UNIDADE BENEFICIADORA E
ARMAZENADORA DE PRODUTOS AGRÍCOLAS**

Tese apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutor.

**MARINGÁ
PARANÁ – BRASIL
JANEIRO – 2007**

DEDICO,

à minha namorada Ligiane Galvão, ao meu pai Alzirio Kolling e a todos que acreditaram no propósito.

AGRADECIMENTO

À proteção Divina.

À CAPES pelo apoio financeiro.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá pela oportunidade da realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Raimundo Pinheiro Neto pela compreensão e disponibilidade pela paciência, orientação e confiança na minha capacidade para realizar este trabalho.

Ao Prof. Dr. Valdecir Antoninho Dalpasquale, pelos conselhos, exemplo de profissionalismo e amizade.

Aos Professores que contribuíram para a realização da minha tese.

À Cooperativa Agropecuária e Industrial do Paraná - Cocari, unidade de Marialva – Pr., onde se realizou o trabalho, pela confiança e disponibilidade.

Aos solidários amigos de infância, pela força e confiança dedicada ao longo dos anos, e a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

EVANDRO MARCOS KOLLING, filho de Alzirio Kolling e Ivanir M. Kolling nasceu em Santa Helena – Paraná, no dia 19 de julho de 1975.

Graduou-se em Engenharia Agrícola, na Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, em dezembro de 1999, e conclui o Mestrado na mesma Instituição, em novembro de 2001.

Em março de 2003, matriculou-se no Curso de Doutorado em Agronomia, na Universidade Estadual de Maringá.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	x
ABSTRACT	xi
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 RECEPÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E SEGREGAÇÃO	4
2.2 PRÉ-LIMPEZA E LIMPEZA	5
2.3 SECAGEM	6
2.4 ARMAZENAMENTO	9
2.5 PERDAS	12
3 MATEIRAL E MÉTODOS	14
3.1 DESCRIÇÃO DA UNIDADE	15
3.2 INSTRUMENTAÇÃO	16
3.3 PROCEDIMENTOS	17
3.3.1 Recepção e segregação	17
3.3.2 Sistema de pré-limpeza	18
3.3.2.1 Comportamento funcional	18
3.3.2.2 Rendimento	18
3.3.2.3 Eficiência	19
3.3.3 Sistema de secagem	20
3.3.3.1 Umidade do produto	20
3.3.3.2 Temperatura de secagem	20
3.3.3.3 Temperatura do produto	21
3.3.3.4 Quantidade de ar	21
3.3.3.5 Tempo de secagem	21
3.3.3.6 Consumo de lenha	21

3.3.3.7	Rendimento	22
3.3.3.8	Quebra técnica	22
3.3.4	Sistema de limpeza	23
3.3.4.1	Eficiência	23
3.3.4.2	Rendimento	23
3.3.4.3	Determinação dos índices de quebrados	23
3.3.5	Expedição	24
3.3.6	Inconvenientes técnico-operacionais	25
3.3.7	Representantes econômicos	25
3.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1	RECEPÇÃO E SEGREGAÇÃO DO PRODUTO	27
4.2	SISTEMA DE PRÉ-LIMPEZA	30
4.2.1	Pré-limpeza do milho	31
4.2.2	Pré-limpeza do trigo	33
4.3	SECAGEM	34
4.3.1	Secagem do milho	36
4.3.2	Secagem de trigo	38
4.4	SISTEMA DE LIMPEZA	40
4.4.1	Limpeza do milho	41
4.4.2	Limpeza do trigo	43
4.5	ARMAZENAMENTO	44
4.6	EXPEDIÇÃO	45
4.7	INCONVENIENTES TÉCNICO-OPERACIONAIS	48
4.7.1	Determinadores de umidade	48
4.7.2	Sistema de limpeza	49
4.7.3	Sistema de secagem	51
4.7.4	Armazenamento	53
4.8	INCONVENIENTES ECONÔMICOS	55
4.8.1	Perdas por secagem excessiva	55
4.8.2	Desuniformidade de secagem	56

4.8.3 Perdas por quebra de produto	56
5 CONCLUSÕES	59
6 RECOMENDAÇÕES FINAIS	60
REFERÊNCIAS	63
APÊNDICES	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Comportamento operacional do sistema de pré-limpeza de milho ...	32
Tabela 2	Comportamento operacional do sistema de pré-limpeza de trigo	33
Tabela 3	Parâmetros funcionais do sistema de secagem de milho	36
Tabela 4	Parâmetros funcionais do sistema de secagem de trigo	39
Tabela 5	Características do produto e parâmetros operacionais do sistema de limpeza de milho	42
Tabela 6	Características do produto e parâmetros operacionais do sistema de limpeza de trigo	44
Tabela 7	Características da expedição/embarque de milho	46
Tabela 8	Características da expedição/embarque de trigo	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Fluxograma do produto a partir das moegas até o estágio de limpeza	15
Figura 2	Procedimento de coleta do produto na fita transportadora para determinação do rendimento	19
Figura 3	Carga de operação das máquinas de pré-limpeza operando com milho (a) recebe menor carga, (b) recebe maior carga, (c) soja como impureza de milho	31
Figura 4	Secador Caliver de fluxo misto tipo cascata e detalhe de entrada falsa de ar no sistema	35
Figura 5	Disposição dos pesos e distribuição de carga nas máquinas de limpeza	41
Figura 6	Ciclones do sistema de ventilação das máquinas de pré-limpeza (a) e de limpeza (b)	50
Figura 7	Obstruções a tomada de ar na fornalha (a) e ciclo do sistema secagem (b)	52
Figura 8	Descarga do secador em moega, quando da secagem de milho	53
Figura 9	Armazém do IBC – sistema de movimentação e forma de estocagem (a) tratamento do produto (b)	54
Figura 10	Porcentagem média de quebrados nas diferentes operações do beneficiamento do milho	57
Figura 11	Porcentagem média de quebrados nas diferentes operações do beneficiamento do trigo	58

RESUMO

KOLLING, Evandro Marco, Dr., Universidade Estadual de Maringá, fevereiro de 2007. **Análise técnica de unidade beneficiadora e armazenadora de produtos agrícolas.** Orientador: Prof. Dr. Raimundo Pinheiro Neto; Co-orientador: Prof. Dr. Valdecir Antoninho Dalpasquale, Prof. Dr. Alessandro de Lucca e Braccini.

O trabalho teve por objetivo analisar técnica e operacionalmente uma unidade de beneficiamento e armazenagem de produtos agrícolas, com vistas à identificação de pontos de estrangulamento e geradores de perdas quantitativas e econômicas do sistema, e avaliar equipamentos e procedimentos adotados pela unidade. O estudo de caso abrange todas as etapas do processo, com ênfase às operações de secagem e padronização de milho e trigo. O procedimento geral dos testes foi baseado na determinação das características iniciais, decorrentes e finais dos produtos e das operações de beneficiamento, a fim de determinar o rendimento e eficiência dos equipamentos e levantar os índices de quebra técnica por secagem excessiva e por danos mecânicos no produto. Com base nos dados levantados, as principais observações foram o baixo rendimento e a pouca eficiência dos equipamentos, que, aliada a práticas operacionais não-recomendadas condicionam o processo a perdas por secagem excessiva e por quebra de produto na ordem de 0,52% e 0,8%, respectivamente. As perdas por quebrados representam um montante de 14.520 sacas de milho, quando da movimentação de 1.100.000 sacas do produto.

Palavras-chave: perda de grãos, quebra técnica, secagem excessiva, danos mecânicos.

ABSTRACT

KOLLING, Evandro Marcos, Dr., Maringá State University, February, 2007.
Technical analysis of an agricultural products processing and storage unit.
Adviser: Raimundo Pinheiro Neto; Co-advisers: Valdecir Antoninho Dalpasquale, Alessandro de Lucca e Braccini.

The objective of this work was to analyze technically and operationally an agricultural products processing and storage unit, trying to identify strangulation points responsible for quantitative and economic losses in the system, as well as to evaluate equipments and procedures adopted by it. The case studied encloses all the process stages, with emphasis in the corn and wheat drying and standardization operations. The test general procedure was based on the determination of initial, current and final products characteristics and processing operations, in order to determine performance and equipments efficiency, as well as to determine the dockage indices for extreme drying and mechanical damages in products. Based on collected data, low performance and small equipments efficiency has been observed, which, associated with no recommended operational practical procedures drives the process to an extreme drying losses and product damages in the order of 0.52% and 0.8%, respectively. These losses represent about 14,520 bags of corn when dealing with 1,100,000 of product bags.

Keywords: loss of grains, dockage, extreme drying, mechanical damages.

1 INTRODUÇÃO

A preservação da qualidade dos grãos da colheita à industrialização é fundamental para a manutenção do processo produtivo. Os esforços defendidos na fase de produção podem não ser efetivos se a qualidade do produto não for mantida por meio das operações adequadas de beneficiamento e armazenagem. De modo geral, os problemas relacionados à manutenção da qualidade começam ainda no campo, contudo, são nas operações de pós-colheita que passam a ser mais representativas, visto o valor agregado ao produto.

A insuficiência de unidades de recebimento e estocagem de grãos e leguminosas, a precariedade das estruturas, as inconsistências dimensionais e a utilização inadequada são alguns dos fatores que comprometem o desenvolvimento racional das atividades de pós-colheita.

O fato das unidades receberem, em curto espaço de tempo, grandes volumes de produto com diferentes características compromete o acompanhamento e eficácia das operações e pode refletir-se em perdas consideráveis ao longo da detenção do produto. Nessa etapa de produção, em que o homem pode controlar cada acontecimento, o conhecimento técnico e operacional das etapas e equipamentos do processo pode constituir o diferencial qualitativo e econômico da tomada de decisão.

Com o intuito de dar suporte técnico às dificuldades do setor e subsídio científico a novos estudos e sistemas dessa natureza, objetivou-se, neste trabalho, analisar técnica e operacionalmente uma unidade de recebimento, beneficiamento e armazenagem de produtos agrícolas, com vistas à identificação de pontos de estrangulamento quantitativos, qualitativos e econômicos do sistema.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A agricultura brasileira vem apresentando, nos últimos anos, expressivas taxas de crescimento na sua produção. No entanto, esse bom desempenho produtivo não é acompanhado por melhorias nas atividades de pós-colheita, como na secagem, no beneficiamento e, principalmente, no armazenamento.

Conforme Silveira (1995), a armazenagem tem como finalidade principal garantir fluxo de abastecimento constante e estabilizar os preços dos produtos agrícolas. É um processo em que todas as partes são indispensáveis e interligadas.

Dados apresentados pela Companhia Nacional de Abastecimento – Conab (2005) dão conta de uma capacidade estática de armazenagem bem aquém da necessária, na ordem de 94 milhões de toneladas. Ainda, do total de unidades armazenadoras no Brasil, apenas 5% destas ficam junto ao produtor e menos de 15% são credenciadas para fazer estocagem da safra nacional. O resultado é que o Brasil está longe de possuir um sistema de gerenciamento de safra condizente com seu potencial produtivo.

Nas atividades de pós-colheita, a aquisição e/ou implantação de uma nova unidade representa a aplicação de um montante considerável de recursos que, associado às inconsistências dimensionais e ao uso irracional, torna a atividade de alto custo e interesse limitado.

A falta de unidades junto ao produtor exige que a colheita concentre-se em um curto espaço de tempo. Por vezes, o agricultor prefere colher o produto úmido a arriscar perdê-lo na lavoura em função de adversidades climáticas. Tal situação implica em estrangulamentos técnico-econômicos, evidenciados nas unidades pelos descontos elevados, em virtude do excesso de umidade, e por ineficientes sistemas de secagem e de beneficiamento do produto.

A infra-estrutura de secagem, normalmente, não é dimensionada para atender o pico da demanda de colheita, condicionando o processo a imensas filas

de espera com caminhões carregados de produtos úmidos (SINÍCIO, 1997). Existe uma tendência natural de que as perdas por processamento aumentem à medida que as produções excedam à capacidade dos sistemas (ROA, 1982).

A permanência do produto com elevado teor de umidade, durante o período compreendido entre a colheita e a secagem, contribui para acelerar o processo de deterioração e favorece o desenvolvimento de microrganismos e insetos (PORTELLA, 2001). Desta forma, a secagem constitui uma das etapas cruciais da atividade. Entretanto, se mal conduzida, pode acarretar em perdas econômicas consideráveis. Tais perdas, geralmente, estão relacionadas ao elevado dispêndio de energia, quebra técnica por secagem excessiva, comprometimento físico, fisiológico e nutricional dos produtos agrícolas. Ainda, problemas relacionados a altos gradientes de umidade e deficiências no resfriamento do produto, advindos da operação de secagem, interferem no bom armazenamento do produto.

Quanto ao beneficiamento, os principais inconvenientes estão relacionados às injúrias mecânicas, geralmente agravadas pela secagem. Os danos e/ou injúrias mecânicas são causadas por choques e abrasões do produto com superfícies mais duras, resultando em materiais quebrados, trincados, fragmentados, arranhados e inteiramente danificados (FESSEL et al., 2003; FLOR, 2003). Segundo Krabbe (2000), produtos danificados, além de susceptíveis à entrada de fungos durante o armazenamento, perdem valor econômico.

As operações de beneficiamento e secagem de uma unidade apresentam-se interligadas dentro de seus fluxos, salvo em condição de recebimento de materiais secos. Em geral, as fases operacionais de uma unidade abrangem a seguinte ordem: amostragem e classificação, segregação do produto por meio de moegas e/ou silos-pulmão, operações de pré-limpeza, secagem, limpeza e posterior armazenamento em armazéns e/ou silos.

Existem considerações técnicas, em cada uma dessas etapas, provenientes de experiências práticas e trabalhos científicos, cuja investigação pode resultar em diferenciais quantitativos, qualitativos e, conseqüentemente,

econômicos para a unidade, de modo a serem analisadas individualmente dentro do processo.

2.1 RECEPÇÃO, CLASSIFICAÇÃO E SEGREGAÇÃO

Conforme Abimilho (2002), o recebimento é um dos pontos críticos da comercialização para os produtores e para as empresas receptoras de grãos e leguminosas. O produtor é penalizado quando entrega cargas acima das tolerâncias máximas e a indústria fica vulnerável à má qualidade, que reduz o rendimento e aumenta os custos e riscos. Ainda, segundo autor, os procedimentos de recebimento incluem a amostragem e classificação do produto junto à pesagem da carga. A classificação, se estiver fora do padrão de recebimento, condiciona a carga à rejeição ou segregação especial do produto.

A técnica de amostragem, segundo Silva (1995), visa conseguir uma quantidade de material que, embora pequena, possa representar as características médias de toda a massa, de forma a seguir procedimentos técnicos específicos de recebimento. Em caminhões e vagões graneleiros, a amostragem recomendada dever ser efetuada com auxílio de caladores, aparelhos próprios para a coleta de material em granel. Amostras coletadas incorretamente, mesmo quando aplicado os métodos adequados de classificação, podem invalidar todas as outras etapas.

No recebimento, o produto é classificado segundo normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura e posteriormente submetidas à tabela de descontos praticada pela empresa receptora. As normas de classificação apresentam-se organizadas por produto e em tópicos, normalmente dispostos por portaria, conceitos, classificação, amostragem, embalagem, marcação, armazenamento, fraude e disposições gerais. No entanto, não incluem tabelas de descontos para produtos fora do padrão, ficando estas a cargo das empresas e cooperativas de recebimento.

Dentre as operações de classificação do produto, a determinação da umidade constitui uma das etapas de maior atenção. Conforme Lazzari (1997),

ela deve ser realizada utilizando-se de aparelhos adequados devidamente calibrados, além de contar com operadores competentes.

Após a recepção e classificação, o produto é descarregado em moegas para posteriores operações de beneficiamento, secagem e armazenamento. As moegas são utilizadas como local armazenador provisório, destinado a otimizar o fluxo de recebimento da unidade e contribuir com a padronização prévia do produto, a partir da segregação deste. A segregação segue as práticas adotadas pela unidade e geralmente está condicionada à umidade e/ou porcentagem de impurezas do produto. O uso inadequado das moegas pode interferir na qualidade final dos produtos agrícolas.

2.2 PRÉ-LIMPEZA E LIMPEZA

A limpeza do produto apresenta-se como uma das etapas vitais à secagem racional e ao armazenamento seguro dos grãos e sementes. A limpeza é realizada por máquinas que empregam a ação do ar, por meio de ventiladores, e de peneiras de tamanhos e formas diferentes para cada produto (PUZZI, 2000). Para efetuar a separação, utilizam-se das características físicas desses produtos e das suas impurezas, como tamanho e massa específica.

Segundo Weber (2001), as máquinas aplicadas para reduzir o teor de impurezas dos produtos agrícolas são conhecidas como máquinas de pré-limpeza, quando localizadas antes do secador. Elas podem se diferenciar das máquinas de limpeza, após secagem, pelo número e tipo de peneiras.

O processo de limpeza é comumente realizado em duas etapas. Primeira: a pré-limpeza é considerada uma operação básica, que permite e facilita o transporte do material pelos elevadores e racionalizando o processo de secagem. As impurezas que permanecem na massa representam gasto adicional de energia, tendo em vista que serão secadas em lugar do produto e podem ser precursoras de incêndio nos secadores. A concentração de impurezas no secador pode estabelecer preferências distintas à passagem do ar de secagem e, conseqüentemente, influenciar na uniformidade da massa.

A segunda etapa é a de limpeza propriamente dita. Nessa fase, busca-se reduzir ao máximo o teor de impurezas e separar da massa de produto as matérias que sofreram injúrias mecânicas após o processo de pré-limpeza. Conforme Puzzi (2000), fragmentos do próprio produto e detritos vegetais diversos que ficam na massa dificultam os tratos de armazenagem e aceleram os processos de deterioração no ato da estocagem.

O índice de impurezas recomendado na saída de uma pré-limpeza varia na faixa de 2 a 3%, a fim de facilitar o bom funcionamento do secador. Nas máquinas de limpeza, os índices recomendáveis ficam em torno de 0,5 a 1%, em prol de um bom armazenamento. Para tanto, o conjunto de peneiras das máquinas de pré-limpeza ou de limpeza deve ser retirado a cada final de safra para limpeza e averiguação. Os distribuidores de carga devem ser regulados para garantir carga comum e uniforme ao sistema.

Já existem no mercado brasileiro fabricantes que recomendam somente a operação de pré-limpeza. Esses advogam que elas podem fazer uma limpeza profunda do produto, de forma a evitar problemas na secagem e deixar a massa com índices de impurezas favoráveis à armazenagem.

2.3 SECAGEM

As unidades armazenadoras, em sua maioria, são dotadas de sistemas artificiais de secagem, por causa do elevado volume de produto e umidade em que são recebidos. A secagem artificial é caracterizada pela utilização de processos mecânicos que forcem a passagem de ar pelo produto. O ar pode estar em condições de temperatura ambiente (ar natural), ou aquecido em altas temperaturas, e esta última é a forma mais comum no Brasil.

A secagem em altas temperaturas é a mais rápida e menos dependente das condições climáticas locais. Com a temperatura elevada, a massa de ar tem maior potencial para remoção de água, o que aumenta a capacidade de secagem do sistema. Os secadores que empregam altas temperaturas freqüentemente exigem a movimentação do produto durante a secagem, no Brasil, os mais

comumente empregados são conhecidos como de fluxo misto, também conhecido como de calhas ou em cascata.

Os tipos tradicionais de secadores de fluxo misto são constituídos de uma torre de secagem, que é dividida em três partes, em que o terço inferior é responsável pelo resfriamento do produto.

Conforme Portella (2001), por vezes é empregada a secagem em torre inteira, ou seja, sem resfriamento, para ganhar rendimento em quantidade de produto secado. Ainda, segundo o autor, a prática pode ser recomendável desde que o produto tenha na saída do secador no máximo de 6 a 8°C acima da temperatura ambiente. Isso, porém, não é fácil de conseguir, quando se usa altas temperaturas para a secagem.

Para qualquer que seja o método de secagem, há de se ater ao fato de que os produtos agrícolas são entidades biológicas sensíveis à ação do calor, que podem, quando excessivo, causar danos relevantes às características dos mesmos. Considerando as deficiências comuns entre os sistemas brasileiros de secagem e a operação irracional desses, alguns atributos de qualidade da massa podem ser seriamente comprometidos. Entre os mais freqüentes, podem-se citar trincas, enrugamento, acidez e ardência, o que fatalmente baixa o padrão do produto.

A secagem é a operação de pós-colheita que mais demanda energia na cadeia produtiva do material. Conforme Lopes (2000), a energia consumida no processo de secagem constitui cerca de 50 a 60% do total de energia gasta na produção do material. Grande parte dessa energia vem da queima do combustível necessário ao aquecimento do ar de secagem.

Após a primeira grande crise internacional do petróleo, nos anos 70, o principal combustível utilizado no Brasil para a secagem foi à lenha, queimada em fornalhas integradas aos secadores. Conforme Portella (2001), a operação das fornalhas à lenha é realizada manualmente, tendo em vista a necessidade do constante abastecimento e monitoramento a fim de buscar a uniformidade de secagem.

Variações de três a cinco pontos porcentuais na umidade de entrada de grãos de milho nos secadores são comuns. A descarga desses secadores é função

da umidade final do produto, podendo ser automática ou manual. Um projeto adequado de controle de umidade pode resultar em melhor desempenho do sistema, com melhor qualidade do produto e menor consumo de combustível (LIU QUIANG; BAKKER-ARKEMA, 2001).

Outro fator importante e pouco tocado na grande maioria dos trabalhos científicos é o controle da umidade de saída dos secadores. Tal operação é freqüentemente realizada por pessoas sem conhecimentos técnicos das reais conseqüências de seu trabalho. Isso pode resultar em elevados gradientes de umidade (DALPASQUALE, 2002). A atual comercialização de produtos estabelece valores variáveis como umidade limite de comercialização e armazenamento. Para o trigo, esse valor é 13%; para o milho e para a soja, 14%. Entretanto, variações acima e abaixo são comuns e trazem conseqüências ao processo como um todo. Se o produto não for bem secado, fatalmente o armazenamento seguro será dificultado ou mesmo comprometido. Porém, se secado em demasia, resulta em quebra-técnica e consumo energético desnecessário. Em geral, em virtude do volume de produto comumente movimentado, perdas econômicas consideráveis estão associadas ao uso irracional dos sistemas de secagem. Desta forma, a secagem é considerada uma das principais fases da atividade de pós-colheita, pela influência nas demais etapas e pela representação econômica agregada. Assim, atenção especial é dada à secagem por meio de estudos que analisam e simulam os diferentes processos, procedimentos e conseqüências da operação.

Segundo Magalhães e Grotlt (1992), no processo de secagem, a temperatura alcançada pelo produto e o tempo de exposição a ela são os principais fatores que afetam a qualidade das sementes. No entanto, dependendo do processo, é possível utilizar altas temperaturas do ar desde que a temperatura da massa de sementes seja mantida dentro de limites seguros. Taxas elevadas de remoção de umidade podem resultar em elevado estresse no grão, gerando trincas e quebras.

Ahrens et al. (1998) observaram melhor eficiência na remoção de água do milho, sem alteração na sua qualidade, quando do emprego de temperaturas

de secagem de 60 e 70°C. Nessas condições, ainda segundo os autores, a variação de temperatura na massa do produto, no ato da secagem, é sensível para umidades superiores a 14%, não chegando a comprometer a sua viabilidade.

Vale lembrar que restrições quanto à temperatura de secagem estão associadas ao tempo de exposição e que a elevação dessa temperatura é tida como sinônimo de eficiência energética (DALPASQUALE, 2002).

O processo de secagem de produtos agrícolas é de difícil controle, em virtude da não-linearidade da evaporação de água do produto. Segundo Portella (2001), o processo de evaporação é rápido quando o produto apresenta alta umidade, reduzindo-se à medida que ele alcança os limites de armazenagem. O autor ressalta que, para o trigo, a perda de umidade é da ordem de 3 a 4 pontos percentuais por hora no começo do processo (18 a 20%) e apenas um ponto por hora, quando próximo de 13%. Dependendo do sistema de secagem, esses valores podem ser alterados.

Uma boa secagem envolve atenção nas etapas que a antecedem, de modo que o planejamento é fator essencial ao processo. A segregação e limpeza do produto são indispensáveis à operação eficiente e racional da secagem.

2.4 ARMAZENAMENTO

O teor de umidade e as injúrias mecânicas, advindas de fases anteriores no beneficiamento estão dentre os principais fatores que governam a qualidade dos produtos armazenados.

Para uma estocagem eficiente, é necessário reduzir a umidade a teores suficientes para não haver respiração significativa do produto e, assim, favorecer o desenvolvimento de microrganismos. O grau máximo de umidade da massa depende do produto, do tipo de armazenamento, do período de estocagem, dentre outros.

A atividade de uma unidade deve prever a secagem (quando necessária), a padronização e o armazenamento seguro do produto. Dentro deste contexto, diversos fatores merecem atenção, do planejamento à estratégia de recebimento,

dos equipamentos ao procedimento de operação, do armazenamento ao embarque ou expedição do produto.

Um dos maiores problemas relacionados à estocagem, no Brasil, é o descaso dado à operação de secagem e à determinação da umidade de saída do secador. Em consequência, é comum encontrar valores discrepantes agregados à chamada umidade média de armazenamento (desuniformidade). Os produtos agrícolas armazenados com alta umidade constituem em substrato para o desenvolvimento de fungos.

O processo de deterioração causado por fungos inicia-se no campo, durante a maturação, e continua nos processos de colheita, de secagem, de transporte e de armazenamento do produto. Os maiores efeitos do desenvolvimento fúngico em sementes armazenadas são perda do poder germinativo, perda de matéria seca e alteração do valor nutricional (PIEIDADE, 2002). Isso, entretanto, pode ser minimizado se a colheita ocorrer tão próximo quanto possível da maturidade fisiológica do produto.

No que se refere às injúrias mecânicas, materiais trincados e quebrados são os maiores problemas. Segundo Andrade et al. (1999), as injúrias mecânicas e as misturas de variedades são apontadas pelos tecnólogos como uns dos mais sérios problemas da produção de sementes.

Produtos danificados, nas diversas etapas do processo, podem hospedar maior número de esporos de fungos e de bactérias, além de apresentarem-se desprotegidos e propensos a serem facilmente atacados por pragas. A ação dessas pragas faz com que a respiração seja mais rápida, favorece o aquecimento e a deterioração da massa do produto.

O monitoramento da massa e a utilização racional dos sistemas de aeração podem ajudar no controle de fungos e insetos durante o armazenamento. O processo permite a renovação do ar e, em condições técnicas favoráveis, o resfriamento da massa, inibindo o desenvolvimento de focos de deterioração. Cabe ressaltar que o excesso de quebrados e/ou a má distribuição deles dificulta a operação de aeração, pela dificuldade de passagem homogênea de ar por toda a massa.

O acompanhamento semanal por meio de caminhadas no produto, buscando verificar pontos quentes, condensação, presença de insetos, assim como a sondagem e rastelagem são práticas vitais ao monitoramento e controle de qualidade do produto (KOLLING, 2006).

Um bom armazenamento estará garantido se houver higienização do local, secagem uniforme, limpeza eficiente e o mínimo de danos ao produto. Se o período de armazenagem for longo, faz-se necessário aplicar defensivos químicos ou pó inerte sobre o produto armazenado para evitar a ação de insetos.

Atenção especial deve ser dada ao tratamento químico do produto, principalmente quando da dosagem e uniformidade de distribuição. Nos últimos anos, conforme Lazzari (2006), a forma indiscriminada como os inseticidas têm sido utilizados resulta em problemas como a seleção de populações resistentes e a ocorrência de residuais químicos.

Resistência pode ser definida como uma alteração em resposta à aplicação de uma substância, resultando na redução da sensibilidade ao produto (EUROPEAN, 1988 apud DINIZ, 2006).

Segundo Lorini (2005), o tratamento dos produtos com base no expurgo é uma necessidade que nenhum país no mundo pode negligenciar e que deve ser feito de forma correta e eficiente. A eficiência dos tratamentos implica na dosagem correta dos compostos e na completa vedação do ambiente.

Além de provocar a resistência das pragas e tolerância aos defensivos, o emprego irracional desses produtos químicos no tratamento de produtos agrícolas pode repercutir em perdas econômicas, seja pelo custo adicional de uma nova aplicação, ou pelo comprometimento da expedição do produto pelo tempo de quarentena estabelecido (oportunidade comercial).

A expedição do produto pode auxiliar na verificação da eficiência das etapas de beneficiamento e armazenamento, por meio da comparação entre as características iniciais e finais do produto, obtidas em sua classificação.

2.5 PERDAS

Diversos fatores podem ser destacados para as perdas existentes em um processo de armazenagem, dentre eles os cuidados com as estruturas, com o processamento do material e até mesmo com o treinamento dos colaboradores.

Apesar de tratar-se de um problema para os países em desenvolvimento, a quantificação das perdas não recebe a devida importância pela maioria deles (REZENDE, 2003).

O Brasil não dispõe de pesquisa recente que dimensione o montante das perdas, tanto em relação à quantidade, quanto ao custo social que isso representa. No entanto, estimam-se, em razão das deficiências dos procedimentos de pós-colheita, perdas de até 20% (LORINI, 1993).

Embora no Brasil sejam observadas perdas significativas na qualidade de produtos e subprodutos, em grande parte pela inadequação operacional dos sistemas, não se tem pesquisas cientificamente comprovadas para avaliar as perdas que ocorrem no manuseio e no armazenamento dos produtos agrícolas (PUZZI, 2000).

Para Graff (2006), uma perda de 3% por manuseio incorreto durante o ciclo de armazenagem é perfeitamente possível de ocorrer. Por isso, é importante saber qual o equipamento mais recomendado e, principalmente, a forma correta de operá-lo. Ainda, segundo o autor, o uso incorreto dos equipamentos da unidade pode trincar os grãos, agregar cinzas e odores, ocasionar a perda de massa por excesso de secagem, dentre outros.

As perdas associadas ao processo de pós-colheita concentram-se na operação de secagem, de modo direto pela secagem excessiva ou indireta pela desuniformidade e potencial quebra do produto.

Segundo Abimilho (2002), as quebras de produto estão diretamente relacionadas às temperaturas de secagem. A porcentagem de quebra para o milho em temperaturas de 60 a 110°C pode variar de 5 a 20%, respectivamente. Conforme o mesmo autor, os quebrados ou finos de produto, gerados pela secagem excessiva e/ou pela movimentação da massa, aumentam os riscos com

fungos e insetos, interferem na aeração e conservação da massa, aumentam os riscos de explosões de poeira e os custos de supressão do pó no grão e no meio ambiente.

A quebra de produto constitui perdas vinculadas a praticamente todas as etapas do beneficiamento, incluindo operações de armazenagem e expedição. Suas conseqüências podem ser direta, pela descaracterização do produto e conseqüente menor valor comercial agregado, ou indireto, pelo incômodo técnico e econômico vinculado à movimentação, estocagem e tratamento dos fragmentos.

Observa-se, portanto, a preocupação em garantir a qualidade do alimento em todas as fases, de modo a permitir a segurança alimentar, em que o censo crítico, somado à tomada de ações, determina medidas concretas (PROFIQUA, 1999).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em uma Cooperativa Agropecuária e Industrial do Paraná - Cocari, unidade de Marialva – Pr., situada à latitude de 23° 29' Sul, longitude 51° 47' Oeste e altitude de 670 metros.

O estudo buscou obter uma visão geral e crítica dos procedimentos de operação atualmente empregados pela unidade quando do recebimento, beneficiamento, secagem e armazenamento do milho e do trigo. Foram levantados pontos favoráveis e desfavoráveis, baseados em informações e recomendações técnicas equivalentes, com vistas a racionalizar as atividades da unidade.

O trabalho destinou maior ênfase ao processo de secagem e limpeza do produto, de onde se esperavam comprovar inconsistências técnicas e econômicas, vinculadas aos procedimentos operacionais praticados. Procurou-se identificar inconsistências por secagem excessiva e por quebra de produto, cujos resultados pudessem ser extrapolados à capacidade de recebimento e movimentação da unidade a fim de ressaltar sua representação econômica dentro do processo.

Especificamente quanto à secagem, avaliou-se o rendimento do secador e seu comportamento operacional, a partir da determinação dos parâmetros de quantidade de ar, temperatura de secagem e consumo de lenha, obtidos junto aos constituintes do sistema, no caso, a fornalha e ciclone.

Na etapa de pré-limpeza e limpeza, buscou-se avaliar os equipamentos, quanto à sua eficiência e seu rendimento, levantando o volume de impurezas e de grãos quebrados retidos pelo sistema, em relação ao recebido.

A análise do sistema de armazenagem foi realizada a partir da caracterização do produto no ato do carregamento, ou seja, no ato da expedição. O produto foi classificado segundo as normas do Ministério da Agricultura, conforme Brasil em Portaria nº11 (1996), para o milho, e Brasil em Instrução Normativa nº7 (2001), para o trigo (Apêndices A e B). As informações foram

confrontadas com as de etapas anteriores e com os padrões de qualidade estabelecidos pelos contratos de comercialização.

3.1 DESCRIÇÃO DA UNIDADE

A unidade objeto de estudo possui uma capacidade estática de armazenagem de 1.100.000 sacas ou 66.000 toneladas de produto. São recebidos soja, milho, trigo, café, aveia, triticale e sorgo que advêm principalmente da produção de cooperados e de outras unidades da Cooperativa.

As operações de recebimento, secagem e armazenagem estão divididas em dois fluxos, constituídos dos seguintes equipamentos:

- seis moegas de concreto, com superfície metálica vazada e com capacidade individual de 180 toneladas;
- duas máquinas de pré-limpeza, com capacidade nominal individual de 40 th^{-1} e uma com capacidade nominal de 60 th^{-1} ;
- dois secadores, um com capacidade nominal de secagem de 40 th^{-1} e o outro, com 65 th^{-1} ;
- duas fornalhas com consumo individual aproximado de $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$;
- quatro máquinas de limpeza, com capacidade nominal individual de 45 th^{-1} ;
- um armazém graneleiro composto por três células e capacidade total de 42.000 t;
- um armazém do IBC (Instituto Brasileiro de Café), onde tem sido armazenado em torno de 24.000 t de milho.

Neste trabalho, avaliou-se o comportamento operacional da unidade nas etapas dispostas pelo fluxograma mostrado na Figura 1.

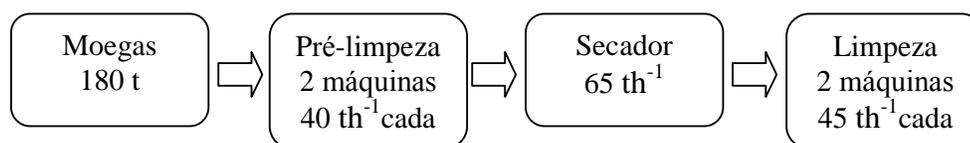


Figura 1 – Fluxograma do produto a partir das moegas até o estágio de limpeza.

As máquinas de pré-limpeza são da Caliver, Modelo PL40. O sistema de secagem é composto por um secador Caliver, Modelo CB65 e as máquinas de limpeza são da Kepler Weber, Modelo SP160.

3.2 INSTRUMENTAÇÃO

Na caracterização do produto e avaliação dos equipamentos foram utilizados instrumentos próprios dos sistemas, recomendados por metodologias e por normas de classificação.

A classificação do produto foi realizada conforme procedimentos adotados pela empresa a fim de que se pudessem sugerir eventuais alterações. A amostragem e classificação do milho e do trigo contaram com os seguintes instrumentos:

- recipientes de amostragem (baldes);
- calador manual;
- balança de precisão de 0,1 kg;
- conjunto de peneiras de 3,5 e 5 mm de furo redondo para milho e 1,75mm de furo oblongo para trigo;
- balança hectolétrica de 1 L para determinação de pH do trigo.

Para a determinação da umidade do produto, nas diferentes fases avaliadas, foram utilizados os seguintes equipamentos:

- determinador de umidade Universal;
- determinador marca GEHAKA, modelo G800;
- destilador marca GEHAKA, modelo CA25.

Para avaliação das máquinas de pré-limpeza e limpeza, levantamento e determinação de impurezas e quebrados do processo, foram utilizados:

- recipientes para acondicionamento do produto (baldes e sacarias);
- balança;
- cronômetro;
- trena;

- peneiras de classificação de 3,5 e 5 mm de furo redondo e 1,75 mm de furo oblongo.

Para avaliação do sistema de secagem, foi levantado o consumo de lenha, a quantidade e a temperatura do ar de secagem e a temperatura do produto, utilizando-se dos seguintes instrumentos:

- balança de recepção da unidade;
- anemômetro digital, modelo K2000, marca KESTREL;
- termômetros constituintes do sistema de secagem;
- termômetro de mercúrio;
- copo de isopor.

Na expedição, utilizou-se dos instrumentos empregados na classificação do produto.

3.3 PROCEDIMENTOS

O estudo de caso baseou-se no acompanhamento de todas as etapas de beneficiamento, em busca de informações quanto aos procedimentos adotados pela empresa, o comportamento das máquinas e equipamentos e suas conseqüentes representações no processo.

Os procedimentos adotados, na avaliação operacional da unidade, foram ajustados à condição de trabalho de cada etapa e/ou equipamento do processo, conforme descrito a seguir:

3.3.1 Recepção e segregação

Nesta etapa, foram coletadas informações quanto à seqüência de recebimento das cargas, conforme segue:

- pesagem – determinou-se o momento em que a etapa é realizada, assim como, o sistema de balança utilizado (manual e/ou automático);
- amostragem – verificou-se o momento da operação de amostragem, assim como, o sistema e forma de coleta das amostras;

- classificação – nessa etapa, verificaram-se os instrumentos empregados na classificação do produto, os procedimentos de manipulação das amostras e as práticas de descontos. Atenção especial foi destinada aos equipamentos, critérios e procedimentos empregados na determinação da umidade do produto, de forma a confrontá-los com recomendações e com as normas de classificação;

- segregação – determinaram-se as formas de segregação do produto e os quesitos adotados para a prática.

3.3.2 Sistema de pré-limpeza

Na seqüência do fluxo de beneficiamento, realizou-se a avaliação do sistema de pré-limpeza, a partir do levantamento e análise do comportamento funcional das máquinas e da determinação do rendimento e eficiência do sistema.

As máquinas de pré-limpeza são constituídas por duas peneiras e um sistema de ventilação para aspiração de impurezas leves.

3.3.2.1 Comportamento funcional

Foi realizado com base no acompanhamento da operação das máquinas, de forma a verificar a regulagem do sistema.

Levantaram-se informações quanto ao momento e quesitos utilizados na regulagem das máquinas, assim como os procedimentos empregados.

Essa etapa inclui a verificação da uniformidade de distribuição do produto nas peneiras das máquinas e funcionamento do sistema de ventilação.

3.3.2.2 Rendimento

O rendimento do sistema foi caracterizado pela quantidade de produto (th^{-1}) transportado pela fita e submetido à limpeza, em cada operação. A metodologia foi baseada na determinação da velocidade da fita em operação, com auxílio de um cronômetro e de trena, e da pesagem do produto carregado pela

fita, por unidade de comprimento. Para a pesagem, foi coletado o produto na fita transportadora (Figura 2), em quatro repetições.



Figura 2 – Procedimento de coleta do produto na fita transportadora para determinação do rendimento.

O rendimento determinado para o sistema foi confrontado com a capacidade nominal das máquinas fornecida pelo fabricante.

3.3.2.3 Eficiência

A eficiência de limpeza foi determinada por meio da relação entre a porcentagem de impurezas e materiais estranhos retidos na operação das máquinas e a porcentagem de entrada desses elementos no sistema. Foi utilizado um conjunto de peneiras padrão de classificação, para determinação das características iniciais do produto, na entrada do sistema e uma balança para determinação da quantidade de impureza retida ao final de cada operação. De posse do rendimento do sistema, as impurezas retidas e pesadas foram convertidas em porcentagem para análise.

Na determinação das características iniciais do produto, foi verificada a porcentagem de quebrados a fim de avaliar o índice de quebra após beneficiamento, discriminado adiante.

A avaliação das máquinas contou com o confronto dos dados verificados com informações técnicas de operação e comerciais, disponibilizadas pelo fabricante.

3.3.3 Sistema de secagem

Com relação à secagem, avaliou-se o estado de conservação da chaparia, da caixa de alimentação e das entradas de ar do secador, assim como foram verificados os procedimentos operacionais praticados e o comportamento funcional do sistema.

O secador analisado foi do tipo cascata e operação em altas temperaturas, com fluxo misto de distribuição de ar. O sistema não contava com reaproveitamento de calor.

3.3.3.1 Umidade do produto

A umidade inicial do produto foi obtida na operação de pré-limpeza, utilizando-se o determinador de umidade G800. A umidade final foi obtida de amostras coletadas na saída do secador, utilizando-se do determinador de umidade Universal, devidamente aferido pelo determinador G800. As amostras foram coletadas em intervalos máximos de 15 min a partir do início da descarga do secador, constituindo o mínimo de quatro repetições.

3.3.3.2 Temperatura de secagem

A temperatura de secagem foi verificada durante cada operação de secagem, utilizando-se do termômetro constituinte do sistema, locado na câmara de secagem. A determinação da temperatura do ar de secagem, assim como a

temperatura do produto, foi realizada em intervalos máximos de 15 min, constituindo o mínimo de quatro repetições.

3.3.3.3 Temperatura do produto

A temperatura do produto foi determinada a partir das amostras do produto, coletadas no caracol de descarga do secador. Cada amostra foi acondicionada em copo de isopor, junto a um termômetro de mercúrio e, após a estabilização foi efetuada a leitura.

3.3.3.4 Quantidade de ar

A quantidade empregada de ar, na operação de secagem, constitui a soma das quantidades fornecidas de ar para cada entrada do sistema, ou seja, da fornalha, do ciclone e do resfriamento. Com auxílio de um anemômetro, determinou-se a velocidade do ar em cada tomada e para cada operação do secador. A quantidade de ar foi determinada a partir da velocidade média apresentada, multiplicada pela respectiva área das tomadas de ar.

3.3.3.5 Tempo de secagem

O tempo de secagem foi caracterizado pelo tempo de permanência do produto no secador em operação. Ele foi aceito como a diferença entre os horários de cada carregamento do secador.

3.3.3.6 Consumo de lenha

O consumo de lenha foi determinado com base na massa e no tipo de lenha empregada, utilizando-se a balança da unidade. A massa de lenha consumida em um período, dividida pelo número de operações do dia, forneceu a quantidade de lenha exigida por operação. O volume foi determinado pela razão

entre a massa consumida por operação e a massa específica da lenha, no caso 425 kgm^{-3} , conforme sugerido por Silva (2006).

3.3.3.7 Rendimento

O rendimento de secagem constitui a quantidade de produto secado, em toneladas, por hora de operação do secador (tempo de secagem). A quantidade de produto submetida à secagem foi considerada a mesma da operação de pré-limpeza, tendo em vista que o secador operou em regime de rodízio, ou seja, com o produto passando mais de uma vez pelo secador. O rendimento do secador foi obtido pela divisão entre a quantidade de produto submetido à secagem e o tempo de secagem.

3.3.3.8 Quebra-técnica

A quebra técnica por secagem excessiva do produto foi obtida a partir da umidade final média do produto, nas diferentes operações, e sua umidade-padrão de comercialização, utilizando-se da equação sugerida por Silva (1995). Para a situação, alterou-se a umidade inicial (U_i) da equação original, para umidade-padrão (U_p), de cada produto em análise.

$$QT = [(U_p - U_f) / (100 - U_f)] \times 100 \quad (1)$$

em que:

QT – quebra técnica, em %;

U_f – umidade média final, de saída do secador, em %;

U_p – umidade-padrão de comercialização, em %.

A umidade-padrão de comercialização do milho é 14%, e do trigo é 13%. Vale ressaltar que no caso da umidade final ser maior que a padrão, o índice será negativo, não representando perdas efetivas, mas evidenciando problemas de

desuniformidade de secagem e a necessidade de cuidados especiais no armazenamento do produto.

3.3.4 Sistema de limpeza

A avaliação do sistema de limpeza passou pela determinação da porcentagem dos produtos retidos e padronizados pelas máquinas, as impurezas e os quebrados. A partir desses materiais, foi determinada a eficiência e o rendimento do sistema e levantada a porcentagem de quebra decorrente do beneficiamento e sua representação econômica.

As máquinas de limpeza são constituídas por duplo conjunto de peneiras para retirada de impurezas pesadas e separação dos quebrados, além de um sistema de ventilação de múltipla aspiração (na entrada e na saída do produto) de impurezas leves.

3.3.4.1 Eficiência

A eficiência do sistema de limpeza foi determinada de forma similar à avaliação do sistema de pré-limpeza, ou seja, a partir da relação entre a porcentagem de impurezas que entram nas máquinas e as que são retidas pelo sistema.

3.3.4.2 Rendimento

Da mesma forma, a determinação do rendimento do sistema de limpeza seguiu a metodologia descrita para o sistema de pré-limpeza, ou seja, utilizando-se da capacidade da fita e do tempo de operação do sistema.

3.3.4.3 Determinação dos índices de quebrados

O índice de quebrados foi baseado na porcentagem de quebrados segregados pelas máquinas, obtidos a partir do rendimento do sistema e da pesagem do volume de quebrados retidos.

Os quebrados seguiram duas classificações comercialmente praticadas para o milho: os retidos na peneira 3,5 mm e os quebrados de fundo de peneira, conhecidos como quirela. A análise de quebrados do trigo seguiu o mesmo procedimento, contando, entretanto, com peneira padrão de 1,75 mm.

Os índices de quebrados foram determinados individualmente para cada tipo de quebrado segregado e/ou peneira empregada, utilizando-se das equações sugeridas pelo trabalho, e abaixo relacionadas.

$$Iq = (Qr - Qi - L) \quad (2)$$

em que:

$$L = (Qc - Qe) \quad (3)$$

em que:

Iq – índice de quebrados de representação econômica na unidade, em %;

Qr – porcentagem de quebrados retidos pelo sistema;

Qi – porcentagem inicial de quebrados;

L – porcentagem de quebrados de liga;

Qc – limite máximo de quebrados do contrato de comercialização, em %;

Qe – porcentagem de quebrados na expedição.

O emprego das equações implica na determinação da porcentagem inicial de quebrados e da porcentagem de quebrados no ato da expedição, ambas determinadas por meio da classificação do produto, além do conhecimento dos limites de comercialização estabelecidos nos contratos de compra e venda. Desconsiderando o parâmetro “L” da equação 3, determina-se a porcentagem de quebra, de responsabilidade exclusiva do beneficiamento do produto.

3.3.5 Expedição

Com objetivo de verificar as práticas e condições de armazenagem e conseqüente repercussão na qualidade do produto, assim como o procedimento

operacional empregado na expedição, foi acompanhado o embarque do produto com base na classificação de algumas cargas. A caracterização do produto quanto a impurezas, ardidos e quebrados permitiu identificar inconvenientes/estranguladores no processo.

3.3.6 Inconvenientes técnico-operacionais

Consideraram-se como inconvenientes técnico-operacionais as ações praticadas em cada etapa ou equipamento constituinte do processo, que em confronto com referências técnicas, recomendações e normas não atenderam às especificações.

Foram levantadas práticas quanto ao manuseio de amostras e do produto, operação, funcionamento e regulagem de máquinas e equipamentos, higienização e medidas de controle, nas diferentes etapas do beneficiamento e informações dos operadores e responsáveis da unidade, a partir do acompanhamento do processo, no que se refere à racionalidade da atividade e garantia de manutenção da qualidade do produto.

3.3.7 Representantes econômicos

A secagem excessiva e a elevada taxa de quebra de produto constituíram a análise de perdas econômicas, vinculadas às práticas da unidade.

A partir dos índices de secagem excessiva e de quebrados do produto, foi extrapolada a capacidade estática de armazenagem da unidade, de modo a determinar as suas representações em sacas de produto comercial. As perdas representadas em sacas foram convertidas em montantes econômicos por meio do valor atual pago por saca de produto em comercialização.

Especificamente quanto à quirela de milho e ao trigoilhado do trigo, estes são comercializados como subprodutos e recebem preços diferenciados, estipulados pela Cooperativa. A determinação destes e sua representação econômica foram baseadas em informações fornecidas pela unidade.

O trabalho foi conduzido em escala comercial, não intervindo no fluxo de recebimento do produto, nem na rotina de produção da unidade, a fim de não mascarar, nem comprometer a veracidade dos resultados. Estes representam o retrato das condições técnicas-operacionais e dos procedimentos empregados pela empresa.

3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Tendo em vista que a amostragem do trabalho, realizada a campo, não conta com o fator de aleatoriedade, a análise estatística teve como base, testes não-paramétricos.

A aplicação dos testes foi realizada de modo a comprovar a hipótese de diferença significativa, em nível de 0,05 (95% de confiança), entre as repetições operacionais de cada sistema, para um mesmo produto (milho ou trigo), e entre as médias operacionais dos produtos.

Os testes aplicados são referenciados por Spiegel (1993), conforme segue:

O teste H de Kruskal-Wallis é empregado para análise de k (várias) amostras de uma mesma população, ou de populações diferentes. Para o caso, esse foi utilizado para verificar a diferença entre repetições.

O teste de U de Mann-Whitneys é empregado para análise de dois conjuntos amostrais. Para o caso, utilizado para verificar a diferença operacional entre produtos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho referem-se ao fluxo de recebimento de milho-safrinha e trigo, sendo apresentados e discutidos individualmente, quando das operações de beneficiamento. As demais observações tomadas cabem à prática geral da unidade, independente do produto.

4.1 RECEPÇÃO E SEGREGAÇÃO DO PRODUTO

Atualmente, os procedimentos da unidade estabelecem a determinação eletrônica da massa da carga (pesagem) como a primeira operação realizada no recebimento do produto, sendo ela arquivada no sistema. Essa determinação pode ocorrer manualmente, em caso de problemas com o sistema ou na falta de energia elétrica.

Após a identificação da massa, o produto é encaminhado para a descarga. Ele é feito com rodos, na moega destinada pelo classificador ou recebedor, considerando como critério de segregação a disponibilidade de espaço. A segregação do produto fica a cargo de uma logística operacional estabelecida pelo recebedor (moegueiro) das cargas, tendo em vista que as características do produto são ainda desconhecidas.

No ato do descarregamento é realizada a amostragem do produto, seguindo os procedimentos de amostra geral (coleta nas bicas). Quando o produto recebido é de outra unidade da empresa (transferência), a amostragem é feita por calagem reta (furação triangular) no veículo.

Na amostragem, coleta-se aproximadamente 5 kg de produto, dos quais 500 g são destinados à classificação. A classificação do milho e do trigo é realizada utilizando-se peneiras, de acordo com as normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento (Apêndice A e Apêndice B).

No caso do milho, a classificação toma como impurezas a metade do quebrado de produto retido na peneira de crivo redondo de 3,5 mm, junto ao que passa por ela (fundo de peneiras), incluindo a quirela, acrescida da catação da impureza grosseira que não passa pela peneira. A outra metade não é passiva de desconto, considerado o milho. A classificação do produto quanto à porcentagem de ardidos e brotados depende do padrão de qualidade do produto recebido, que é estabelecido visualmente pelo classificador. No período de realização dos testes esses não foram determinados.

Para o trigo, consideram-se como grãos quebrados e triguilho o que passa pela peneira de crivo oblongo de 1,75 mm e a impureza é composta pela catação manual de matérias estranhas sobre esta peneira.

A umidade do produto é determinada ao utilizar um aparelho marca GEHAKA, modelo G800, aferido duas a três vezes ao dia por um destilador de mesma marca, modelo CA25. Na fase de aferição, o procedimento é estendido para o aparelho Universal, utilizado no controle da secagem.

Após o descarregamento, o produto segue para o beneficiamento, enquanto o entregador efetua a pesagem de saída, em que recebe o ticket de classificação do produto. O ticket é então entregue no escritório que, junto aos pesos, efetua os devidos descontos e dá origem à nota fiscal de comercialização.

As informações determinadas, quando em confronto com as técnicas recomendadas, permitiram algumas inferências quanto aos procedimentos praticados no recebimento, conforme segue:

- o registro da primeira pesagem, antes da caracterização do produto, condiciona a unidade a certa obrigatoriedade no recebimento da carga. A opção pelo não recebimento, no mínimo, impõe contratempos no estorno da pesagem;

- a prática de amostragem nas bicas de descarga penaliza o entregador e não segue conformidade com as normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, que discrimina a forma de amostragem e a quantidade de produto a ser coletada, conforme o produto entregue e tipo de transportador. Na prática, a amostra geral sempre detém mais impurezas que a real condição da carga. O procedimento de amostra geral pode ser utilizado para dinamizar o fluxo de

recebimento, entretanto, deve-se ater às cargas recebidas como transferência, já que estas apresentam uma classificação prévia e detêm da confiança da empresa;

- o fato de a classificação ser realizada após o descarregamento inviabiliza a segregação do produto, já que não se sabe das características de umidade, impureza, presença de insetos deste da descarga. Assim, a disposição de uma série de moegas torna-se irracional, a não ser pela diversidade de produtos passíveis de recebimento. Ainda, o referido procedimento compromete o fluxo de beneficiamento do produto, principalmente a operação de secagem;

- a preocupação relacionada à aferição dos determinadores de umidade é válida e vital à racionalização da atividade, de forma a ser mantida de acordo com o praticado. Vale, no entanto, ressaltar a importância da calibração dos aparelhos utilizando-se do método da estufa (105°C por 24 h), antes de cada safra, conforme recomendado por Lazarri (1997).

Cabe ressaltar que o fluxo racional de recebimento tem início com a classificação do produto. Fosse ela feita antes da descarga nas moegas, além de minimizar os problemas acima relacionados, contribuiria para dinamizar as atividades de escritório. Além disso, o ticket de classificação da carga poderia conter a indicação da moega de descarga, de acordo com as características do produto, liberando o moegueiro e dinamizando o processo. Outro grande benefício seria a maior uniformidade na secagem, uma vez que os lotes seriam mais homogêneos quanto à umidade.

Como discussão, cabe ressaltar que algumas unidades cooperativas de recebimento descontam o quebrado-quirela das impurezas e o disponibilizam para retirada pelo entregador, o que não constitui prática da Cooperativa, objeto desse trabalho. O fato da metade dos quebrados ser considerada impureza e metade milho para o entregador, isentam o produtor do desconto de quebrados, contudo, penaliza-o no desconto de impurezas. A prática apresenta-se em não-conformidade às normas de classificação, visto que estas estabelecem um limite permitido de quebrados.

Apesar da breve discussão relacionada aos descontos praticados pela Cooperativa, esses não são passivos de julgamento, tendo em vista que as

próprias normas de comercialização não apresentam uma tabela de descontos. A não-existência de uma regra unificada de descontos parece conveniente à livre negociação de mercado. No entanto, a existência de um acordo de raio de abrangência entre as cooperativas, penaliza o entregador e/ou associado, condicionando-o a pouca ou nenhuma opção de comercialização. Ainda, no caso específico da comercialização do milho, a norma estabelece como umidade-padrão 14,5%, quando a praticada e convenientemente aceita pelo mercado é de 14%. Assim, também se estende a classificação dos quebrados, que pela norma é caracterizado pelo material que passa pela peneira 5 mm, quando na prática comercial a peneira utilizada geralmente é a 3,5 mm.

4.2 SISTEMA DE PRÉ-LIMPEZA

O acompanhamento do processo de pré-limpeza permitiu verificar que as máquinas não recebem manutenção e limpeza periódicas, de modo a apresentarem freqüentes problemas mecânicos com mancais e correias, e presença de produtos de outra natureza, o que potencializa o aparecimento de focos de pragas.

A pré-limpeza, constituída de duas máquinas, recebe e opera cargas diferentes de produto (Figura 3), devido a problemas no distribuidor de carga (bifurcada). O rendimento operacional do sistema fica limitado à carga de uma das máquinas, visto que o fluxo de produto é direcionado em maior quantidade a uma delas. O sistema de ventilação das máquinas é precário e não permite regulagem, pela prática de não se utilizar sacos ciclones na saída do ar. Algumas peneiras podem estar tortas ou rasgadas, pois permitem a saída de produto junto aos coletores de impurezas.



Figura 3 – Carga de operação das máquinas de pré-limpeza operando com milho. (a) recebe menor carga, (b) recebe maior carga, (c) soja como impureza de milho.

Vale lembrar que a pré-limpeza não separa os quebrados do produto, de forma que sua determinação, realizada a partir da classificação do produto, foi efetuada a fim de verificar os danos mecânicos sofridos pelo produto no decorrer do beneficiamento.

O sistema de pré-limpeza foi avaliado quanto à eficiência e ao rendimento operacional para ambas as culturas em análise, conforme segue.

4.2.1 Pré-limpeza do milho

O comportamento operacional do sistema de pré-limpeza, quando do beneficiamento de milho pode ser observado na Tabela 1.

O teste H, estatisticamente, rejeita a hipótese de haver diferença entre as médias de cada operação do sistema de pré-limpeza do milho.

As características iniciais do produto dão conta de uma umidade média de 20,7%, com impureza média de 0,48% e uma porcentagem de quebrados de 0,93%. A classificação do produto o caracteriza como de boa qualidade, sem presença de grãos brotados e ardidos, agilizando e facilitando o processo de recebimento.

Tabela 1 – Comportamento operacional do sistema de pré-limpeza de milho

Amostra	Características do Produto			Impureza	Rendimento
	Umidade (%)	Impureza (%)	Quebrado (%)	Retida (%)	Sistema (t/h)
<i>PL1</i>	22,0	0,40	0,80		
<i>PL2</i>	19,8	0,50	0,70	0,17	46,8
<i>PL3</i>	21,0	0,35	0,60		
<i>PL4</i>	20,7	0,50	0,80		
<i>Média de Operação1</i>	20,9	0,44	0,73	0,17	46,8
<i>PL5</i>	20,8	0,30	0,80		
<i>PL6</i>	20,6	0,40	1,00	0,18	47,4
<i>PL7</i>	20,2	0,40	1,20		
<i>PL8</i>	20,7	0,40	1,10		
<i>Média de Operação2</i>	20,6	0,38	1,03	0,18	47,4
<i>PL11</i>	20,8	0,45	0,90		
<i>PL12</i>	21,0	0,50	1,00	0,19	48,0
<i>PL13</i>	21,6	0,70	1,10		
<i>PL14</i>	21,2	0,60	1,20		
<i>Média de Operação3</i>	21,2	0,56	1,05	0,19	48,0
<i>PL15</i>	20,4	0,40	1,00		
<i>PL16</i>	19,7	0,48	0,90	0,16	46,5
<i>PL17</i>	20,0	0,40	1,00		
<i>PL18</i>	20,2	0,60	0,80		
<i>Média de Operação4</i>	20,1	0,47	0,93	0,16	46,5
<i>Teste H</i>			0,474 < 7,81		
Média Final	20,7	0,48	0,93	0,18	47,2

Pode-se verificar que o sistema apresenta baixo rendimento operacional em comparação ao estabelecido pelos fabricantes. Em sua melhor condição de trabalho, o sistema alcançou um rendimento de 48 th⁻¹ e reteve 34% das impurezas, enquanto que a capacidade especificada é de 30 th⁻¹ por máquina, e se espera que a pré-limpeza reduzisse em pelo menos 50% as impurezas.

A eficiência do sistema é estabelecida pela porcentagem da impureza retida, em relação à porcentagem de impureza de entrada das máquinas.

Na média das operações analisadas, o sistema apresentou rendimento de 47,2 th⁻¹, com eficiência de limpeza de 37,5% (impureza retida).

4.2.2 Pré-limpeza do trigo

Conforme a Tabela 2, o trigo apresentou alta umidade inicial, na ordem de 19,5% e pH médio de 78,4, que, para a atual forma de comercialização, é caracterizado como trigo tipo 1 (item 5.2, Apêndice B). A porcentagem de impurezas foi superior à do milho, ficando em média em 1,37% e a porcentagem de triguilho foi de 0,85%, na média geral. O triguilho é constituído por trigo quebrado e mal formado e influencia diretamente no pH do produto. Quando do comportamento operacional, verifica-se que o sistema apresenta rendimento superior ao beneficiamento do milho. Em sua melhor condição operacional alcançou 64,1 th⁻¹, com uma eficiência de 46% na remoção de impureza.

Tabela 2 – Comportamento operacional do sistema de pré-limpeza de trigo

Amostra	Características do Produto				Impureza	Rendimento
	pH kg/hl	Umidade G800 (%)	Impureza (%)	Triguilho (%)	Retida (%)	Sistema (t/h)
PL1	78	19,4	1,40	0,70		
PL2	78	19,4	1,60	0,80		
PL3	78	19,9	1,20	0,80	0,60	53,7
PL4	79	19,5	1,20	0,90		
<i>Média de Operação1</i>	78,3	19,6	1,35	0,80	0,60	53,7
PL5	78	15,8	1,70	0,80		
PL6	79	22,2	1,90	0,80		
PL7	78	22,6	2,00	1,00	0,85	64,1
PL8	78	21,4	1,60	0,70		
<i>Média de Operação2</i>	78,3	20,5	1,80	0,83	0,85	64,1
PL9	78	18,6	0,80	1,20		
PL10	79	20,0	1,00	1,00		
PL11	78	16,8	1,50	1,00	0,53	60,1
PL12	78	21,5	1,50	1,10		
<i>Média de Operação3</i>	78,3	19,2	1,20	1,08	0,53	60,1
PL13	79	18,6	1,10	0,70		
PL14	78	18,8	0,90	0,70		
PL15	79	18,4	1,30	0,60	0,40	62,5
PL16	78	18,5	1,20	0,80		
<i>Média de Operação4</i>	78,5	18,6	1,13	0,70	0,40	62,5
<i>Teste H</i>				0,301 < 7,81		
Média Final	78,4	19,5	1,37	0,85	0,60	60,1

Cabe ressaltar que não foi observada a troca de peneiras das máquinas quando da passagem de beneficiamento de milho para trigo, o que pode ter contribuído para melhor rendimento do sistema com esse último ou pelo desempenho inferior com o milho.

O rendimento médio de operação foi da ordem de $60,1 \text{ th}^{-1}$, com eficiência de limpeza de 44%.

O teste H, estatisticamente, rejeita a hipótese de haver diferença entre as médias de cada operação do sistema de pré-limpeza do trigo. Quando da comparação operacional entre o beneficiamento de cada produto, o teste de U apresentou $z = 0,105$, menor que 1,65, em teste unilateral, também rejeitando a hipótese de diferença. Desta forma, as afirmações de melhor desempenho do sistema para um determinado produto, constituem-se em observações meramente técnicas.

4.3 SECAGEM

O sistema de secagem é o mais antigo e o mais utilizado da unidade. Ele apresenta sinais de incêndios anteriores, chapas retorcidas, queimadas, oxidadas e sem proteção, conforme a Figura 4. Chapas com essas características apresentam maior rugosidade e resistem ao deslizamento normal do produto, potencializando novos incêndios pela possibilidade maior de retenção de resíduos no local.



Figura 4 – Secador Caliver de fluxo misto tipo cascata e detalhe de entrada falsa de ar no sistema.

A caixa de controle de alimentação do secador é pequena e, quando do regime de rodízio, pode favorecer a fuga do ar de secagem por não receber complementação, comprometendo o rendimento do sistema. Verifica-se, ainda entrada falsa de ar, conforme detalhe da Figura 4. As entradas falsas de ar comprometem o rendimento e a eficiência do sistema, visto que o ar aparece na saída do secador, mas não passa pela massa de produto.

A secagem das culturas analisadas foi realizada com o secador operando em torre inteira e em regime de rodízio. A alta umidade apresentada pelos produtos, no ato do recebimento, contribui para a operação desta maneira, apesar das condições climáticas favoráveis à operação. Elevadas umidades exigem que o produto passe mais de uma vez pelo secador que caracteriza o regime de rodízio.

O processo de secagem foi avaliado individualmente para o milho e o trigo, conforme segue.

4.3.1 Secagem do milho

Os dados gerados e agrupados na Tabela 3 permitem observar que o produto submetido à secagem apresentou umidade inicial média de 20,7%.

Tabela 3 – Parâmetros funcionais do sistema de secagem de milho

Amostra	Umidade Inicial (%)	Temp. Secagem (°C)	Temp. Produto (°C)	Umidade Final (%)	Quant. Ar (m ³ h ⁻¹)	Tempo Secagem (h)	Cons. Lenha (m ³ h ⁻¹)	Rend. Sistema (th ⁻¹)
SC1		63,0	35,0	15,0				
SC2		63,0	34,0	13,6				
SC3	20,9	65,0	35,0	12,8	82871,5	2:30	1,5	18,7
SC4		50,0	33,0	11,7				
SC5		58,0	34,0	13,8				
<i>Média de Oper. 1</i>	20,9	59,8	34,2	13,4	82871,5	2:30	1,5	18,7
SC6		67,0	36,0	15,8				
SC7	20,6	67,0	35,0	13,7	84661,3	2:13	1,5	21,4
SC8		70,0	35,0	12,8				
SC9		68,0	35,5	13,0				
<i>Média de Oper. 2</i>	20,6	68,0	35,4	13,8	84661,3	2:13	1,5	21,4
SC10		65,0	37,0	16,5				
SC11		68,0	35,0	14,1				
SC12		70,0	36,0	13,0				
SC13	21,2	67,0	34,0	13,5	84803,3	2:50	1,5	17,0
SC14		65,0	33,0	11,8				
SC15		64,0	35,0	11,6				
SC16		67,0	34,0	11,8				
<i>Média de Oper. 3</i>	21,2	66,7	34,9	13,2	84803,3	2:50	1,5	17,0
SC17		70,0	35,0	14,5				
SC18		68,0	36,0	13,2				
SC19	20,1	62,0	34,0	12,2	85458,67	2:45	1,5	16,9
SC20		67,0	35,0	12,7				
SC21		65,0	34,0	11,8				
SC22		68,0	35,0	12,2				
<i>Média de Oper. 4</i>	20,1	66,7	34,8	12,8	85458,7	2:45	1,5	16,9
<i>Teste H</i>				<i>1,54 < 7,81</i>				
Md. Final	20,7	65,3	34,8	13,3	84448,7	2:36	1,5	18,5

O teste H, estatisticamente, rejeita a hipótese de haver diferença entre as médias de cada operação do sistema, na secagem de milho.

Com relação à operação de secagem, o sistema operou com uma temperatura média do ar de 65,3°C, resultando em uma temperatura média do produto de 34,8°C. Vale ressaltar que, para o milho, alguns autores, como Portella (2001), recomendam que a temperatura de secagem não exceda 60°C para altos níveis iniciais de umidade, podendo chegar gradativamente até 80°C quando ela estiver próxima de 14%. Quanto ao produto, ainda segundo o mesmo autor, ele deve sair do secador com temperatura entre 6 a 8°C acima da temperatura ambiente. Pode-se, assim, dizer que o sistema operou dentro do esperado, quanto à temperatura do ar de secagem e, considerando a temperatura média do produto e a ambiente, que variaram entre 25 e 33°C, não se verificaram maiores problemas quanto ao resfriamento.

A umidade final média das operações foi de 13,3%, ou seja, abaixo da aceita para comercialização (14%). Observa-se considerável variação nos valores da umidade de descarga do secador, nas diferentes operações analisadas, caracterizando não uniformidade de secagem (Tabela 3). O fato se dá em virtude do tempo de descarga do secador. O descarregamento se inicia com o produto apresentando umidade próxima ao padrão e se encerra com umidade, geralmente, bem abaixo desta. Durante o processo de descarga, o sistema de secagem continua a operar, visto que novo produto está entrando no secador, expondo, assim, o produto em descarga, já na umidade pretendida, um tempo maior de secagem.

A quantidade de ar fornecida pelo sistema à secagem foi em média de 84.448,7 m³h⁻¹, correspondendo à soma das entradas de ar da fornalha e do ciclone. A quantidade de ar na saída do exaustor foi estimada em 129.600,0 m³h⁻¹. Os valores encontrados ficaram abaixo do esperado para sistemas desta capacidade e a diferença nas quantidades confirma as entradas falsas de ar no sistema. Cabe ressaltar que o exaustor deveria fornecer aproximadamente 200.000 m³h⁻¹ de ar, segundo informações do fabricante.

O tempo de secagem exigido em cada análise equivale ao tempo de permanência do produto no secador. O mesmo é dependente das características do produto, das condições do sistema e do ambiente e, principalmente, dos procedimentos adotados pelo operador. Em regime de rodízio, o tempo médio de secagem do milho foi de duas horas e trinta e seis minutos.

Para o milho, recomenda-se a remoção de três pontos percentuais de umidade por hora, isso sem comprometimento da qualidade do produto, (FRANCESCHINI, 1996). Considerando a umidade inicial e o tempo de secagem verificado, pode-se inferir que o sistema poderia realizar a operação em duas horas, sem comprometer a qualidade do produto. Na prática, uma maior quantidade de ar de secagem e/ou maior temperatura deve auxiliar no processo.

Com relação ao consumo de lenha, o processo consumiu em média $1,5 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ de lenha seca. O valor é compatível com o consumo médio exigido por secadores de 40 th^{-1} , que ficam na ordem de $1,6 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$, conforme Silva (2006).

O rendimento do sistema é dependente do tempo de secagem e do regime de trabalho. Para o caso do milho, o melhor rendimento verificado foi de $21,4 \text{ th}^{-1}$. Na média, o sistema apresentou rendimento de $18,5 \text{ th}^{-1}$. Considerando que o sistema é para 65 th^{-1} , ainda que em rodízio, ele apresenta rendimento bem abaixo do esperado.

4.3.2 Secagem do trigo

Os resultados mostrados na Tabela 4 indicam que a umidade inicial média do produto foi de 19,5% na secagem de trigo. A umidade final ficou pouco abaixo da umidade de comercialização (13%) perfazendo média de 12,8%.

Tabela 4 – Parâmetros funcionais do sistema de secagem de trigo

Amostra	Umidade Inicial (%)	Temp. Secagem (°C)	Temp. Produto (°C)	Umidade Final (%)	Quant. Ar (m ³ h ⁻¹)	Tempo Secagem (h)	Cons. Lenha (m ³ h ⁻¹)	Rend. Sistema (th ⁻¹)
SC1		65	34,0	11,8				
SC2		70	36,1	12,4				
SC3	19,6	67	35,5	11,1	81723,0	02:46	1,7	19,4
SC4		69	35,8	12,0				
SC5		64	36,2	11,8				
SC6		60	36,7	12,0				
<i>Média de Operação1</i>	<i>19,6</i>	<i>65,8</i>	<i>35,7</i>	<i>11,9</i>	<i>81723,0</i>	<i>02:46</i>	<i>1,7</i>	<i>19,4</i>
SC7		67	37,0	13,5				
SC8		58	36,0	13,8				
SC9		62	35,0	14,0				
SC10	20,5	59	36,0	11,8	82025,4	02:55	1,7	22,0
SC11		63	35,5	13,0				
SC12		60	36,5	13,6				
SC13		65	36,0	13,7				
<i>Média de Operação2</i>	<i>20,5</i>	<i>62,0</i>	<i>36,0</i>	<i>13,3</i>	<i>82025,4</i>	<i>2:55</i>	<i>1,7</i>	<i>22,0</i>
SC14		69	36,0	12,8				
SC15		63	35,5	12,6				
SC16		65	36,0	12,8				
SC17	19,2	60	37,0	12,2	81989,6	03:00	1,7	20,1
SC18		55	35,5	12,9				
SC19		50	36,0	13,7				
SC20		50	36,5	12,8				
<i>Média de Operação3</i>	<i>19,2</i>	<i>58,9</i>	<i>36,1</i>	<i>12,8</i>	<i>81989,6</i>	<i>3:00</i>	<i>1,7</i>	<i>20,1</i>
SC21		50	35,5	13,2				
SC22		56	37,0	13,3				
SC23	18,6	60	36,0	13,0	82147,9	02:40	1,7	23,5
SC24		65	36,5	12,9				
SC25		65	34,4	13,2				
SC26		68	36,5	12,8				
<i>Média de Operação4</i>	<i>18,6</i>	<i>60,7</i>	<i>36,0</i>	<i>13,1</i>	<i>82147,9</i>	<i>2:40</i>	<i>1,7</i>	<i>23,5</i>
Teste H				0,109<7,81				
Média Final	19,5	61,8	35,9	12,8	81971,5	2:50	1,7	21,3

Com relação aos parâmetros de secagem, o sistema operou com temperatura média do ar de secagem de 61,8°C, abaixo da utilizada para o milho. Entretanto, a temperatura do produto foi ligeiramente superior a do milho, ficando na média de 35,9°C. Conforme Portella (2001), a faixa crítica de

temperatura do ar para o trigo fica acima de 70°C, apesar de temperaturas acima de 55°C causarem desnaturação de proteínas.

A quantidade de ar empregado na secagem do trigo foi de 81.971,5 m³h⁻¹, pouco abaixo da verificada para o milho. O resultado era esperado, tendo em vista que o trigo apresenta maior resistência à passagem de ar.

Quanto ao tempo de secagem, cabem as mesmas observações tomadas para o milho. O tempo necessário à secagem do trigo foi, em média, duas horas e cinquenta minutos de operação, tempo esse comumente praticado para secagem de sementes de trigo.

A quantidade de lenha exigida pelo sistema foi em média de 1,7 m³h⁻¹. Há de se considerar que a secagem do trigo foi realizada em final de safra, utilizando-se lenha com maior grau de umidade.

O rendimento do sistema foi superior ao da secagem de milho. O melhor rendimento encontrado foi de 23,5 th⁻¹, sendo o rendimento médio de 21,3 th⁻¹. O resultado é explicado pela menor umidade inicial do trigo em relação ao milho e pelo fato do secador receber um volume maior de trigo com melhor peso hectolítrico, o que indica maior quantidade de matéria seca submetida à secagem.

O teste H, estatisticamente, rejeita a hipótese de haver diferença entre as médias de cada operação de secagem do trigo. Quando da comparação operacional entre o beneficiamento de cada produto, o teste de U apresentou z = 0,011, menor que 1,65, em teste unilateral, também rejeitando a hipótese de diferença. Desta forma, as afirmações de melhor desempenho do sistema, para um determinado produto, constituem-se em observações meramente técnicas.

4.4 SISTEMA DE LIMPEZA

Conforme a Figura 5, o sistema de limpeza apresenta má distribuição da carga nas peneiras das máquinas. A distribuição é deficiente, particularmente em uma delas. O aumento da carga potencializa o derramamento de produto, comprometendo o rendimento do sistema como um todo. A disposição dos pesos e a irregularidade da chapa de aparo contribuem para o problema.



Figura 5 – Disposição dos pesos e distribuição de carga nas máquinas de limpeza.

Como observado no sistema de pré-limpeza, o sistema de ventilação das máquinas de limpeza também operam sem os sacos ciclones, impossibilitando sua regulagem de operação. Os sacos ciclones controlam a pressão no ciclone, demonstrando a necessidade de abertura ou fechamento da saída de ar.

4.4.1 Limpeza do milho

A análise da Tabela 5 permite verificar que a umidade média do produto, na ordem de 12,8%, difere da verificada na saída do secador (13,3%, Tabela 3). O fato, possivelmente, se deu em virtude do produto ser maquinado horas depois da secagem, permitindo o resfriamento completo da massa e influenciando a determinação da umidade, realizada por meio do determinador Universal.

O teste H, estatisticamente, rejeita a hipótese de haver diferença entre as médias de cada operação do sistema de limpeza do milho.

A porcentagem de quebrados retida foi de 2,9% maior que a porcentagem de entrada do sistema de 2,05%, ou seja, o próprio sistema de limpeza apresenta-se como causador de danos ao produto. Há de se atentar ao fato do elevador de carga das máquinas apresentarem problemas mecânicos e elétricos no ato da realização dos testes. Dentre estes, destacam-se a raspagem e bateção de canecas e a permanência do elevador em operação, mesmo sem carga, por problemas na chave de acionamento.

Tabela 5 – Características do produto e parâmetros operacionais do sistema de limpeza de milho

Amostra	Características do Produto			Matéria Retida			Rendimento
	Umidade (%)	Impureza (%)	Quebrado (%)	Impureza (%)	Quirela (%)	Quebrado 3,5 mm (%)	Sistema (th ⁻¹)
L1	12,5	1,20	2,30				
L2	12,0	1,20	2,20	0,28	0,45	2,8	60,3
L3	13,0	0,90	1,80				
L4	12,3	1,00	2,00				
<i>Média de Operação1</i>	<i>12,5</i>	<i>1,08</i>	<i>2,08</i>	<i>0,28</i>	<i>0,45</i>	<i>2,8</i>	<i>60,3</i>
L5	13,4	1,00	2,20				
L6	13,0	0,90	2,10	0,29	0,46	2,9	62,5
L7	13,0	0,80	2,20				
L8	12,9	1,10	2,00				
<i>Média de Operação2</i>	<i>13,1</i>	<i>0,95</i>	<i>2,13</i>	<i>0,29</i>	<i>0,46</i>	<i>2,9</i>	<i>62,5</i>
L9	12,5	0,70	2,00				
L10	13,0	0,80	2,10	0,31	0,47	3,0	64,6
L11	12,3	1,00	1,90				
L12	12,70	1,20	2,20				
<i>Média de Operação3</i>	<i>12,6</i>	<i>0,93</i>	<i>2,05</i>	<i>0,31</i>	<i>0,47</i>	<i>3,0</i>	<i>64,6</i>
L13	13,2	0,80	2,10				
L14	13,3	0,90	2,00	0,28	0,44	2,9	61,2
L15	12,7	1,00	1,80				
L16	12,9	1,10	1,90				
<i>Média de Operação4</i>	<i>13,0</i>	<i>0,95</i>	<i>1,95</i>	<i>0,28</i>	<i>0,44</i>	<i>2,9</i>	<i>61,2</i>
<i>Teste H</i>				<i>0,309 < 7,81</i>			
Média Final	12,8	0,98	2,05	0,29	0,45	2,9	62,2

Quanto ao rendimento do sistema, obteve-se na melhor condição operacional rendimento 64,6 th⁻¹, ficando na média em 62,2 th⁻¹.

Na análise da eficiência, deve-se considerar que a impureza de entrada no sistema de limpeza, em média de 0,98%, inclui a quirela de milho, que no ato da operação das máquinas é segregada. Dessa forma, têm-se como impureza retida a soma da impureza e a quirela, obtendo-se a média de 0,74%. Assim, a eficiência do sistema foi da ordem de 75,5%. O sistema apresenta eficiência dentro do esperado para a prática.

4.4.2 Limpeza do trigo

A partir dos dados mostrados na Tabela 6, verifica-se que o pH do trigo aumentou em relação ao de entrada (pré-limpeza), apresentando média de 79,6. O resultado era esperado, visto que o produto foi previamente padronizado e secado. A umidade do produto mostra-se dentro dos parâmetros de comercialização e armazenagem, no caso perfazendo média de 12,8%, equivalente à umidade de saída do secador. A porcentagem média de impureza foi de 0,65% e o triguilho sofreu leve aumento em relação à pré-limpeza, ficando na média de 1,01%, possivelmente pela quebra de produto, decorrente da secagem e movimentação do trigo. No caso do trigo, a limpeza é realizada logo após a secagem.

Quanto ao comportamento operacional do sistema, verifica-se que a porcentagem de impureza média retida foi de 0,31%, o que, baseado na porcentagem de entrada de 0,65%, representa uma eficiência média de 48%. A porcentagem de quebrados retirada constitui a soma da quirela e do triguilho (0,48%), perfazendo uma eficiência de 48%.

O rendimento apresentado pelo sistema foi menor que para o milho. Na melhor condição de trabalho, observaram-se $49,9 \text{ th}^{-1}$. Na média, o sistema operou com $45,1 \text{ th}^{-1}$.

As observações mostram que as máquinas estão melhor adaptadas ao beneficiamento do milho do que de trigo. O fato pode ter sido influenciado pelo fato das máquinas, em ambas as culturas analisadas, atuarem com as correias de acionamento ligadas à polia recomendada para o milho e por não haver troca das peneiras.

O teste H, estatisticamente, rejeita a hipótese de haver diferença entre as médias de cada operação do sistema de limpeza do trigo. Quando da comparação operacional entre o beneficiamento de cada produto, o teste de U apresentou $z = 0,114$, menor que 1,65, em teste unilateral, também rejeitando a hipótese de diferença. Desta forma, as afirmações de melhor desempenho do sistema, para um determinado produto, constituem-se em observações meramente técnicas.

Tabela 6 – Características do produto e parâmetros operacionais do sistema de limpeza de trigo

Amostra	Características do Produto				Matéria Retida			Rend. Sistema (th ⁻¹)
	pH Kghl ⁻¹	Umidade (%)	Impureza (%)	Triguilho (%)	Imp. (%)	Quirela (%)	Triguilho (%)	
L1	79	12,0	0,60	1,20				
L2	79	11,3	0,70	0,80	0,31	0,22	0,30	45,9
L3	80	11,4	0,70	0,90				
L4	80	12,2	0,60	1,00				
<i>Média de Operação1</i>	<i>79,5</i>	<i>11,7</i>	<i>0,65</i>	<i>0,98</i>	<i>0,31</i>	<i>0,22</i>	<i>0,30</i>	<i>45,9</i>
L5	81	13,9	0,90	1,20				
L6	79	13,6	0,70	1,00	0,37	0,27	0,34	49,9
L7	80	13,8	0,80	1,10				
L8	80	13,2	0,70	0,90				
<i>Média de Operação2</i>	<i>80</i>	<i>13,6</i>	<i>0,78</i>	<i>1,05</i>	<i>0,37</i>	<i>0,27</i>	<i>0,34</i>	<i>49,9</i>
L9	80	12,5	0,50	1,00				
L10	79	12,7	0,60	0,90	0,30	0,19	0,22	42,6
L11	79	13,2	0,60	1,10				
L12	80	13,0	0,70	1,10				
<i>Média de Operação3</i>	<i>79,5</i>	<i>12,9</i>	<i>0,60</i>	<i>1,03</i>	<i>0,30</i>	<i>0,19</i>	<i>0,22</i>	<i>42,6</i>
L13	79	13,2	0,50	1,10				
L14	80	12,9	0,60	1,00	0,25	0,18	0,19	41,9
L15	80	13,3	0,60	0,90				
L16	79	12,8	0,50	1,00				
<i>Média de Operação4</i>	<i>79,5</i>	<i>13,1</i>	<i>0,55</i>	<i>1,00</i>	<i>0,25</i>	<i>0,18</i>	<i>0,19</i>	<i>41,9</i>
<i>Teste H</i>				<i>0763<7,81</i>				
Média Final	79,6	12,8	0,65	1,01	0,31	0,22	0,26	45,1

4.5 ARMAZENAMENTO

O armazenamento do produto pode ser realizado no armazém graneleiro ou no armazém do Instituto Brasileiro do Café - IBC. A opção depende do tipo de produto e do volume de recebimento, segundo os responsáveis pela unidade. Para a situação em análise, o trigo seguiu para o graneleiro e o milho para o armazém do IBC.

Nessa condição, a prática da unidade é de secar o produto destinado ao armazém do IBC, meio ponto abaixo da umidade-padrão, tendo em vista a não

existência de um sistema de aeração nesse armazém. Quanto ao graneleiro, o produto é enviado com até meio ponto acima da umidade-padrão. Nesse caso, a existência de um sistema de aeração contribui para a conservação do produto, reduzindo, ainda, alguns décimos de umidade do produto, o que é normal em aeração.

Como operações de controle de armazenagem, a unidade pratica a rastelagem do produto, junto a freqüentes amostragens e classificação, a fim de verificar a qualidade do mesmo.

Apesar de certa preocupação quanto ao armazenamento racional, observou-se pela análise do produto, no ato da expedição, a presença de milho ardido e alta porcentagem de quebrados, o que caracteriza problemas no armazenamento. A falta de um sistema de aeração e termometria dificulta a conservação da massa, de forma a fazer-se necessário um acompanhamento mais efetivo. Para o caso, a sondagem da massa torna vital a racionalização da atividade. A partir daí, é possível acompanhar a qualidade e temperatura do produto e justificar operações de transilagem. Cabe ressaltar que a movimentação do produto deve ser evitada, a fim manter a integridade física dos grãos.

A prática de caminhar sob o produto pode contribuir na identificação de pontos quentes, auxiliando a operação de sondagem já realizada pela unidade. Ainda, o registro das observações e medidas efetuadas durante todo o período de estocagem, permite o monitoramento e controle da qualidade do produto, devendo ser contemplado na forma de registros, pela unidade.

4.6 EXPEDIÇÃO

A expedição do produto é baseada em um contrato de comercialização que estabelece as características que ele deverá apresentar no ato do embarque, que dependem do comprador e da finalidade a que se destina o produto.

As características analisadas, no ato da expedição (Tabelas 7 e 8), referem-se a produtos anteriormente estocados pela unidade.

Tabela 7 – Características do produto na expedição/embarque de milho

Amostra	Características do Produto					
	Umidade (%)	Impureza (%)	Quebrado 3,5 mm (%)	Quebrado 5 mm (%)	Trincado (%)	Ardido (%)
E1	13,0	0,90	2,0	6,0	12,0	2,6
E2	13,0	1,00	2,4	5,6	12,3	2,0
E3	13,1	0,80	1,9	6,1	13,0	2,0
E4	13,8	1,00	2,2	6,3	13,0	3,0
E5	14,0	0,70	2,6	6,0	12,6	3,0
E6	13,5	0,80	1,8	6,2	12,8	2,9
Média Final	13,4	0,87	2,2	6,0	12,6	2,6
CV (%)	3,0	12,7	13,0	3,7	2,9	16,7

Tabela 8 – Características do produto na expedição/embarque de trigo

Amostra	Características do Produto			
	Umidade (%)	Impureza (%)	Av./trigulho (%)	pH kg/hl
E1	12,0	0,90	1,10	76
E2	12,8	0,80	1,20	82
E3	12,8	0,80	0,90	82
E4	12,8	0,60	1,10	82
E5	12,5	0,60	1,00	80
E6	12,8	0,90	0,85	81
Média Final	12,6	0,87	1,03	80,1
CV (%)	2,4	18,6	11,8	2,7

A expedição de milho foi realizada com base em um contrato de comercialização, que estabeleceu 14% como umidade máxima, impureza máxima de 1% e quebrado (na peneira de 3,5 mm) com limite de 3%. No caso do trigo, o contrato previu umidade de 13%, pH mínimo de 77, impureza máxima de 1% e avariados e trigulho abaixo de 1%.

As observações dão conta de que ambos os produtos embarcados corresponderam ao prescrito pelos contratos. Conforme a Tabela 7, verifica-se que o milho apresentou alta porcentagem de quebrados (3,5 mm), na ordem de 2,2%. Entretanto, tendo em vista os 3% previstos no contrato, caberia o acréscimo, na forma de liga, da diferença de quebrados, reduzindo às perdas econômicas vinculadas à descaracterização do produto.

A porcentagem de impurezas, na ordem de 0,87%, é explicada pela deficiência do sistema de limpeza e pela quebra do produto na movimentação. A quebra do produto gera pequenos fragmentos (quirela) que ficam retidos no fundo das peneiras de classificação e são consideradas impurezas.

O quebrado de peneira 5 mm não representou desconto. Entretanto, evidenciam-se problemas na movimentação e conservação do produto junto à porcentagem verificada de ardidos. Os trincados caracterizam suscetibilidade à quebra futura do produto.

A análise da expedição do milho evidencia a quebra de produto como maior problema da atividade. A soma dos quebrados, nas duas peneiras, chega à média de 8,2%, um valor considerável para o processo em questão.

Quando da expedição do trigo (Tabela 8), verifica-se que a porcentagem de avariados e triguilho manteve-se mesmo após a limpeza do produto. Apesar desta, o pH do produto o classifica como trigo superior.

O trigo apresentou porcentagem de impureza igual à expedição de milho. As diferenças verificadas na qualidade dos produtos, quando da comparação entre o milho e o trigo, em grande parte devem-se ao local de armazenamento. O milho foi estocado no armazém do IBC, o que exigiu maior movimentação pelas distâncias envolvidas e pela necessidade de resfriamento da massa, em virtude da falta de um sistema de aeração. O trigo, estocado no armazém graneleiro, exigiu menor movimentação e contou com sistema de aeração.

Cabe ressaltar que os contratos, principalmente de trigo, exigem isenção de insetos vivos e mortos. Desta forma, a presença de insetos, de qualquer forma, condiciona a prática de maquinação do produto antes da expedição, gerando nova quebra de produto. Daí, a importância de um tratamento racional e eficiente do produto, considerando uma boa limpeza, o tratamento químico preventivo e curativo quando do armazenamento e o controle da temperatura por meio de sistemas de aeração. Cuidados especiais na expedição, como a vistoria e limpeza dos sistemas de movimentação e das carrocerias dos transportadores, contribuem para a racionalidade do processo.

4.7 INCONVENIENTES TÉCNICO-OPERACIONAIS

Os principais inconvenientes e/ou gargalos do processo, relacionados aos equipamentos e procedimentos empregados pela unidade, são apresentados e discutidos, para a racionalização da atividade.

4.7.1 Determinadores de umidade

Os aparelhos utilizados na determinação da umidade do produto, na classificação e no acompanhamento da secagem são o GEHAKA, modelo G800 e o Universal, respectivamente. O aparelho Universal, segundo Luz (2002), tem limitações quanto à faixa de umidade medida com precisão. Geralmente, entre 18 e 22%, o aparelho não se apresenta confiável. No entanto, para o acompanhamento do processo de secagem, em que as umidades são inferiores, o mesmo pode ser empregado, como praticado pela unidade, desde que devidamente calibrado e operado com racionalidade. É importante lembrar que esse tipo de determinador de umidade é baseado no princípio da resistência elétrica, que avalia a umidade do produto nas suas camadas mais externas. Assim sendo, a umidade determinada logo na saída do secador não é a umidade média real, mas a média das porções mais externas dos grãos. Por isso, o produto “não pega umidade de volta alguns dias após a secagem”; o que ocorre é a redistribuição de umidade, da parte central dos grãos para a sua periferia, o que faz com que o aparelho leia valores maiores.

O manuseio das amostras, no procedimento de determinação da umidade, não segue padrões. Essas são submetidas à determinação da umidade com o produto ainda quente e tendo freqüente contato com as mãos do operador, principalmente, no ato da pesagem. A pesagem da amostra é feita às pressas em balança precária, não recebendo a devida importância do operador. Conforme Lazzari (1997), um erro de 1% na massa da amostra resulta em um erro de 0,3 pontos percentuais na determinação da umidade de milho.

Por vezes, a amostra recebe uma pré-limpeza antes de ser submetida à análise. Vale lembrar que as impurezas podem seguir para os armazéns, de modo a necessitarem também de secagem.

Quanto à operação do aparelho, apesar de seguir recomendações técnicas no que tange à pressão exercida, a leitura de temperatura nem sempre é tomada no termômetro do aparelho. Quando em temperatura ambiente elevada, os operadores costumam fixá-la em 25°C. Nesse caso, há de se considerar que, além do valor da temperatura ser um resultado extraído do aparelho determinador de umidade, é necessário deixar a amostra no aparelho por, pelo menos, três minutos. Isso permitirá, além da leitura da temperatura da massa, haver tempo suficiente para a sensibilização do megômetro, sem o que, não há precisão devida dos resultados lidos.

A determinação correta da umidade do produto, no ato da secagem, é fundamental à racionalização das etapas posteriores do processo. Exige-se atenção especial na amostragem e na manipulação das amostras, assim como, na calibração e operação do aparelho. Ele deve ser operado de acordo com as recomendações do respectivo fabricante.

4.7.2 Sistema de limpeza

As máquinas de pré-limpeza e de limpeza apresentam problemas comuns de operação, dentre eles, a desuniformidade de distribuição da massa, mais evidente nas máquinas de limpeza. Na pré-limpeza, a má distribuição não está relacionada às máquinas e sim ao sistema bifurcado de alimentação.

Operacionalmente, ambos os sistemas operam sem os sacos ciclones na ventilação, como são mostrados na Figura 6. Isso impossibilita a regulagem do fluxo de ar, compromete a eficiência e a higienização da unidade, gerando serviços adicionais de limpeza e constituindo uma prática ambientalmente incorreta.

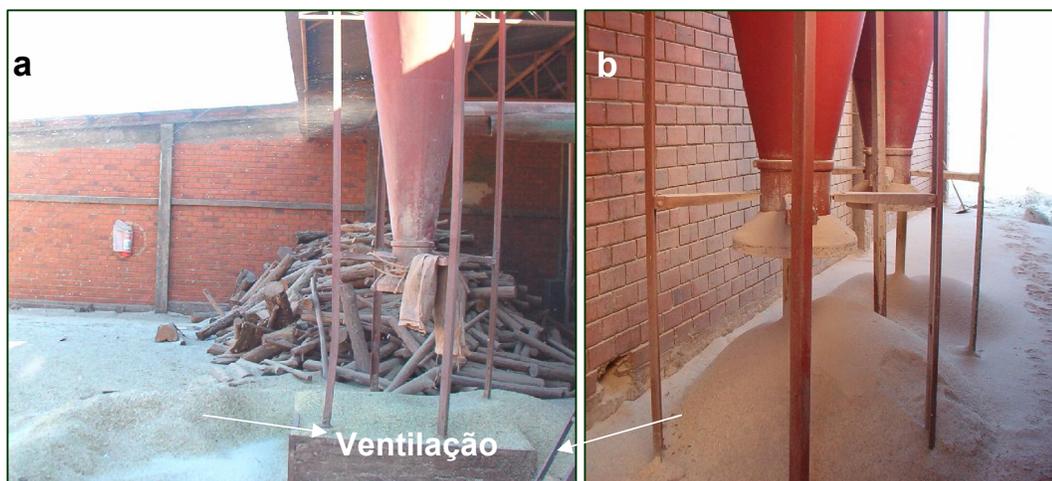


Figura 6 – Ciclonos do sistema de ventilação das máquinas de pré-limpeza (a) e de limpeza (b).

O ciclone da pré-limpeza fica próximo ao ciclone do secador, potencializando o risco das impurezas, na forma de fagulhas, chegarem à torre de secagem e provocarem incêndios.

Há de se considerar, ainda, que o pó e os materiais particulados de produto carregados pela ventilação, conforme Marchal (2005), além de constituir risco de explosão, e causador de diversas doenças e de contaminação ambiental. A exposição das ventilações ao ambiente ou mesmo a queima a céu aberto é passiva de legislação ambiental e constitui não-conformidade.

Conforme Paraná (2003), no Decreto 2.076

[...] a partir de 01/01/2006, as empresas ou empreendimentos potencialmente poluidoras deverão apresentar Relatórios das Auditorias Ambientais Compulsórias e respectivos Planos de Correção de não conformidades quando da solicitação da renovação de Licenciamento Ambiental.

O Decreto inclui como potencialmente poluidor as atividades agrícolas que manipulem e/ou utilizem-se de grandes quantidades de agrotóxicos.

Vale ressaltar que as unidades de recebimento, beneficiamento e armazenagem de produtos agrícolas estão diretamente relacionadas à cadeia alimentar e, desta forma, poderão em breve ser condicionadas às mesmas regras

legais de segurança alimentar atualmente empregada às indústrias e agroindústrias de processamento de alimentos. Podendo assim, serem obrigadas a implantarem um sistema de Boas Práticas de Armazenagem (BPA), assim como o sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPPC), já referenciados em Brasil na Portaria SVS/MS nº326 (1997) e artigos a fim de certificar a matéria-prima fornecida às indústrias de processamento de alimentos (GIORDANO, 1999). A certificação passa pelo controle e monitoramento de todos os resíduos que possam provocar contaminação ou poluir o ambiente.

4.7.3 Sistema de secagem

O acompanhamento e análise do sistema de secagem permitiram verificar que existe preocupação quanto ao consumo de lenha. No entanto, a alimentação da fornalha é realizada sem a devida atenção à distribuição regular da lenha na grade. O fato pode dar preferência à passagem do ar, diminuído sua eficiência e potencializando o carregamento de partículas e/ou faíscas para a torre de secagem.

O ciclone apresenta aberturas inferiores desprotegidas, possibilitando a entrada de sujeira, potencializando incêndios. Não existe controle do fluxo de ar nas aberturas do ciclone, ou seja, a quantidade de ar que entra por ele é constante e independe do produto, umidade, ou fase de secagem. Ressalta-se, ainda, a obstrução das entradas de ar, tanto na fornalha, por lenha, quanto no ciclone, por sacaria diversa, conforme mostrado na Figura 7.



Figura 7 – Obstruções a tomada de ar na fornalha (a) e ciclone do sistema de secagem (b).

O controle de abertura do sistema de resfriamento não permite completo isolamento de entrada de ar, comprometendo a prática de secagem em torre inteira.

A limpeza do produto é geralmente realizada em fluxo contínuo com a descarga do secador. Entretanto, os procedimentos da unidade adotam a descarga do milho primeiramente em uma moega para posterior maquinação (Figura 8). A alegação é de resfriamento da massa, visto que a operação de secagem é realizada em torre inteira, não se utilizando o resfriamento do secador. Todavia, cabe reiterar que os testes indicam que a temperatura do milho, na saída do secador, não exige resfriamento adicional.

A prática não é comum para o produto trigo, que segue os procedimentos normais de beneficiamento.

A descarga do secador em uma moega inviabiliza sua utilização para o recebimento e condiciona o produto à quebra. Ainda que, por qualquer motivo, necessite-se realizar o procedimento, é importante minimizar o impacto do produto com as grades da moega, diminuindo a altura de descarga e/ou utilizando-se de sacaria ou ventilação para amortecerem a queda dos grãos.

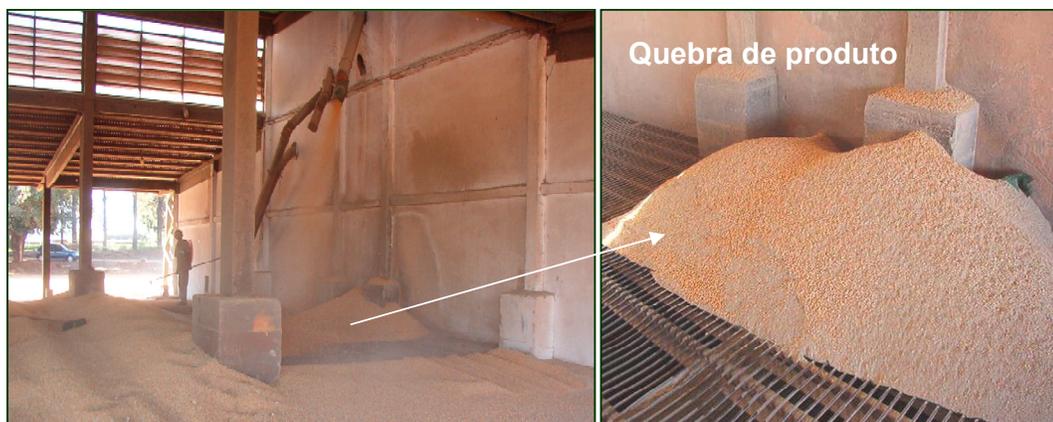


Figura 8 – Descarga do secador em moega, quando da secagem de milho.

A atual demanda de recebimento exige que a unidade seque o produto em diferentes turnos de trabalho, incluindo a noite. Isso faz com que o processo de secagem, além de dependente dos parâmetros normais de operação, fique sujeito à troca de informações entre os operadores, conforme verificado na unidade. As informações são geralmente anotadas em planilhas de controle e, muitas vezes, além de receberem interpretações diversas, não apresentam detalhes ou acontecimentos que garantam a racionalidade do processo. Desta forma, deve ser previsto, um tempo de encontro entre os trabalhadores de diferentes turnos, a fim de que todas as informações referentes ao andamento do processo sejam repassadas com segurança.

4.7.4 Armazenamento

Alguns inconvenientes do armazenamento são evidentes e discutidos quanto ao armazém do IBC. Como esse armazém não dispõe de células individuais de estocagem, existe o potencial de ocorrência de mistura de produto (Figura 9a), além de dificultar o tratamento do produto.



Figura 9 – Armazém do IBC – sistema de movimentação e forma de estocagem (a) tratamento do produto (b).

O atual sistema de armazenagem não dispõe de distribuidores de descarga, nem de aeração, condicionando o produto a movimentações adicionais para resfriamento da massa. Os distribuidores evitam que as impurezas e/ou quebrados se concentrem no meio da massa, reduzindo a formação de pontos quentes no produto e facilitando a aeração. Quando se dispõe de sistemas de aeração, o seu acionamento junto ao carregamento da célula ou armazém, contribui para ao resfriamento do produto e acomodação da massa.

O tratamento do produto é fundamental para a manutenção de sua qualidade, para o armazenamento prolongado. Dentre os tratamentos, o expurgo merece atenção especial pelo custo e eficácia no tratamento do trigo e do milho. O descaso na aplicação de defensivos significa ineficiência no controle de pragas, perda de tempo e gastos adicionais consideráveis. Na unidade, verificou-se a ineficiente vedação da massa e a má distribuição das pastilhas de gás-toxin, conforme se observa na Figura 9b.

A quantidade de produto para o tratamento deve ser calculada em função da massa que se pretende tratar e esse deve ser distribuído uniformemente e em profundidade na massa de grãos. Na vedação, devem ser utilizadas cobras de areia ou outros recursos que garantam o isolamento completo da massa e do ambiente, conforme já mencionado por Lorini (2005). A distribuição superficial

das pastilhas deve ser evitada a fim de garantir a ação do produto e evitar que as pragas adquiram resistência.

4.8 INCONVENIENTES ECONÔMICOS

As principais evidências de perdas econômicas, na unidade, são indicadas pela secagem excessiva e pelo índice de quebra de produto no processo de beneficiamento, observado em ambas as culturas analisadas. Os resultados são expressos em porcentagem, de modo a permitir avaliações futuras. A desuniformidade de secagem também representa perdas, que, apesar de não mensuradas, são discutidas na análise.

4.8.1 Perdas por secagem excessiva

A quebra-técnica por secagem excessiva do produto é comum nas unidades de beneficiamento, estando condicionadas à utilização irracional do sistema de secagem, à limitação de recursos operacionais do sistema e, principalmente, à alegação da necessidade de secar bem, a fim de um armazenamento seguro.

A partir das informações levantadas, verifica-se que em todas as operações de secagem analisadas, foi observado excesso de secagem do produto. Nas situações mais extremas, o milho chegou à média de 12,8% de umidade (operação 4 da Tabela 3) e o trigo à média de 11,9% (operação 1 da Tabela 4), ou seja, 1,38 e 1,25% abaixo da umidade de padrão de comercialização, respectivamente. A quebra por secagem excessiva, na média geral, foi 0,81% para o milho, tendo em vista uma umidade média de 13,3%, e da ordem de 0,23% para o trigo, tendo em vista uma umidade média de 12,8%. Se for considerada uma média de 0,52% de quebra entre as médias observadas para o milho e o trigo, isso extrapolado para a capacidade de armazenagem estática da unidade, no caso 1.100.000 sacas, significa dizer que 5.720 sacas de produto são

perdidas no processo. Essa massa, ao valor de R\$ 17,00 por saca, corresponde a perdas de R\$ 97.240,00 ou U\$ 43.217,78 (R\$ 2,25/U\$).

4.8.2 Desuniformidade de secagem

A partir das observações levantadas na avaliação do sistema de secagem, verifica-se dentro de cada operação (operação 3 – Tabela 3; operação 2 – Tabela 4) e nas diferentes operações do secador (operação 2 e 4 – Tabela 3; operação 1 e 2 – Tabela 4), consideráveis discrepâncias entre os valores de umidade final do produto. O fato caracteriza desuniformidade de secagem. Vale lembrar que essas diferentes umidades finais vão para o mesmo local de armazenamento.

Por falta de referências e padrões de comparação, não foi possível mensurar as perdas que a desuniformidade de secagem representa. No entanto, sabe-se que ela potencializa o ataque de pragas e fungos, dificultando o resfriamento do produto, o que certamente tem repercussão econômica na unidade.

A uniformidade de secagem depende de vários fatores, dentre os principais a boa segregação do produto. Isso diminui a variação entre as umidades iniciais do produto, o que pode ser auxiliado por um bom controle na quantidade e temperatura do ar de secagem (praticamente impossível quando do uso de fornalhas), assim como boa atenção na operação do sistema.

4.8.3 Perdas por quebra de produto

No milho, são comumente separados os quebrados que ficam retidos na peneira 3,5 mm e os que passam por ela são chamados fundo de peneira ou quirela, que é comercializada como subproduto e em poucos casos utilizada como elemento de liga, tendo em vista que é tida como impureza. No trigo, os quebrados junto aos grãos mal formados são os que ficam retidos na peneira 1,75 mm e, também, podem ser comercializados como subproduto, ou serem

utilizados como elemento de liga. Nesse caso, influenciam diretamente no pH do mesmo.

Como pode ser observado na Figura 10, o milho apresentava, no ato do recebimento, 0,93% de quebrados 3,5 mm. Após a secagem, passou a apresentar 2,05% de quebrados e, mesmo após a separação de 2,9% destes no ato da limpeza, verificou-se a presença de 2,15% de quebrados no momento da expedição. Ainda, a alta porcentagem de quebrados verificados, no ato da expedição, também evidência problemas nos transportadores e confirma a movimentação excessiva do produto no processo de transilagem, que é realizada no armazém do IBC, quando da necessidade de resfriamento da massa.

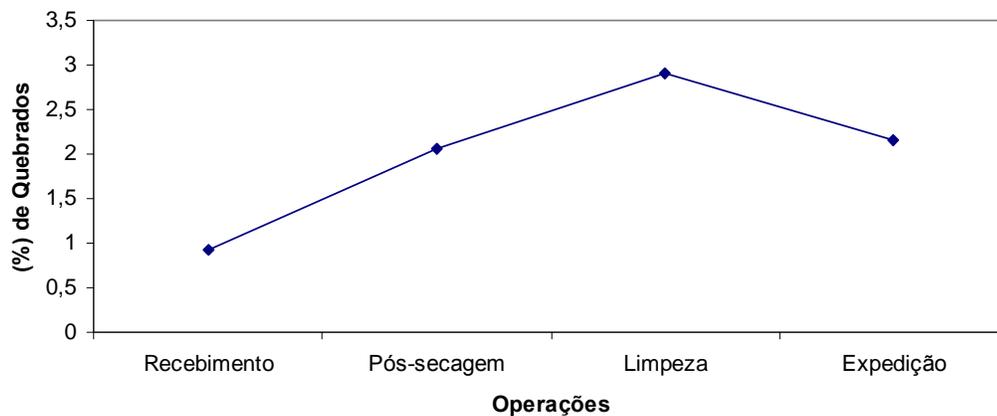


Figura 10 – Porcentagem média de quebrados nas diferentes operações do beneficiamento do milho.

Considerando a porcentagem de quebrados retidos pelo sistema (2,90%), descontado do apresentado pelo produto o ato do recebimento (0,93%) e da diferença entre o apresentado na expedição (2,15%) e o limite para comercialização (contrato com até 3% de quebrados 3,5 mm), observa-se uma quebra média de 1,12% do milho recebido.

O trigo apresentou menores índices de quebra no processo de beneficiamento (Figura 11). No entanto, encontra-se no limite para a

comercialização, não permitindo qualquer forma de liga. Nesse caso, evidenciam-se como perdas decorrentes do processo, simplesmente o quebrado retido pelo sistema de limpeza, ou seja, 0,48%.

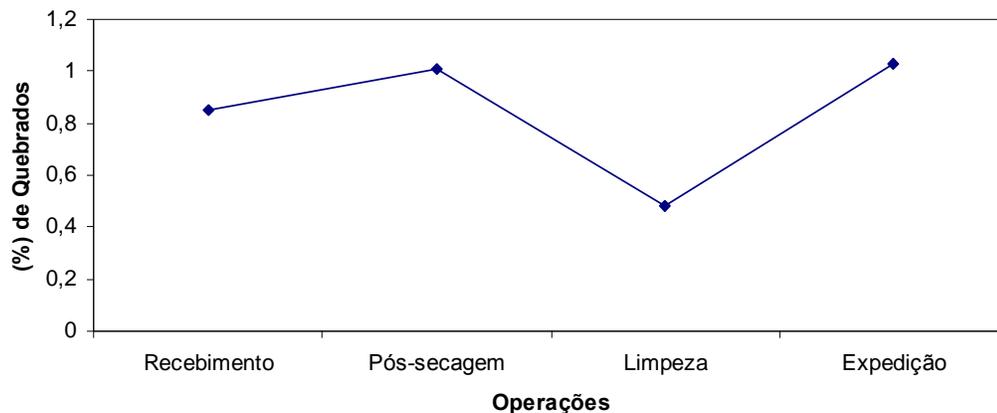


Figura 11 – Porcentagem média de quebrados nas diferentes operações do beneficiamento do trigo.

As perdas por quebrados, de ambos os produtos, representam uma média de 0,8%. O montante quando extrapolado à capacidade de movimentação da unidade perfaz um total de 8.800 sacas.

Os quebrados ficam armazenados à espera de uma oportunidade para serem acrescidos ao produto na forma de liga, ou são comercializados como subproduto, detidos de menor valor agregado. Informações levantadas junto às unidades de comercialização dão conta de uma diferença de, aproximadamente, R\$ 6,00 por saca, entre o produto padronizado e o seu quebrado. Tendo em vista o total de quebrados de 8.800 sacas e o valor desagregado por saca de R\$ 6,00, obtêm-se uma perda que corresponde R\$ 52.800,00 ou U\$ 23.466,67 (R\$ 2,25/U\$).

Há de se considerar, ainda, que os quebrados representam custos adicionais à unidade, por exigirem movimentações, maior mão-de-obra, tratamentos químicos e espaços para estocagem. Apesar de não terem sido mensuradas no trabalho, mas que certamente se somam às perdas totais da unidade.

5 CONCLUSÕES

A análise dos resultados permitiu concluir que:

- o sistema de recebimento não compreende a prévia classificação do produto;

- a amostragem e classificação seguem procedimentos próprios e apresenta não- conformidade com as técnicas recomendadas e estabelecidas pelas normas de classificação;

- o sistema de pré-limpeza apresenta baixa eficiência de limpeza e rendimento bem inferior ao especificado pelo fabricante;

- o sistema de secagem apresenta baixo rendimento operacional. A operação do sistema condiciona o produto a elevados gradientes de umidade e submete o produto à secagem excessiva;

- o sistema de limpeza apresenta boa eficiência quanto ao beneficiamento de milho, mas baixa eficiência na operação do trigo. O rendimento operacional apresentou-se baixo, em ambas as culturas;

- o sistema de armazenagem de milho submete o produto à elevada e freqüente movimentação, pela falta de aeração, contribuindo para quebra do produto;

- as somas das perdas por secagem excessiva e por quebra de produto podem atingir o valor de R\$150.000,00, quando da movimentação de 1.100.000 sacas de produto.

6 RECOMENDAÇÕES FINAIS

No intuito de contribuir com a racionalidade do processo, reduzindo perdas e otimizando operações, em cada etapa de beneficiamento, recomenda-se:

Recebimento e Segregação – no ato do recebimento, a amostragem e classificação do produto devem ser realizadas antes da pesagem da carga, deste modo as características do produto serão conhecidas, antes da entrada efetiva da carga nos registros da unidade. A amostragem deve ser realizada utilizando-se de caladores. O número de amostras deve ser adequado à forma, quantidade e tipo de produto transportado, conforme recomendações do Ministério da Agricultura. A segregação deve tomar como base as características apresentadas pelo produto em sua classificação, dar-se-á preferência à separação por grau de umidade, e quando possível à porcentagem de impurezas.

Limpeza – recomenda-se a substituição das máquinas de pré-limpeza e/ou atenção especial à manutenção, limpeza e regulagem dos sistemas. A manutenção deve ser realizada nos períodos de ante-safra, tomando conta, dos motores, mancais e correias. A retirada, verificação e limpeza do sistema de peneiras, assim como, sua adequação ao tipo de produto beneficiado, também se fazem necessário à melhoria do rendimento e eficiência das máquinas. A regulagem das máquinas, quando da rotação, deve ser realizada com base no tipo de produto (polias), com relação ao sistema de ventilação, deve ser baseada nas pressões de ar no ciclone, e na quantidade de impurezas retiradas sem que haja presença do produto. Os ciclones das máquinas devem sempre contar com sacarias, facilitando a regulagem pela verificação da pressão nesses e mantendo os redores e ambiente livre de impurezas.

Secagem – na secagem, recomenda-se a substituição ou reforma do secador analisado. Em caso de permanência do sistema, atenção deve ser destinada a interrupções nas entradas de ar da fornalha e do ciclone a fim de que sejam evitadas. Aumentar a capacidade de carga da caixa de alimentação e

eliminar entradas falsas de ar no secador, como no sistema de transmissão do exaustor, devem contribuir para melhoria do rendimento e eficiência da operação. O acompanhamento freqüente da operação, com determinações regulares de umidade, quantidade de ar, temperatura de secagem e do produto, assim como, evitar movimentações adicionais do produto após a secagem, contribuíram para uma secagem uniforme e para a redução de quebras nos produtos.

Armazenamento e Expedição – na armazenagem, para o caso do armazém do IBC, sugere-se sua divisão em células, que pode ser realizado com sacarias do próprio produto, a fim de evitar a mistura de produtos e, conseqüentemente aumentar a capacidade estática de armazenagem. A instalação de um sistema de termometria e de aeração, deve ser previsto, a fim de monitoramento e resfriamento da massa, de modo, a evitar movimentações adicionais e manter a conservação do produto. O rastreamento do produto dentro da unidade e o registro das práticas de armazenagem devem ser realizados, a fim de contribuir na manutenção de sua qualidade e na tomada de decisão quanto à ordem de comercialização. No tratamento do produto, deve contar com a dosagem correta e uma boa vedação da célula e/ou armazém. Em caso de tratamento de apenas algumas células, é importante que as demais recebam tratamento superficial, com pulverização de inseticidas, a fim de evitar o alojamento de pragas. Atenção deve ser tomada na expedição do produto, principalmente quando do carregamento de trigo, para o caso, deve ser prevista uma vistoria na carroceria dos caminhões, buscando verificar a presença de insetos. Em casos de controle, estas devem ser pulverizadas com inseticidas, limpas e carregadas *a posteriore*. Ainda, faz-se importante que as cargas permaneçam abertas por um determinado tempo na unidade, de preferência expostas ao sol, desta forma, caso existam insetos na massa, esses aparecerão na superfície da massa e/ou nas paredes da carroceria. Se for o caso, o produto deve ser descarregado, maquinado e/ou tratado.

Transportadores e equipamentos – para o caso em análise, sugere-se a verificação da rotação de operação dos transportadores (correias, elevadores) e a sua manutenção regular, a fim de reduzir perdas e quebras no produto. Os

equipamentos, como: balanças e determinadores de umidade, devem receber aferição pré-safra. Especificamente para os determinadores de umidade, esses devem ser calibrados no início da safra pelo método da estufa, podendo contar com as primeiras cargas recebidas para amostragem e comparação. O processo deve prosseguir com a aferição diária dos instrumentos que poderá ser realizada por meio do método de destilação.

REFERÊNCIAS

AHRENS, D.C.; BARROS, A.S.R.; VILLELA, F.A.; LIMA, D. Qualidade de sementes de milho (*Zea mays* L.) sob condições de secagem intermitente. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, SP, v.55, n.2, p.320-341, 1998.

ANDRADE, E.T.; CORRÊA, P.C.; ALVARENGA, E.M.; MARTINS, J.H. Efeito do impacto mecânico controlado sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Engenharia na Agricultura**, Botucatu, SP, v.7, n.3, p.148-159, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS MOAGEIRAS DE MILHO - ABIMILHO. **Colheita, recebimento, limpeza, secagem e armazenamento de milho**. Apucarana, PR: ABIMILHO, 2002. 23p. (Boletim técnico)

BRASIL. **INSTRUÇÃO NORMATIVA SARC nº7**, de 15/08/01. Regulamento técnico de identidade e de qualidade do trigo. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. 2001.

BRASIL. **PORTARIA nº11**, de 12/04/96. Critérios para a classificação do milho. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. 1996.

BRASIL. **PORTARIA SVS/MS nº326**, de 30/07/97. Regulamento técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos. Ministério da Saúde. 1997.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Produção agrícola brasileira**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/spa/anoario/>>. Acesso em: 2 abr. de 2005.

DALPASQUALE, V.A. Modelo matemático para simulação de resfriamento de produtos agrícolas em fluxos contracorrentes. **Acta Scientiarum**, Maringá, PR, v.24, n.5, p.1213-1217, 2002.

DINIZ, S.P.S.S. Grãos: infecção e colonização. **Grãos Brasil**, Maringá, PR, n.24, 2006.

FRANCESCHINI, A.S. et al. Avaliação da qualidade do milho BR-201 submetidos a diferentes condições de secagem. **Revista Brasileira de Armazenagem**, Viçosa, MG, v.21, p.13-16, 1996.

FESSEL, S.A. et al. Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho durante o beneficiamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.25, n.2, p.70-76, 2003.

GRAEFF, A. Armazenagem eficiência contra as perdas. **A Granja**. ed. 686, p.1-3, 2006.

GIORDANO, J. C. **Boas práticas de fabricação na indústria de alimentos**. São Paulo, [s.n.], 1999. 45p.

KOLLING, E. M. Desinfestação de pragas nas unidades de armazenamento. **Grãos Brasil**, Maringá, PR, n.23, p.7-8, 2006.

KRABBE, E. L. **Monitoramento e controle de fungos e micotoxinas em matérias-primas e rações**. São Bernardo do Campo, SP: [s.n.], 2000. 25p.

LAZZARI, F.A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações**. Curitiba, PR: [s.n.], 1997.148p.

LAZZARI, F.N. Controle do caruncho do feijão com terra de diatomácea. **Grãos Brasil**, Maringá, PR, n.23, p.15-16, 2006.

LIU, Q.; BAKKER-ARKEMA, F.W. Automatic control of crossflow grain dryers. Pt.1: Development of a process model. **Journal of Agriculture Engineering Research**, Orlando, v.80, n.1, p.81-86, 2001.

LOPES, J. Custos de secagem In: SILVA, J.S. (Ed.). **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de Fora, MG: Instituto Maria, 2000. p.199-229. Cap.9.

LORINI, I. Aplicação do manejo integrado de pragas em grãos armazenados. In: SIMPÓSIO DE PROTEÇÃO DE GRÃOS ARMAZENADOS, 1993, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo, RS: EMBRAPA- CNPT, 1993. p. 117-126.

LORINI, I. Qualidade na armazenagem de grãos: vedação de armazéns e o expurgo dos grãos. **Grãos Brasil**, Maringá, PR, n.20, p.19-20, 2005.

LUZ, M.L. Medidores de umidade. **SEED News - Revista Internacional de Sementes**, Pelotas, RS, v.6, n.1, p.7-12, 2002.

MAGALHÃES, P.M.; GROTH, Y. Efeito de diversos processos de secagem sobre a qualidade fisiológica da semente de *Brachiaria humidicola*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v.14, n.2, p.195-200, 1992.

MARCHAL, C.T. Poeira em grãos: riscos, perigos e soluções. **Grãos Brasil**, Maringá, PR, n.20, p.28-29, 2005.

OBANDO-FLOR, E.P. **Danos mecânicos em sementes de soja por meio da análise de imagens**. Piracicaba, SP, [s.n.], 2003. 86p.

PARANÁ. **DECRETO nº 2076 referente Lei 13.448**, de 11/01/02. Auditoria ambiental compulsória. Secretaria do Meio Ambiente. 2003.

PIEPADE, F.S.; FONSECA, H.; GLORIA, E.M.; CALORI-DOMINGUES, M.A.; PIEPADE, S.M.S.; BARBIN, D. Distribution of aflatoxins in contaminated corn fractions segregated by size. **Brazilian Journal Of Microbiology**, São Paulo, v. 33, p.12-16, 2002.

PORTELLA, J.A. **Secagem de grãos**. Passo Fundo, RS: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: Embrapa, 2001. 194p.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenagem de grãos**. Campinas, SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 2000. 666p.

PROFIQUA. In: **Boletim Informativo**, São Paulo, ano 5, n.13, 21p, 1999.

REZENDE, A.C. **Análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC) em unidades armazenadoras de grãos a granel**. 2003. 76f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

ROA, G. (Trad.). **Perdidas de post-cosecha de alimentos em países em desarrollo**. Viçosa, MG: Centro Nacional de Treinamento em Armazenagem, 1982. 213p. (CENTREINAR; 4).

SILVA, L. C. Operação de secadores cascata. **Grãos Brasil**, Maringá, PR, n.23, 9-14, 2006.

SILVA J.S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2000. 502p.

SILVA, J.S. **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de Fora, MG: Instituto Maria, 1995. 509p.

SILVEIRA, S.F.R.; SILVA, J.S.; PINTO, F.A.C. Armazenagem e comercialização de grãos no Brasil In: SILVA, J.S. (Ed.). **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de Fora, MG: Instituto Maria, 1995. p.199-229. Cap.1.

SINÍCIO, R.; SINÍCIO JR, A. Simulação de secadores de fluxo misto. In: AGROSOFT 97- SBI-Agro, 1., 1997, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte, MG: SBI-Agro, 1997. p.46-49.

SPIEGEL, M.R. **Estatística**. 3. ed. São Paulo: Makron Books, 1993. 642p.

WEBER, E. **Armazenagem agrícola**. 2. ed. Guaíba, RS: Agropecuária, 2001. 396p.

APÊNDICES

(Itens das Normas de Classificação de milho e trigo)

APÊNDICE A

CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DO MILHO

Portaria 11/96 Milho

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, DO ABASTECIMENTO E DA REFORMA AGRÁRIA

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO RURAL

PORTARIA Nº 11, DE 12 DE ABRIL DE 1996

O Secretário de Desenvolvimento Rural, do Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, no uso das atribuições que lhe confere o artigo 42, item VII, do Regimento Interno, aprovado pela Portaria Ministerial nº 787, de 15 de dezembro de 1993, tendo em vista o disposto na Lei nº 6.305, de 15 de dezembro de 1975 e no Decreto nº 82.110, de 14 de agosto de 1978, e

Considerando a importância da atualização e adequação da Portaria nº 845, de 08 de novembro de 1976, no que se refere a conceitos e critérios para a classificação do milho.

Considerando a necessidade premente de uniformização dos procedimentos para a classificação do produto em âmbito nacional, resolve:

Art. 1º - Definir os conceitos relativos ao grão de milho que seja considerado como mofado, fermentado até $\frac{1}{4}$, fragmento e prejudicado por diferentes causas, omitidos na Portaria nº 845/76 e de especial importância na determinação da qualidade do produto.

Art. 2º - Aprovar os critérios e os procedimentos em anexo para a classificação do milho.

Art. 3º - Estabelecer que para efeito de classificação oficial deverão ser exclusivamente observados os parâmetros, critérios e procedimentos previstos na Norma de Identidade e Qualidade do produto e nesta portaria complementar.

Parágrafo Único: Os critérios e procedimentos estabelecidos nesta Portaria deverão ser utilizados em caráter temporário, até a conclusão dos trabalhos de reformulação do padrão vigente.

Art. 4º - Os casos omissos serão resolvidos pelo Secretário de Desenvolvimento Rural.

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

CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DO MILHO

1 – IMPUREZAS - são consideradas as do próprio produto, bem como os grãos ou fragmentos de grãos que vazarem numa peneira de crivos circulares de 5mm (cinco milímetros) de diâmetro ou 12/64".

Matérias Estranhas - são considerados os grãos ou sementes de outras espécies, bem como os detritos vegetais, sujidades e corpos estranhos de qualquer natureza, não oriundos do produto.

2 - ARDIDO - considerar como ardido o grão fermentado em mais de $\frac{1}{4}$ de sua área total, observando-se ainda os seguintes critérios:

2.1 - Para mensuração visual da área atingida considerar como mais de $\frac{1}{4}$ do grão fermentado ou ardido, o grão alterado em sua cor ou visivelmente fermentado em toda a área do germe e mais qualquer parte do endosperma.

2.2 - Serão considerados como ardidos devido a semelhança de aspecto os grãos “queimados” ou sejam aqueles que apresentam alteração na coloração normal por ação de altas temperaturas dos secadores.

3 - FERMENTADO ATÉ $\frac{1}{4}$ - Considerar como fermentado até $\frac{1}{4}$, o grão que apresentar pontos de coloração escura de qualquer tamanho, desde que sejam visíveis a olho nu em até $\frac{1}{4}$ da área do grão.

OBSERVAÇÃO - $\frac{1}{4}$ da área do grão de milho corresponde aproximadamente a área do germe.

3.1 - PROCEDIMENTO - acrescentar no laudo a expressão “fermentado até $\frac{1}{4}$ ” no campo destinado aos defeitos leves; proceder a separação dos grãos defeituosos, pesar, determinar o percentual e em seguida, antes do uso da tabela de tolerância, juntá-lo ao total de avariados para enquadramento e tipificação.

4 - MOFADO - considerar como mofado o grão inteiro ou quebrado que apresentar no todo ou em parte, fungo (bolor), visível a olho nu.

4.1 - PROCEDIMENTOS - acrescentar no laudo a expressão “mofado” no campo destinado aos defeitos graves; proceder a separação dos grãos mofados, pesar, determinar o percentual e anotá-los no laudo, em seguida, juntar o percentual encontrado ao total de ardidos e brotados, para efeito de enquadramento e tipificação.

5 - CHOCHO OU IMATURO - considerar como chocho ou imaturo, o grão desprovido de massa interna, enrijecido e que se apresenta enrugado por desenvolvimento fisiológico incompleto.

5.1 - OBSERVAÇÃO - excluir do defeito os grãos pequenos e os de endosperma córneo (pontas de espiga).

6 - QUEBRADO - considerar como quebrado os pedaços de grãos sadios que ficarem retidos na peneira de crivos circulares de 5 mm de diâmetro ou 12/64”, bem como, o grão sadio no qual faltam pequenas partes ou contém pequenas lascas.

7 - FRAGMENTO - considerar como fragmento os grãos que vazarem na peneira de crivos circulares de 5 mm de diâmetro ou 16/64”.

7.1 - PROCEDIMENTOS - acrescentar no laudo a expressão “fragmentos”, separar o defeito, isolando-o da matéria estranha e impureza, pesar, determinar o percentual e anotar no laudo; em seguida, juntá-lo ao percentual de matérias estranhas e impurezas e somar para efeito de enquadramento e tipificação.

8 - PREJUDICADO POR DIFERENTES CAUSAS - considerar como defeituoso o grão inteiro ou quebrado que apresentar alteração no tegumento ou massa do grão em função de causas mecânicas, físicas ou biológicas.

8.1 - OBSERVAÇÃO - considerar como prejudicado por diferentes causas os grãos danificados por roedores e parasitas, entre outros; os grãos “trincados” e os que apresentam “risca branca” (ataque de Fusarium) não serão considerados como defeito.

9 - INSETOS VIVOS/SEMENTES TÓXICAS - proceder a desclassificação temporária, até o benefício ou expurgo de todo milho que for encontrado com insetos vivos ou presença de bagas de mamona ou outras sementes tóxicas.

10 – Dos Tipos

TIPOS	TOLERÂNCIAS MÁXIMAS		AVARIADOS (% em peso)	
	Umidade	Matérias Estranhas e Impurezas	Total	Máximo de Ardidos e Brotados
TIPO 1	14,5%	1,5%	11%	3%
TIPO 2	14,5%	2,0%	18%	6%
TIPO 3	14,5%	3,0%	27%	10%

11. Disposições gerais

11.1. Este Regulamento Técnico será também aplicável quanto à classificação dos produtos orgânicos e dos transgênicos, desde que os mesmos tenham cumprido previamente os trâmites necessários a sua identificação ou certificação, atestando-os como tal e, ainda, tenham atendido as disposições específicas vigentes.

11.2. É de competência exclusiva do Órgão Técnico do Ministério da Agricultura e do Abastecimento resolver os casos omissos, porventura surgidos na utilização do presente Regulamento.

APÊNDICE B

REGULAMENTO TÉCNICO DE IDENTIDADE E DE QUALIDADE DO TRIGO

Sarc. 007 08/01 Trigo

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO

SECRETARIA DE APOIO RURAL E COOPERATIVISMO

INSTRUÇÃO NORMATIVA SARC Nº 7, DE 15 DE AGOSTO DE 2001

O SECRETÁRIO DE APOIO RURAL E COOPERATIVISMO DO MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO, no uso da atribuição que lhe confere o inciso III, do art. 11, do Decreto nº 3.552, de 28 de junho de 2000, tendo em vista o disposto na Lei nº 9.972, de 25 de maio de 2000, nos arts. 8º e 12 e seus parágrafos do Decreto nº 3.664, de 17 de novembro de 2000,

Considerando a necessidade de disciplinar a classificação do trigo, facilitando e agilizando a comercialização desse produto mediante a uniformização de critérios, procedimentos e o uso de terminologia técnica única, e o que consta do Processo nº 21000.003336/2001-93, resolve:

Art. 1º Aprovar o Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade do Trigo, contido em anexo à presente Instrução Normativa.

Art. 2º Para o trigo importado, a presente Instrução Normativa será aplicada a partir do dia 01 de janeiro de 2002.

Art. 3º Esta Instrução Normativa entra em vigor na data de sua publicação.

REGULAMENTO TÉCNICO DE IDENTIDADE E DE QUALIDADE DO TRIGO

1. Objetivo: o presente Regulamento tem por objetivo definir as características de identidade e qualidade do trigo.

2. Âmbito de aplicação: este Regulamento Técnico será aplicado para atender a obrigatoriedade de classificação prevista nos incisos I, II e III, do art. 1º, da Lei nº 9.972, de 25 de maio de 2000.

3. Definição do Produto: entende-se por trigo os grãos provenientes das espécies *Triticum aestivum* L. e *Triticum durum* L.

4. Conceitos: para efeito deste Regulamento, considera-se:

4.1. Peso do hectolitro: é a massa de 100 litros de trigo, expressa em quilogramas, determinado em balança para peso específico;

4.2. Umidade: é o percentual de água encontrada na amostra do produto, podendo ser determinado por métodos indiretos, calibrados pelo método de estufa (método 44-15 A da American Association of Cereal Chemists, 1995);

4.3. Isento de substâncias nocivas à saúde: quando a ocorrência se verifica dentro dos limites máximos previstos na legislação específica em vigor;

4.4. Fisiologicamente desenvolvido (maduro): quando o trigo atinge o seu desenvolvimento fisiológico completo, característico da cultivar, e está em condições de ser colhido;

4.5. Grãos avariados: são os grãos que se apresentam danificados pelo calor, danificados por insetos, ardidos, mofados, germinados, esverdeados, chochos, bem como os quebrados (fragmentados) e o triguilho.

4.5.1. Grãos danificados pelo calor (queimados): são os grãos inteiros ou quebrados que apresentam a coloração do endosperma diferente da original, no todo ou em parte, devido à ação de elevada temperatura na secagem.

4.5.2. Grãos ardidos: são os grãos inteiros ou quebrados que apresentam a coloração do endosperma diferente da original, no todo ou em parte, pela ação de processos fermentativos.

4.5.3. Grãos mofados: são os grãos inteiros ou quebrados que apresentam fungos (mofo ou bolor) visíveis a olho nu.

4.5.4. Grãos chochos: são os grãos que se apresentam desprovidos parcial ou totalmente do endosperma, devido ao incompleto desenvolvimento fisiológico e que vazam através da peneira de crivo oblongo de 1,75 mm x 20,00 mm (espessura da chapa: 0,72 mm).

4.5.5. Triguilho: são os grãos que vazam através da peneira de crivo oblongo de 1,75 mm x 20,00 mm (espessura da chapa: 0,72 mm).

4.5.6. Grãos quebrados (fragmentados): são fragmentos de grãos que vazam através da peneira de crivo oblongo de 1,75 mm x 20,00 mm (espessura da chapa: 0,72 mm).

4.5.7. Grãos danificados por insetos: são os grãos ou pedaços de grãos que apresentam danos resultantes da ação de insetos e/ou outras pragas.

4.5.8. Grãos germinados: são os grãos que apresentam germinação visível.

4.5.9. Grãos esverdeados: são os grãos que não atingiram a maturação completa e apresentam coloração esverdeada.

4.6. Matérias estranhas: são todas as partículas não oriundas da planta de trigo, tais como fragmentos vegetais, sementes de outras espécies, pedra, terra, entre outras.

4.7. Impurezas: são todas as partículas oriundas da planta de trigo, tais como: cascas, fragmentos do colmo, folhas, entre outras.

4.11. Número de Queda (Falling Number): medida indireta da concentração da enzima alfa-amilase, determinada em trigo moído, pelo método 56-81B da American Association of Cereal Chemists (1995), sendo o valor expresso em segundos.

4.12. Alveografia: teste que analisa as propriedades de tenacidade (P), de extensibilidade (L) e o trabalho mecânico (W), necessários para expandir a massa, expresso em Joules (J), sendo determinado pelo método 54-30 A da American Association of Cereal Chemists (1995).

4.13. Fora de Tipo: refere-se ao produto que não atende, em 1 (um) ou mais aspectos, às especificações ou requisitos de identidade e qualidade estabelecidos neste Regulamento Técnico.

5. Classificação: o trigo será classificado em 5(cinco) classes e 3(três) tipos, de acordo com os seguintes critérios:

5.1. Classes: o trigo será classificado em 05(cinco) classes: Trigo Brando, Trigo Pão, Trigo Melhorador, Trigo para outros usos e Trigo Durum, definidas em função das determinações analíticas de Alveografia (Força de Glúten) e Número de Queda (Falling Number), conforme a Tabela I deste Regulamento.

5.2. Tipos: O trigo será classificado em 03 (três) tipos, expressos por números de 01(um) a 03(três) e definidos em função do limite mínimo do peso do hectolitro e dos limites máximos dos percentuais de umidade, de matérias estranhas e impurezas e de grãos avariados, conforme a Tabela.

GRÃOS DANIFICADOS						
Tipos	Umidade (% máximo)	Peso do hectolitro (kg/hl) (% mínimo)	Matérias estranhas e impurezas (% máximo)	Pelo calor, mofados e ardidos (% máximo)	Chochos, triguilhos e quebrados (% máximo)	Por insetos e/ou outras pragas, germinados e esverdeados (% máximo)
1	13,00	78	1,00	0,50	1,50	1,0
2	13,00	75	1,50	1,00	2,50	1,5
3	13,00	72	2,00	2,00	5,00	2,0

5.5. Insetos vivos e sementes tóxicas

5.5.1. Será exigida, previamente à classificação, o expurgo e/ou beneficiamento do produto que apresentar insetos vivos ou sementes tóxicas prejudiciais a sua utilização normal.

5.6. Desclassificação

5.6.1. Será desclassificado o trigo que apresentar uma ou mais das características indicadas abaixo, sendo proibida a sua comercialização para a alimentação humana. São elas:

5.6.1.1. Aspecto generalizado de mofo ou fermentação;

5.6.1.2. Resíduos de produtos fitossanitários, teor de micotoxinas, de outros contaminantes ou substâncias nocivas à saúde acima do limite estabelecido, por legislação específica vigente;

5.6.1.3. Mau estado de conservação;

5.6.1.4. Acentuado odor estranho de qualquer natureza, impróprio ao produto;

5.6.1.5. Presença de insetos vivos no produto destinado diretamente à alimentação humana.

8. Amostragem

8.1. Previamente à amostragem, deverão ser observadas as condições gerais do lote do produto e, em caso de verificação de qualquer anormalidade, tais como: presença de insetos vivos ou a existência de quaisquer das características desclassificantes (odor estranho, mau estado de conservação, aspecto generalizado de mofo, entre outras), adotar os procedimentos específicos previstos neste Regulamento.

8.1. A retirada ou extração de amostras em lotes de trigo, ensacado ou a granel, obedecerá aos critérios estabelecidos pela NBR 5425/85, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT e suas normas complementares, as NBR 5426/85 e 5427/85.

13. Roteiro de classificação do trigo

13.1. Coletar a amostra conforme os critérios definidos no item 8 do presente Regulamento.

13.2. Observar na amostra a ocorrência de fatores que possam ocasionar a desclassificação do lote, tais como odor estranho, mau estado de conservação, insetos vivos, etc.

13.2.1. Caso a amostra apresente características desclassificantes, proceder conforme o item 4 do presente Regulamento.

13.3. Homogeneizar a amostra média (1 Kg) destinada à classificação.

13.3.1. Todas as determinações qualitativas serão efetuadas com base nesta amostra, com exceção da classe do produto, que obedecerá aos procedimentos previstos no subitem 12.5.1. deste roteiro.

13.4. Aferir a balança.

13.5. Classificação

13.5.1. Determinação da Classe (Alveografia e Número de Queda): quando solicitado pelo interessado, será coletada amostra do produto conforme os procedimentos previstos no subitem 12.5.2., bem como no item da amostragem deste Regulamento, observando especialmente o que estabelece o subitem 8.1.8. (tamanho da amostra para determinação da classe).

13.5.3. Anotar no laudo os valores referentes ao W, L e P, informando-os também no Certificado de Classificação do produto.

13.6. Determinação da umidade: a umidade será determinada com a amostra em seu estado natural (sem limpeza), anotando no laudo o valor encontrado.

13.7. Determinação do peso do hectolitro.

13.8. Separação dos defeitos: pesar exatamente 250g (amostra de trabalho) para proceder à separação dos defeitos.

13.8.1. Passar a amostra na peneira 1,75mm x 20,00mm e o que vazar, com exceção das impurezas e matérias estranhas, serão considerados como chocho, triguilho e quebrados; em seguida, pesar separadamente e anotar no laudo os valores encontrados.

13.8.1.1. As impurezas e matérias estranhas que vazarem da peneira deverão ser juntadas àquelas que ficarem retidas; em seguida, pesar e anotar no laudo o valor encontrado.

13.8.1.2. Os insetos mortos encontrados na amostra serão considerados como matérias estranhas.

13.8.1.3. Os grãos chochos, quebrados e triguilho (sem outro dano) que ficaram retidos na peneira não serão considerados como defeitos.

13.8.2. Proceder à separação dos grãos danificados por insetos, danificados pelo calor, ardidos, mofados, germinados e esverdeados; em seguida, pesar separadamente cada defeito e anotar no laudo os valores encontrados.

13.8.2.1. O percentual encontrado de grãos germinados e de grãos esverdeados será de informação obrigatória no laudo e no Certificado de Classificação, mas não será considerado para efeito de enquadramento em tipo do trigo.

14. Disposições gerais

14.1. Este Regulamento Técnico será também aplicável quanto à classificação dos produtos orgânicos e dos transgênicos, desde que os mesmos tenham cumprido previamente os trâmites necessários a sua identificação ou certificação, atestando-os como tal e, ainda, tenham atendido as disposições específicas vigentes.

14.2. É de competência exclusiva do Órgão Técnico do Ministério da Agricultura e do Abastecimento resolver os casos omissos, porventura surgidos na utilização do presente Regulamento.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)