

# Perdas em transporte e armazenagem de grãos

Panorama atual e perspectivas



**ORGANIZADORES:** Paulo Cláudio Machado Júnior e Stelito Assis dos Reis Neto



**Conab** Companhia Nacional de Abastecimento



Perdas

# em transporte e armazenagem de grãos

Panorama atual e perspectivas

**Presidente da República**

Jair Messias Bolsonaro

**Ministra da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Tereza Cristina Corrêa da Costa Dias

**Diretor-Presidente da Companhia Nacional de Abastecimento**

José Samuel de Miranda Melo Júnior

**Diretor-Executivo de Gestão de Pessoas**

Bruno Scalon Cordeiro

**Diretor-Executivo de Operações e Abastecimento**

José Jesus Trabulo de Souza Júnior

**Diretor-Executivo Administrativo, Financeiro e de Fiscalização**

José Ferreira da Costa Neto

**Diretor-Executivo de Política Agrícola e Informações**

Sergio De Zen

**Superintendente de Armazenagem**

Stelito Assis dos Reis Neto

**Gerente de Armazenagem**

Paulo Cláudio Machado Júnior

# • Perdas em transporte e armazenagem de grãos

Panorama atual e perspectivas •



**ORGANIZADORES:** Paulo Cláudio Machado Júnior e Stelito Assis dos Reis Neto



**Conab** Companhia Nacional de Abastecimento

Copyright © 2021 – Companhia Nacional de Abastecimento – Conab  
Qualquer parte desta publicação pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.  
Disponível em: <http://www.conab.gov.br>

**Responsáveis Técnicos e Organizadores:** Paulo Cláudio Machado Júnior e Stelito Assis dos Reis Neto

**Coordenação Executiva:** Vitor Gonçalves Figueira

**Colaboradores:** Deise Menezes Ribeiro Fassio, Nilton Lelio De Melo, Athina Bárbara Medeiros e Souza, Erli de Padua Ribeiro, Fernanda de Matos de Souza e Rodrigo Grochoski.

**Editoração:** Superintendência de Marketing e Comunicação – Sumac / Gerência de Eventos e Promoção Institucional – Gepin

**Projeto gráfico e diagramação:** Guilherme Rodrigues e Luiza Aires

**Colaboração:** Ana Paula Silva Ponchio

**Revisão de texto:** Geiza Helena Lima

**Normalização:** Thelma Das Graças Fernandes Sousa – CRB-1/1843

Como citar a obra:

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perdas em transporte e armazenagem de grãos:** panorama atual e perspectivas. Brasília, DF: Conab, 2021. 197 p. Organizadores: MACHADO JÚNIOR, Paulo Cláudio; REIS NETO, Stelito Assis dos.

#### Dados Internacionais de Catalogação (CIP)

C737c Companhia Nacional de Abastecimento.

Perdas em transporte e armanenagem de grãos: panorama atual e perspectivas / Organizadores Paulo Cláudio Machado Júnior e Stelito Assis dos Reis Neto. – Brasília, DF: Conab, 2021.

197 p.

Disponível em: <http://www.conab.gov.br>

ISBN: 978-65-89447-00-9

1. Armazenamento. 2. Abastecimento. 2. Grãos. I. Título.

CDU: 631.563

Ficha catalográfica elaborada por Thelma Das Graças Fernandes Sousa CBR-1/1843

#### Distribuição:

Companhia Nacional de Abastecimento

Superintendência de Armazenagem

SGAS Quadra 901 Bloco A Lote 69, Ed. Conab - 70390-010 – Brasília-DF

+55(61) 3312-6113 / 3312-6107

<http://www.conab.gov.br>

[suarm@conab.gov.br](mailto:suarm@conab.gov.br)

Distribuição gratuita

# Sumário

Apresentação.....	8
Prefácio.....	10
Introdução.....	12
I ASPECTOS PRELIMINARES	
Pérdida y el desperdicio de alimentos en la seguridad alimentaria y nutricional.....	15
Integração entre modais e sua influência na perda de grãos.....	18
II REDUÇÃO DE PERDAS E DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS (PDA) - AÇÕES NO CHILE E NA ARGENTINA	
Pérdida y desperdicio de alimentos (PDA) en Chile: iniciativas en el sector de cereales.....	23
Investigación: pérdida de alimentos en las cadenas de cereales y oleaginosas.....	33
III PERDAS DE GRÃOS NO BRASIL - ABORDAGENS E INICIATIVAS MITIGATÓRIAS	
Projetos de extensão com técnicas para redução de perdas de grãos no armazenamento ..	47
O custo do desperdício na logística do agronegócio no Brasil.....	58
Novas tecnologias aplicadas à pós-colheita para mitigação de perdas qualitativas e quantitativas.....	75
Logística de escoamento dos produtos agropecuários no Brasil: estrangulamentos dos fluxos de exportação.....	87
Perdas por qualidade nos grãos de soja nas safras 2014-15 a 2016-17.....	100
Perdas na logística dos granéis sólidos agrícolas no Brasil.....	117
IV ESTUDO CONAB/CNPQ SOBRE PERDAS DE GRÃOS NA ARMAZENAGEM E NO TRANSPORTE	
Armazenamento de arroz no Brasil - Avaliação, manejo operacional e tecnológico para redução de perdas.....	127
Perdas qualitativas e quantitativas no armazenamento de trigo.....	142
Perdas no transporte rodoviário de grãos.....	148
V PROTOCOLOS PARA A REDUÇÃO DE PERDAS NA ARMAZENAGEM DE ARROZ E TRIGO	
Protocolo tecnológico-operacional para armazenamento e qualidade de arroz para indústria.....	159
Protocolo tecnológico-operacional para armazenamento e qualidade de trigo para indústria.....	179

## Apresentação

A grande extensão do Brasil nos permite produzir o ano inteiro, com alta produtividade e culturas variadas. Temos aí grande vantagem comparativa. As distâncias do nosso país nos impõem também desafios de infraestrutura e logística. Tão logo os caminhões carregados deixam o campo, inicia-se a etapa em que o agronegócio brasileiro apresenta maior fragilidade. No comparativo com grandes concorrentes, estamos para trás no quesito logística.

A competência de profissionais brasileiros, no entanto, tem sido aplicada, e com afinco, para melhorar os resultados do armazenamento e transporte de cargas agrícolas. O Governo também tem dado contribuições para a melhoria das rodovias e integração de modais. Nesta obra, temos comprovações desses avanços e indicações importantes para novas providências. São resultados efetivos e evidenciam a importância de as soluções serem construídas em conjunto. Vê-se neste livro organizado pelos colegas da Conab o “entrelaçamento” de autores, especialistas que se debruçam em torno do assunto e trazem apontamentos de necessária complementariedade.

A publicação deste livro é um exemplo de “palco” que a Conab abre para o diálogo de especialistas dedicados ao agronegócio e à segurança alimentar. Neste caso, profissionais de diferentes instituições, que já se reuniram pessoalmente em dois eventos relevantes, agora têm seus trabalhos correlacionados e registrados nesta publicação sobre perdas no transporte e armazenagem de grãos.

Lembramos que centenas de profissionais da Conab, diariamente, se dedicam a gerar informações estratégicas e a aprimorar processos que tragam benefícios diretos à sociedade. E sabemos que nossas contribuições são maiores quando nos somamos a parceiros vocacionados aos mesmos objetivos.

A Conab, empresa pública com gestão baseada em eficiência, tem se aberto ao diálogo com instituições do próprio governo federal, estaduais e também internacionais, com unidades de ensino, pesquisa e demais organizações da sociedade. O objetivo é, simultaneamente, disponibilizar o que temos a contribuir, ter diagnóstico preciso das demandas e captar apoios para que a realização dos nossos trabalhos seja aprimorada.



Examinemos as parcerias que se efetivam na elaboração desta obra. Contamos com artigos de profissionais da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO/ONU), do Ministério da Agricultura do Chile, da Associação Civil Solidagro, da Argentina, da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq/USP), das Universidades Federal de Pelotas (UFPel), da Grande Dourados (UFGD), de Mato Grosso (UFMT), de Lavras (UFLA), das unidades Trigo e Soja da Embrapa e da Emater do Rio Grande do Sul.

São dezenas de especialistas que abordam temas como perdas e desperdício de alimentos e o impacto na segurança alimentar, protocolos de armazenamento, logística para exportação, perdas qualitativas e quantitativas, custo dessas perdas, novas tecnologias aplicadas à pós-colheita para mitigação de perdas, integração entre modais e sua influência na perda de grãos.

São assuntos com impactos significativos nos negócios dos agentes diretamente envolvidos e também para toda a sociedade que tem a oferta efetiva de alimentos diminuída por perdas de processo. Somente com a junção dos esforços questões complexas como estas serão amenizadas ou mesmo superadas.

A Conab está permanentemente aberta a parcerias construtivas. Que esta obra inspire outras a respeito da mesma temática e de tantas outras trabalhadas por profissionais igualmente competentes e comprometidos com a sociedade.

***Guilherme Soria Bastos Filho***

*Diretor-Presidente da Conab\**

***Bruno Cordeiro***

*Diretor de Operações e Abastecimento\**

\* Texto recebido para divulgação em 30/10/2020, cargos ocupados na época.

## Prefácio

A obra neste momento disponibilizada ao leitor, em sua Primeira Edição, representa uma simples porém pretenciosa tentativa de se apresentarem os principais aspectos relacionados a perdas e desperdícios de alimentos, com ênfase em grãos no pós-colheita. Sua publicação, em parte, representa o auge de um longo processo de pesquisa iniciado em 2014, sob iniciativa e patrocínio da Conab e executado por profissionais apoiados pelo CNPq, de Universidades nacionais e Embrapa. Um dos objetivos abrangeu a definição de parâmetros técnicos para perdas de grãos no seu transporte e armazenamento no Brasil, demanda de longa data do setor e com significativo potencial de subsidiar mudanças em suas relações comerciais.

Os importantes resultados obtidos nas pesquisas foram apresentados, sob merecido destaque, em eventos de âmbito nacional e internacional, com o título I SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PERDAS NA ARMAZENAGEM E TRANSPORTE DE GRÃOS, realizado em Brasília/DF, em 2018, e I SEMINÁRIO SOBRE EFICIÊNCIA E REDUÇÃO DE PERDAS NO ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DE GRÃOS NO BRASIL, ocorrido em Curitiba/PR, em 2019.

A abordagem da publicação consiste na reunião das principais palestras realizadas nesses eventos, proferidas por renomados profissionais do setor, de distintos órgãos de ensino, pesquisa e extensão, nacionais e internacionais. Seu arranjo no livro compreendeu a natureza temática do assunto e culminou em cinco capítulos distintos e concatenados. Tal disposição permite ao leitor a percepção da abrangência do assunto e o enfoque dado na obra, assim como possibilita sua leitura de acordo com o tema, delimitado por capítulos, mas alinhado sequencialmente à tese central proposta.

Na Introdução e capítulo I, são apresentadas as questões preliminares do objeto do livro, com a devida abrangência peculiar ao assunto, enfatizando-se a dimensão real do problema e magnitude de sua relevância. No capítulo II, a participação internacional é evidenciada com os registros das experiências para redução de perdas e desperdícios de alimentos no Chile e Argentina.

A experiência nacional correlata ao assunto é compilada no capítulo III, com abordagens e experiências mitigatórias sobre perdas qualitativas e quantitativas

de grãos, tanto no seu transporte, elucidando diversos aspectos logísticos do Brasil, quanto no seu armazenamento. Já os resultados das pesquisas sobre perdas de grãos no seu transporte e armazenamento, seção crucial da publicação, são apresentados no capítulo IV.

Finalmente, no seu último capítulo, o livro apresenta os Protocolos para a redução de perdas na armazenagem de grãos, especificamente, de arroz e trigo, com enfoque nos procedimentos tecnológicos e operacionais de armazenagem e qualidade para a indústria. Tais informações foram disponibilizadas para publicação primeiramente à Conab, em comemoração ao seu trigésimo aniversário, pelo Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS) do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial (DCTA) da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” (FAEM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Esse material faz parte da Série “Armazenagem com Precisão”, desenvolvida no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA), no Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos (CMPCTA) e no Polo de Inovação Tecnológica em Alimentos da Região Sul.

Consoante aos agradecimentos às instituições e profissionais que colaboraram para a consecução da obra, com merecida distinção à Conab pela iniciativa e protagonismo, desejo aos leitores momentos agradáveis e enriquecedores de imersão na temática ora publicada.

***Engº Agrº M.Sc. Paulo Cláudio Machado Júnior***  
*Gerente de Armazenagem*  
*Companhia Nacional de Abastecimento*

## Introdução

O empenho para se elevar a produtividade na agricultura é constante e tem sido exitoso. Nas etapas seguintes à colheita de alimentos e fibras, também têm sido feito esforços. O amplo segmento que engloba armazenagem e transporte de produtos agrícolas contabiliza alguns avanços. A situação atual é melhor que a de anos atrás, mas o desempenho agregado deste segmento tem, francamente, muito a fazer.

A redução das perdas e de custos proporciona benefícios que se revertem para todos: produtores, intermediários e consumidores, que passam a contar com maior quantidade de alimentos – à medida que diminui a parcela perdida entre o campo e a mesa – e a preços mais acessíveis.

O Valor Bruto da Produção Agrícola relacionado à cadeia brasileira de grãos no ano de 2020 está estimado em R\$ 577 bilhões, superior ao PIB argentino em 2018 (R\$ 520 bilhões). Perdas nesta cadeia, mesmo em percentuais baixos, podem custar valores financeiros significativos ao agro nacional.

O encadeamento no processo de perda pode ser iniciado em um detalhe durante a colheita, por exemplo, como a umidade da soja acima do recomendado. Se não corrigida, pode resultar em severas perdas de qualidade durante a armazenagem, ocasionando depreciação do valor da venda do produto.

De outro lado, temos as perdas quantitativas. Por exemplo, um caminhão que permite o “escorrimento” de milho durante o transporte da safra faz com que todos os insumos utilizados para aquela produção sejam perdidos nas vias nacionais.

Utilizando-se dados publicados pela Conab, identificamos que, apenas para milho e soja, os custos variáveis de produção podem representar a cifra de R\$ 60 bilhões. E parte desse valor investido acaba se perdendo em falhas nas operações de armazenagem e transporte.

O estudo das perdas que ocorrem no armazenamento e no transporte de grãos é, há muito, uma demanda do agronegócio brasileiro. Sua identificação e quantificação produzem informações fundamentais para a regulamentação do setor e im-

plementação de políticas visando sua minimização, evitando prejuízos aos produtores, às empresas e ao país.

Para o setor logístico, os índices de perdas, bem como os métodos para sua mitigação, também servem de referência para a tomada de decisões quanto à implantação de melhorias nas operações de armazenagem e de transporte de grãos.

Sendo assim, conhecer melhor os processos que causam as perdas de grãos permite a elaboração de protocolos que as reduzam. Para tanto, são necessários estudos e debates técnicos, que resultem em melhoria significativa do desempenho do setor agropecuário brasileiro.

É neste sentido que esta obra vem a contribuir.

*Eng<sup>o</sup> Agr<sup>o</sup> M.Sc. Stelito Assis dos Reis Neto*  
*Superintendente de Armazenagem*  
*Companhia Nacional de Abastecimento*

I



# Aspectos Preliminares

# Pérdida y el desperdicio de alimentos en la seguridad alimentaria y nutricional

ALAN BOJANIC

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA – FAO

ARTIGO RECEBIDO PARA PUBLICAÇÃO EM 15/10/2019

Las repercusiones de la pérdida y el desperdicio de alimentos (PDA) en la seguridad alimentaria y nutricional es un tema que afecta, en mayor o menor medida, a todos los países. Las pérdidas de alimentos a lo largo de la cadena agroalimentaria predominan en los países en desarrollo, las causas están relacionadas principalmente con problemas y deficiencias en los sistemas de producción, cosecha y poscosecha, empaque, logística, infraestructura, mecanismos de mercado y marcos regulatorios e institucionales. Los desperdicios están más ligados al comportamiento del consumidor, se manifiesta en mayor medida en los países desarrollados y hogares con un mayor nivel de ingresos.

Se estima que aproximadamente 1.300 millones de toneladas de alimentos se pierden cada año en todo el mundo. Eso significa más del 30% de toda la producción mundial de alimentos y el 15% de todas las calorías producidas, esto serviría para cumplir con las necesidades mínimas de energía alimentaria de 795 millones de personas. En América Latina se estima que 15% de los alimentos se pierden y desperdician, eso son cerca de 127 millones de toneladas por año; 28% se pierden en la producción, 22% en el manejo y el almacenamiento, 17% durante el proceso de comercialización y la distribución, el 6 % durante la transformación, es decir que el 73% son pérdidas durante la cadena de suministro y utilización, el resto corresponde a estimaciones de desperdicios. Esto significa el desaprovechamiento de 348.000

toneladas de productos comestibles que podrían cubrir las necesidades mínimas de 300 millones de personas.

En América Latina el grupo de alimentos que más pierde o desperdicia son las frutas y hortalizas, llegando a casi el 55%, seguido de 40% del grupo de los tubérculos y raíces, posteriormente el grupo de pescados y mariscos, siendo estos grupos imprescindibles dentro de una alimentación saludable y variada. Se puede decir que en América latina se pierden y desperdician fuentes valiosas de micro y macronutrientes útiles para hacerle frente a los problemas de la malnutrición por déficit y exceso. También se pierden y desperdician en menor medida el grupo de los cereales en un 25%, el grupo de carnes, lácteos, legumbres y oleaginosas en un 20% cada uno.

El tema de Pérdidas y Desperdicios de Alimentos se está posicionando de una manera más transversal y globalizado porque tiene un impacto a todos los niveles a lo largo y ancho de todo el sistema de alimentario, provocando impacto en toda la seguridad alimentaria y nutricional.

Los estudios llevados a cabo por diferentes instituciones, incluida la FAO, afirman que las PDA tienen un impacto negativo a largo plazo por el uso insostenible de los recursos naturales, consumo innecesario de tierra, agua, energía e insumos, esta pérdida de recursos afecta la disponibilidad y el acceso a alimentos de calidad debido al encarecimiento de los precios y disminución de la disponibilidad además de los problemas relacionados con el hambre, la desnutrición y la seguridad alimentaria y nutricional.

El consumo y la producción sostenible son de las herramientas más valiosas para fomentar el uso eficiente de los recursos y la energía, vaticinar y planificar en cada uno de los eslabones de la cadena agroalimentaria el buen uso de los recursos y la energía. Las PDA son un fenómeno de difícil cuantificación debido a la multi-causalidad, sin embargo, son un fenómeno prevenible con el trabajo conjunto de todos los actores involucrados. El último informe del Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación (State of Food and Agriculture – SOFA/FAO), en 2019, hace el llamado que la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos debe considerarse como una forma de lograr otros objetivos, principalmente en la eficiencia del sistema alimentario, en la seguridad alimentaria y la nutrición, y en la sostenibilidad del medio ambiente.



Existen intervenciones a múltiples escalas, donde la educación y la concientización son intervenciones insuficientes, pero necesarias. El trabajo a largo plazo en la prevención de las PDA debe estar enmarcado en el desarrollo, construcción y promoción de sistemas alimentarios locales (agricultura familiar y agricultura sensibles a la nutrición) por mencionar algunos ejemplos, construcción de infraestructuras condicionadas al medio ambiente y al rescate de lo tradicional con la reivindicación del trabajo de los campesinos a pequeña escala que estén justamente remunerados. Todas estas acciones tienen un valor tácito de mejorar la calidad de vida, menor contaminación, reducción de los costos económicos y ambientales de la producción de alimentos.

En la actualidad, el consumo de los recursos naturales va en aumento, el mundo continúa lidiando con desafíos relacionados con la contaminación del aire, el agua y el suelo y las consecuencias de la huella de carbono de cada bien, servicio y alimento que consumimos/producimos. El objetivo del consumo y la producción sostenibles es hacer más y mejores cosas con menos recursos y residuos. Se trata de crear ganancias netas de las actividades económicas mediante la reducción de la utilización de los recursos, la degradación y la contaminación, logrando al mismo tiempo una mejor calidad de vida. Se necesita, además, adoptar un enfoque sistémico y lograr la cooperación entre los participantes de la cadena de suministro y utilización, desde el productor hasta el consumidor final.

Desarrollar estrategias y priorizar acciones para prevenir la PDA se hace mandatorio. Se requiere fortalecer la información acerca de cuánto, dónde y por qué se dan las PDA a nivel local, por grupos de alimentos, por cadenas productivas en diferentes escenarios geográficos y contextos económicos, sociales, culturales y de infraestructura en los diferentes eslabones del sistema agroalimentario, y lógicamente calcular la pérdida económica asociada. Cada acción, estudio, iniciativa y programa que nos lleve a vislumbrar cómo lograr reducir las PDA es un avance valioso para el logro en conjunto y articulado de todos los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible), promovidos en la Cumbre de las Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible.

# Integração entre modais e sua influência na perda de grãos

FERNANDO JOSÉ DE PÁDUA COSTA FONSECA

DIRETOR DE OPERAÇÕES E ABASTECIMENTO-DIRAB/CONAB ENTRE 27/09/2018 E  
21/02/2019

ARTIGO RECEBIDO PARA PUBLICAÇÃO EM 12/10/2019

A logística é uma operação inerente a qualquer cadeia produtiva, em virtude de as zonas de produção estarem deslocadas das áreas de consumo. Ela não agrega valor ao produto, mas interfere sobremaneira na sua competitividade.

O aporte de tecnologias ao longo dos últimos 40 (quarenta) anos, a exemplo da adaptação da cultura da soja às condições do cerrado brasileiro, o sistema de plantio direto e o melhoramento genético, entre outras, permitiu significativa expansão da fronteira agrícola e assegurou ao produtor condições de competir no mercado internacional de commodities agrícolas.

Se da porteira para dentro a agricultura brasileira deu um salto de produção e produtividade, a logística necessária ao armazenamento e escoamento da produção caminhou a passos lentos. E são vários os problemas.

Na armazenagem, a questão abarca tanto o déficit da capacidade estática quanto a má distribuição das unidades armazenadoras, o que repercute também nos níveis de perda observados.

De acordo com estudos realizados, a capacidade total de armazenamento de produtos agrícolas em um país deve ser aproximadamente 20% maior do que a sua produção. No Brasil, na safra de 2018/19, esse percentual alcançou tão somente 70,2% da produção brasileira de grãos (produção foi de 242,0 milhões de toneladas

e capacidade estática era de 169,8 milhões de toneladas). Já na safra 2019/20, representou 67% (253,7 milhões de toneladas produzidas e 170,1 milhões de capacidade estática).

O problema foi agravado pela distribuição inadequada das estruturas de armazenagem: falta armazéns nas propriedades brasileiras. Em 2018, apenas 15,8% da capacidade estática ocorria a nível de fazenda, e tal relação percentual praticamente se manteve, 15,8% em 2019 e 15,7% em 2020, sendo considerado neste, até o mês de setembro.

A falta de armazém na propriedade impede o agricultor de reter o seu produto para comercializá-lo nas ocasiões em que o mercado oferece melhores preços. Resulta, também, em prejuízos decorrentes de perdas pela deterioração dos grãos em virtude de o armazenamento em condições inadequadas.

No que concerne ao transporte das commodities agrícolas desde as regiões produtoras, os problemas abrangem tanto o modal preferencialmente utilizado como as condições de conservação da infraestrutura viária.

No Brasil, grande parte da produção de grãos é transferida das regiões originadoras para os portos e locais de consumo por via rodoviária. É o caso da Companhia Nacional de Abastecimento – Conab, que remove todos os estoques públicos sob sua responsabilidade pelo modal rodoviário.

Ocorre que essas operações, em geral, envolvem percursos de longa distância, situação em que o uso da rodovia é menos competitivo do que outros modais de transporte. Adicionalmente, as condições precárias de conservação das estradas oneram o valor do frete e acarretam perda física das mercadorias, comprometendo ainda mais a rentabilidade da atividade agrícola.

O desenho adequado do modelo logístico para os granéis vegetais tem que privilegiar a integração dos modos de transporte, com o aproveitamento das vantagens competitivas que cada um deles oferece e as peculiaridades das regiões produtoras.

Dentro dessa concepção, os terminais integradores devem estar situados próximos aos polos de produção, sendo alimentados por veículos rodoviários para proceder a armazenagem transitória naqueles locais, para daí acessar às instalações portuárias (exportação) e demais centros de consumo distribuídos pelo país, me-

diante a utilização dos modais ferroviário e/ou hidroviário, a depender da otimização logística selecionada.

Pode-se citar a operadora logística VLI, assim como diversas tradings, por exemplo Amaggi, que adotam a referida logística para manter a competitividade de suas operações de exportação, na medida em que transportam graneis agrícolas que são cargas de baixo valor agregado, percorrendo significativas distâncias desde as regiões produtoras.



II



# Redução de Perdas e Desperdício de Alimentos (PDA)

Ações no Chile e na Argentina

# Pérdida y desperdicio de alimentos (PDA) en Chile: iniciativas en el sector de cereales

DANIELA ACUÑA REYES, PILAR EGUILLOR RECABARREN

OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS, MINISTERIO DE AGRICULTURA, CHILE

ARTIGO RECEBIDO PARA PUBLICAÇÃO EM 15/10/2019

**RESUMEN.** Las pérdidas y desperdicios de alimentos están cada vez más en la agenda pública. En Chile se han desarrollado diversas iniciativas para abordar esta problemática, sin embargo, no hay programas específicos en esta materia para el sector cerealero. No obstante ello, en 2015 se realizó un estudio para cuantificar pérdidas de arroz en un molino de Santiago, cuyos resultados son presentados en el siguiente artículo.

**PALABRAS CLAVES:** Pérdida y desperdicio de alimentos; PDA; Arroz; Cuantificación de PDA.

## 1. INTRODUCCIÓN

Chile es un actor reconocido en la industria alimentaria mundial, siendo líder en exportaciones de múltiples productos agroalimentarios, tales como frutas y vinos. Además, posee un sector cerealero con importancia para el mercado interno, y con amplia presencia de pequeños agricultores.

Por otro lado, hace ya un par de años que el tema de la pérdida y desperdicio de alimentos (PDA) ha estado en la agenda de diversas instituciones a nivel internacional, y crecientemente a nivel nacional. Hay compromisos adquiridos en el marco

de Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible, en particular el Objetivo de Desarrollo Sostenible 12.3 que señala que para 2030, se deberá reducir a la mitad el desperdicio mundial de alimentos per cápita en la venta al por menor y a nivel de los consumidores y reducir las pérdidas de alimentos en las cadenas de producción y distribución, incluidas las pérdidas posteriores a las cosechas.

En el marco del “Seminario Internacional sobre perdidas na armazenagem e transporte de grãos” realizado en noviembre de 2018 en Brasilia, organizado por Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), se preparó una presentación sobre las directrices e iniciativas para la reducción de las pérdidas de alimentos en Chile, con un foco en cereales, que es la base del presente artículo. A continuación, se presentará una sección con antecedentes sobre la agricultura y el sector cerealero chileno, para luego revisar las principales acciones que se han desarrollado en Chile para evitar y disminuir las pérdidas y desperdicios de alimentos, y se finalizará con la descripción de un estudio de caso realizado en una industria arrocera.

## 2 DESCRIPCIÓN DE LA AGRICULTURA CHILENA Y SU SECTOR CEREALERO

Chile es un país cuyo sector agrícola y forestal es motor de desarrollo integral, que reúne una intensa actividad primaria y secundaria proveedora de alimentos, y su directa relación con las personas y el medio ambiente donde se desenvuelven. De acuerdo a los registros del VII Censo Nacional Agropecuario de 2007, Chile contaba con un total de 301.376 explotaciones agrícolas. De ellas, el 73,4% son de un tamaño inferior a 20 hectáreas, el 19% se ubica entre 20 y 100 hectáreas, y un 7,6% presenta tamaños superiores a 100 hectáreas (ODEPA, 2019a).

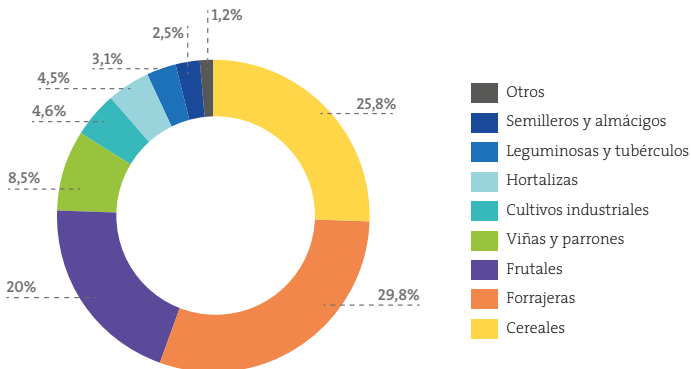
Debido a factores geográficos y económicos, la superficie de los suelos cultivados es bastante restringida, alcanzando en la actualidad a sólo 2.123.943 hectáreas. Esta superficie se distribuye en 1.303.210 hectáreas utilizadas en cultivos anuales y permanentes, 401.018 hectáreas en praderas sembradas y 419.714 hectáreas en barbecho y descanso.

Según estimaciones de Odepa (2020a) de la superficie total utilizada por el sector agropecuario, el 25,8% corresponde a cereales, 29,8% a forrajeras, 20% a frutales, 8,5 % a viñas y parronales, 4,6 % a cultivos industriales, 4,5 % corresponde a



hortalizas, 3,1 % a leguminosas y tubérculos, 2,5 % a semilleros y almácigos, y 1,2% a otros cultivos, como se observa en la Gráfico 1.

**Gráfico 1- Distribución de la superficie nacional plantada o sembrada, estimada, por rubro agropecuario**



Fuente: Elaborado por ODEPA 2020a, con información de INE, SAG y Cirén.

Como ya se mencionó, el sector cerealero chileno está básicamente enfocado en satisfacer la demanda interna, y en varios casos, se importan productos. Las principales políticas que se han desarrollado para el sector tienen que ver con la coordinación público-privada, a través de Comisiones Nacionales de trigo, maíz y arroz, la entrega de información relevante para la toma de decisiones a través de la publicación del costo alternativo de importación, y la ley de transacciones comerciales. Además, se ha desarrollado un programa de compra de trigo, y programas de asistencia técnica para la Agricultura Familiar Campesina (AFC), e incentivos para implementar prácticas para mejorar la degradación de suelos a través del Sistema de Incentivos para la Recuperación de Suelos Degradados (SIRSD-S). No se han desarrollado iniciativas, proyectos o programas para la prevención y reducción de las pérdidas alimentarias en el sector cerealero.

Dado que el caso de estudio que se presentará más adelante corresponde al sector arrocerero, a continuación, entregaremos algunos antecedentes sobre la producción y procesamiento de arroz en Chile. El sector arrocerero chileno se caracteriza por una oferta primaria atomizada y una demanda industrial concentrada. Existen alrededor de 1.500 productores de arroz, con una importante presencia de productores de la AFC, siendo el tamaño promedio de un pequeño productor arrocerero de

entre las 8 y 10 hectáreas, siendo la media nacional de alrededor de 12 - 14 hectáreas (ODEPA, 2017). La producción nacional de arroz se concentra en la zona centro del país en las regiones del Maule y Ñuble. Para la temporada 2018/2019 el 88 % de la producción se ubicó la Región del Maule, y el 12% en la región de Ñuble. Para esa misma temporada, el cultivo de arroz fue de 26.200 hectáreas, con una producción 174.900 toneladas, y un rendimiento de 66,6 qqm/ha (ODEPA 2020b). En 2019, el 57 % del arroz comercializado en Chile fue importado, siendo su origen de Argentina (71%), Paraguay (16 %) y Uruguay (5%) (ODEPA, 2020 c).

### 3 PÉRDIDA Y DESPERDICIO DE ALIMENTOS EN CHILE

En Chile, al igual que en muchos otros países, el tema de las PDA es relativamente nuevo, pero está tomando cada vez más importancia en la agenda nacional. Hoy existen distintas iniciativas en desarrollo para prevenir y evitar las pérdidas y desperdicios en todos los eslabones de la cadena alimenticia, desde medidas de gestión de agricultores y empresarios alimentarios, hasta acciones de concientización con los consumidores.

En términos de la gobernanza para las PDA, y siguiendo las recomendaciones de FAO a nivel regional, en 2017, se oficializó en Chile, el “Comité Nacional para la Prevención y Reducción de Pérdidas y Desperdicios de Alimentos” (EGUILLOR, 2019). Este Comité está conformado y presidido por Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), la Agencia Chilena para la Inocuidad de Alimentos (ACHIPIA), el Ministerio del Medio Ambiente, la Universidad de Santiago de Chile, la Red de Alimentos y Cadenas de Valor Sustentables, siendo la FAO su secretaría técnica. Entre los principales objetivos del Comité Nacional, se encuentra el facilitar y coordinar estrategias con los distintos sectores, con el fin de trabajar en la prevención y reducción de pérdidas y desperdicios de alimentos, contribuyendo así, a la competitividad y la sustentabilidad de los sistemas de producción agrícolas y proporcionar marco eficaz para la elaboración de leyes, políticas públicas, normas y acciones con el sector privado, investigación para cuantificar la pérdida de alimentos, vinculación con el medio para sensibilizar a la población, así como promover campañas de difusión para concientizar a los consumidores.

A continuación, se detallan algunas iniciativas de relevancia que se han llevado a cabo en Chile en relación a la cuantificación de las PDA, la investigación para el desarrollo de tecnologías e innovaciones, el rescate y la donación de alimentos, y la sensibilización y difusión en la materia.

En relación a la cuantificación de las pérdidas y desperdicios de alimentos, se han realizado diversos estudios en la materia. La Universidad de Santiago de Chile (USACH), a partir de un trabajo exploratorio en terreno, llegó a estimar las pérdidas en lechuga y papa, además de una estimación del desperdicio de pan a nivel de hogares en la Región Metropolitana de Santiago (SÁEZ, 2015). En tanto, la Universidad de Talca, el año 2011, realizó el estudio “Cuánto alimento desperdician los chilenos” (CASTRO, 2011).

Por otro lado, a través del programa “Cero Pérdida de Materia Prima en la Industria Alimentaria” de la Corporación de Fomento a la Producción (CORFO) (CORFO, 2017), se cuantificó la pérdida de materia prima en la agroindustria, desde su recolección hasta su recepción en la planta, con el fin proponer soluciones que permitan disminuir las pérdidas e incorporar innovación a los procesos. Además, se desarrolló el proyecto “Medición y manejo de las pérdidas de frutas y vegetales en la etapa de producción a nivel nacional en Chile”, financiado por One Planet de las Naciones Unidas para el Ambiente (PNUMA), que adaptó y validó una metodología para la cuantificación de las pérdidas de alimentos en las cadenas de producción de frutas y hortalizas chilenas, y generó una guía de buenas prácticas para productores (ONE PLANET, 2019).

En relación a la investigación e innovación para prevenir y reducir las PDA, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Inia) ha desarrollado una serie de investigaciones con el fin de reducir las pérdidas de frutas y hortalizas frescas y procesadas, en la fase de embalaje, almacenaje y transporte (INIA, 2017). El objetivo de las investigaciones es estudiar los problemas fisiológicos que afectan la conservación de frutas y hortalizas y difundir las soluciones tecnológicas que contribuyen a prolongar la vida postcosecha.

En materia de donación de alimentos, Chile cuenta con dos bancos de alimentos, administrados por la Red de Alimentos, que se encarga de rescatar, gestionar y almacenar alimentos aptos para el consumo humano, donados por las empresas, para su distribución a instituciones de apoyo social, las cuales están acreditadas

ante el Servicio de Impuestos Internos (S.I.I.) como receptoras de alimentos (RED DE ALIMENTOS, 2019). La Red de Alimentos ha rescatado más de 32 millones de kilos de alimentos y artículos de primera necesidad, desde su creación en 2010. Adicionalmente, a partir de septiembre de 2019, Chile cuenta con un nuevo Banco de Alimentos administrado por el Mercado Mayorista Lo Valledor que rescata, gestiona y entrega las frutas y verduras aptas para el consumo humano que donan los locatarios del terminal frutícola más grande del país.

En materia de sensibilización y difusión, se han realizado diversas actividades. Desde artículos y reportajes en medios masivos, charlas en colegios, organización de seminarios nacionales e internacionales, y actividades ciudadanas de recuperación de alimentos. En esta línea, el año 2018, la Corporación 5 al día de Chile, con el apoyo del Comité Nacional PDA publicó un Manual de Pérdidas y Desperdicios de Alimentos<sup>1</sup>, con la finalidad de concientizar a la población y entregar recomendaciones concretas para enfrentar esta problemática. El 29 de septiembre de 2019 el Comité Nacional de PDA en conjunto con la Municipalidad de Cerrillos, en donde se realizará la COP25, realizó la primera carrera 6k por el rescate de alimentos, donde alimentos recuperados de ferias hortofrutícolas y del mercado mayorista Lo Valledor fueron entregados a los participantes de la carrera y luego preparados y compartidos con la comunidad.

#### 4 INICIATIVAS EN EL SECTOR DE CEREALES

En esta sección se presentarán los resultados de un estudio de caso de cuantificación de pérdidas en un molino arrocero realizado en el marco de un trabajo de titulación de la Universidad de Santiago de Chile (LOPEZ, 2015). El molino es una empresa con más de 70 años operando en el mercado chileno, y que en la actualidad importa arroz.

Para la cuantificación, se analizaron las etapas de recepción y almacenaje de bodega; almacenaje de proceso; molino; envasado y paletizado. Se realizó una medición de la pérdida física de arroz, transformándola luego en pérdida económica y definiendo su equivalencia en raciones alimentarias. Los resultados encontrados se

<sup>1</sup> El Manual se puede descargar desde: [http://5aldia.cl/wp-content/uploads/2018/07/Manual\\_de\\_Perdida\\_y\\_Desperdicios\\_Alimentos-.pdf](http://5aldia.cl/wp-content/uploads/2018/07/Manual_de_Perdida_y_Desperdicios_Alimentos-.pdf)

presentan en la tabla 1.

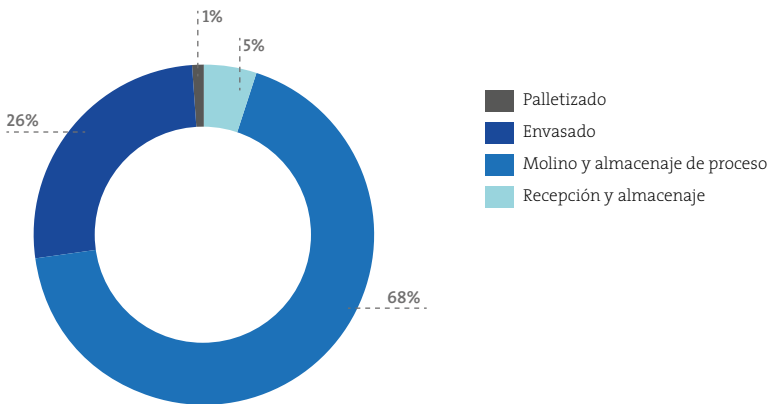
**Tabla 1 - Pérdida de arroz según tipo**

Tipo de pérdida	Resultado
Pérdida física	La pérdida promedio corresponde a 11.700 kg. mensual, de una producción mensual total de 2.400.000 kg. de arroz. Tasa de pérdida: 0,5% de cada quintal de arroz.
Pérdida económica	Pérdida económica promedio es de \$ 4.849.650 mensual (USD\$6.775)
Pérdida en raciones alimentarias	Corresponden a 12.763,6 raciones al año.

Fonte: Lopez, 2015

Además, se analizó en qué procesos se produce mayor pérdida, cuyos resultados se presentan en la Gráfico 2. La etapa de molino y almacenaje de proceso es dónde se producen las mayores pérdidas, seguido por el envasado, la recepción y almacenaje, y finalizando con el paletizado, que corresponde sólo a un 1% de las pérdidas.

**Gráfico 2 - Pérdidas de arroz según etapa de procesamiento en molino**



Fonte:Lopez, 2015

La cuantificación de las pérdidas busca obtener datos objetivos, que permita identificar los puntos críticos en los que se producen las pérdidas, identificar sus causas y poder tomar medidas para prevenirlas y reducirlas. Para este estudio de caso, las principales causas de pérdida se dieron por mal manejo del producto, así como por mala calidad de los sacos en los cuales se importa el arroz. En la Tabla 2 se

detallan las causas de pérdida identificadas para las distintas etapas del procesamiento del arroz en el molino.

**Tabla 2 - Causas de Pérdida según etapa de procesamiento**

Etapa	Causa de pérdida
Recepción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daño por pallet,</li> <li>• Mala manipulación grúa</li> <li>• Saco deteriorado</li> <li>• Descosadura sacos</li> </ul>
Almacenaje Bodega	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saco rotos,</li> <li>• Mala calidad del saco</li> <li>• Daño por pallet</li> <li>• Manipulación grúa</li> <li>• Daño en cinta</li> <li>• Presencia de hongo</li> </ul>
Almacenaje de proceso	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daño de saco por pallet</li> <li>• Manipulación de la grúa</li> <li>• Mal apilamiento de pallet</li> </ul>
Molino	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de zaranda,</li> <li>• Mala manipulación en la operación de flujo</li> <li>• Mal estado de pisos</li> <li>• Sacos abiertos</li> <li>• Mala manipulación del vaciador.</li> </ul>
Envasado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mala mantención de máquina</li> <li>• Mala operación u manipulación del maquinista</li> <li>• Falla en films envasador</li> <li>• Falla en films enfardador.</li> </ul>
Paletizado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atochamiento de contenedores</li> </ul>

*Fonte: Lopez, 2015*

A través de la identificación de las causas de pérdidas de arroz en el molino, se podrían implementar mejoras, que permitirían prevenir y reducirlas, con el consiguiente impacto positivo tanto a nivel ambiental, económico, como social.

## 5 CONCLUSIONES

Muchos países han comenzado a medir las pérdidas y desperdicios de alimentos con el fin de poder contar con una línea base sobre la cuál proponer acciones para prevenir y reducir las PDA, y de esta manera, contribuir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, donde una de las metas que se han definido, dice relación con reducir a la mitad las Pérdidas y Desperdicios de Alimentos per cápita al 2030. Chile ha avanzado en esta temática, con la constitución del Comité Nacional para la Prevención y Reducción de Pérdidas y Desperdicios de Alimentos, además de múltiples iniciativas en materia de estudios, investigación y desarrollo, donación de alimen-

tos, difusión y sensibilización.

No obstante estos avances a nivel nacional, en el sector cerealero existen pocos antecedentes sobre cuantificación y gestión de pérdidas. El presente artículo revisó un estudio de caso sobre el procesamiento de arroz en un molino de Santiago, siendo la etapa de molino y almacenaje de proceso aquella en la que se producen las mayores pérdidas. El estudio permitió identificar que los malos manejos y la mala calidad de los sacos de arroz eran las principales causas de las pérdidas, información relevante con la cual el molino podría tomar medidas para cambiar estas condiciones, y así prevenirlas y reducirlas, con las consiguientes mejoras en materia ambiental, social y económica.

## REFERENCIAS

CASTRO, M. **Cuánto alimento desperdician los chilenos**. Talca, Chile: Centro de Estudios de Opinión Avanzados, Universidad de Talca, 2011.

CORFO - CORPORACIÓN DE FOMENTO A LA PRODUCCIÓN. **Programa Cero Pérdida de Materia Prima en la Industria Alimentaria**. Disponible en: <https://transformaalimentos.cl/iniciativas-y-proyectos/iniciativas-de-articulacion-y-redes/>. Acceso en: 2017.

EGUILLOR, P. **Pérdida y desperdicio de alimentos en el sector agrícola: avances y desafíos**. ODEPA, 2019.

INIA - INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. **Líneas de investigación en Postcosecha**. Disponible en: <http://www.inia.cl/postcosecha/lineas-de-investigacion/>. Acceso en: 2019.

LOPEZ, Y. **Cuantificación de pérdidas en la cadena de valor del arroz en molino en la provincia de Santiago, Chile**. Trabajo de titulación para optar al título de Ingeniera en Agronegocios. Profesor Guía: Luis Sáez. Universidad de Santiago, Chile, 2015.

ODEPA - OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS. **Ficha Nacional, actualizada a septiembre de 2020**. 2020 a.

ODEPA - OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS. **Boletín de Cereales octubre 2020**. 2020b

ODEPA - OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS. **Presentación de la reunión 27 de agosto de 2020 de la Comisión Nacional del Arroz**. 2020c. Disponible en <https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/bitstream/handle/20.500.12650/70478/PresentacionComisionArroz20200827.pdf> . Acceso en: Octubre 2020.

ODEPA - OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS. **Panorama de la Agricultura Chilena**, 2019a.

ODEPA - OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS. Cereales: producción, precios y comercio exterior de Trigo, Maíz y Arroz. Avance información general al 26 de julio de 2017. Avance información importaciones al 24 de julio de 2017. **Boletín julio 2017**. 2017.

ONE PLANET. **Measurement and management of fruit and vegetable losses in the production stage at the national level in Chile**. Disponible en: <https://www.oneplanetnetwork.org/initiative/measurement-and-management-fruit-and-vegetable-losses-production-stage-national-level-o>. Acceso en: 2019.

RED DE ALIMENTOS. **Red de alimentos de Chile**. Disponible en: <http://web.redalimentos.cl/>. Acceso en: 2019.

SÁEZ, L. (2015). Pérdidas y Desperdicios de Alimentos en América Latina y El Caribe, FAO, **Boletín 2**, abril de 2015.



# Investigación: pérdida de alimentos en las cadenas de cereales y oleaginosas

MGTR. CECILIA THEULÉ, LIC. JULIETA ANSALDI

SOLIDAGRO ASOCIACIÓN CIVIL

ARTIGO RECEBIDO PARA PUBLICAÇÃO EM 26/09/2019

**RESUMEN.** El presente trabajo analizó y estimó cuantitativamente el volumen total aproximado de pérdidas de alimentos en las cadenas de cereales y oleaginosas (soja, maíz, trigo, girasol) en Argentina. El concepto de pérdida de alimento se aplica exclusivamente a la etapa productiva, desde el momento de la siembra hasta la entrega de los *commodities* en el puerto o en la planta industrial para su procesamiento. El enfoque de la investigación se centró en el seguimiento del ciclo de energía biológica que parte de los organismos autótrofos y que llega en forma de alimento al ser humano. La consideración de la eficiencia productiva tuvo en cuenta tanto los volúmenes comercializados como cereal en acopios y puertos, como también su eventual incorporación a la producción ganadera. A partir de la información relevada se estudiaron los conceptos de pérdida tolerable y no tolerable. Al aplicarlos a los puntos identificados de pérdidas, se concluye que hay etapas en la cadena donde las pérdidas son biológicamente tolerables y esperables –y no deberían denominarse pérdida–, etapas en que debiera mejorarse la eficiencia en la producción de alimentos y otras en las que la pérdida debe considerarse no tolerable y ser eliminadas por completo. Finalmente, los resultados nacionales sumados de las cuatro cadenas productivas arrojaron una pérdida del tipo difusa, en torno a los 8,7 millones de toneladas, siendo el transporte el punto más crítico para este tipo de pérdida.

**PALABRAS CLAVES:** Pérdidas de alimento; Cadenas de oleaginosas y cereales; Producción argentina; Solidagro; Fundación Cargill.

## 1. MARCO DENTRO DEL CUAL SE REALIZÓ EL TRABAJO

El Programa Nacional de Reducción de Pérdida y Desperdicio de Alimentos fue creado por el Ministerio de Agroindustria de la Nación en 2015 para atender las causas y los efectos de la pérdida y el desperdicio de alimentos. El 22 de septiembre de 2016 se firmó un Acuerdo Nacional de adhesión con diferentes entidades, cámaras e instituciones. Solidagro Asociación Civil, como firmante del Acuerdo, propuso en el 2018 liderar la estimación de las pérdidas de alimentos que se produjeran en la cadena de cereales y oleaginosas. Fundación Cargill, también como firmante del Acuerdo Nacional, decidió financiar la investigación. Todas las acciones están enmarcadas en el cumplimiento de los ODS<sup>1</sup>, en particular del Objetivo 12, Consumo y producción responsables. Dentro del objetivo, se apunta al cumplimiento de la Meta 12.3: “De aquí a 2030, reducir a la mitad el desperdicio de alimentos per cápita mundial en la venta al por menor y a nivel de los consumidores y reducir las pérdidas de alimentos en las cadenas de producción y suministro, incluidas las pérdidas posteriores a la cosecha.”

## 2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

### 2.1 ALCANCE

La investigación tomó como objeto material de análisis toda la cadena de producción primaria del girasol, maíz, soja y trigo en Argentina, destinada a alimento humano o a engorde de ganado, en balanceados o mezclas. El trabajo no considera alimento al que sea destinado a otros usos (investigación, biomasa, biocombustibles) diferentes de la elaboración de alimentos. Durante el relevamiento de datos, no se tuvieron en cuenta diferencias por variedad, debido a que la potencialidad como alimento humano de modo directo o indirecto, persiste en su estructura. Fi-

<sup>1</sup> La Agenda 2030 ha definido 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible con 169 metas, que fueron aprobados por 193 estados miembros de las Naciones Unidas. Cada país debe adaptarlos a su realidad y necesidades.

nalmente, se considerarán puntos críticos de pérdida aquellos que cumplen dos condiciones: 1) arrojan pérdida mayor a los estándares tabulados como tolerables<sup>2</sup> y 2) muestran una causa debida a aspectos técnicos, de manejo o manipulación del cultivo (esto es, que puede evitarse de alguna manera).

## 2 2 ALCANCE DE LOS CONCEPTOS Y DEFINICIONES EN EL TRABAJO

Entendemos como “pérdida de alimentos” la disminución en cantidad de alimento o materia prima apta para la elaboración de alimento humano o engorde de ganado, desde la siembra hasta el momento en el que el *commodity* es entregado para la carga en puerto (FOB= *free on board*) o hasta ingreso en plantas industriales para su procesamiento. No se consideró pérdida para este estudio a las derivadas de fenómenos climáticos extremos. Cuando se hable de suelo, se tomará la definición agronómica (no geológica) del suelo de Castro<sup>3</sup>.

Se aplicó el concepto de alimento únicamente referido a la alimentación humana. Los alimentos para ganado están incluidos, por tasas de conversión, en el concepto de alimento pero los alimentos balanceados de mascotas están excluidos.

No se consideró pérdida para este estudio la que se da por robo<sup>4</sup> de mercadería, si esa mercadería – por un camino no legal – se destina a alimento de ganado o se reincorpora por algún otro mecanismo al sistema comercial exportador o industrial para la producción de alimento.

Para el presente trabajo, se tomaron como válidos el cálculo, la metodología y los valores propuestos por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en su Proyecto de Eficiencia en Cosecha y Pos cosecha (PRECOP) para cada cultivo en cuanto a tolerancia en pérdidas.

## 2 3 ENFOQUE BIOLÓGICO

Una vez obtenidos todos los datos, se les dio una lectura de tipo eco-biológica, dejando de lado la consideración meramente económica. Esto es que, en el proceso de alimentación, el ser humano puede tomar la energía brindada por los cereales y oleaginosas de dos maneras:

2 Por el INTA y hasta la fecha (2018).

3 CASTRO NAVARRO, Carlos Mario. **Apuntes de Edafología II: Suelos Agrícolas**. Versión 9. Knol. 23 Nov. 2008.

4 De todos modos, la modalidad con la que se producen los robos fue recogida en la desgrabación de las entrevistas (específicamente la realizada a un transportista-camionero) y se incluyó en el informe final.

1. Directamente del vegetal (productor primario), sometiénolo a procesos de digestibilidad previo al consumo (fermentación, molienda, cocción, remojo, etc.)
2. Consumiendo carne de ganado (consumidor primario) que han tomado la energía generada por los vegetales en su alimentación.

## 2 4 ETAPAS EN LA INVESTIGACIÓN

Inicialmente y como punto de partida descriptivo, se tomó la Metodología de evaluación de cadenas agroalimentarias para la identificación de problemas y proyectos (MECA)<sup>5</sup>.

La recolección de datos teóricos tuvo tres etapas. La primera provino del estudio de documentación disponible y brindada por las organizaciones, de modo directo o a través de sus sistemas de información on-line. La segunda etapa fue la comunicación directa con los responsables de área de cada una de las organizaciones. La tercera etapa recogió los comentarios que cada organización brindó, luego de leído el borrador correspondiente a la cadena informada.

Los datos teóricos fueron complementados con la experiencia “de caso” en producciones agrícolas, ganaderas y lecheras. La investigación tomó en cuenta los datos proporcionados por los equipos humanos que gestionan las propiedades (propietarios, encargados, ingenieros agrónomos, transportista, etc.) y la recolección de datos de visu.

## 2 5 FUENTES

En la investigación se utilizaron únicamente datos de producción, criterios de tolerancia, información técnica, etc. de fuentes argentinas, provenientes de los documentos técnicos del Ministerio de Agroindustria de la Nación Argentina; los documentos e informes elaborados por la Bolsa de Cereales de Buenos Aires (y de entidades vinculadas) y la Bolsa de Comercio de Rosario (y entidades vinculadas); los documentos técnicos provistos por el INTA (proyecto PRECOP), la Asociación

---

<sup>5</sup> Ésta es una metodología desarrollada por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y aplicada en Latinoamérica, que proporciona diversos formatos que los investigadores pueden utilizar para documentar las condiciones de cada componente de una cadena agroalimentaria específica. Así se genera información de calidad para los tomadores de decisiones. Su función es brindar la base descriptiva para cada una de las cuatro cadenas de cereales y oleaginosas. Esta decisión metodológica servirá para facilitar los trabajos de comparación de la realidad productiva argentina con otras producciones de América.

Maíz y Sorgo Argentino (MAIZAR), Asociación Argentina de Trigo (ARGENTRIGO), la Asociación de la Cadena de la Soja (ACSOJA) y la Asociación Argentina de Girasol (ASAGIR). La información provista por la Asociación Argentina de Productores en Siembra Directa (AAPRESID) y la Asociación Argentina de Consorcios Regionales de Experimentación Agraria (AACREA).

## 2 6 ELECCIÓN DE LA CAMPAÑA A ANALIZAR

Durante el transcurso de la investigación, se produjo en Argentina la sequía más prolongada de los últimos 60 años. Debido a esta circunstancia, los números correspondientes a la campaña 2017-2018 no pueden ser tomados como referencia promedio de los volúmenes habituales de producción en el país. Por eso, para el trabajo, se decidió tomar los datos brindados por la campaña 2016-2017. Estos volúmenes presentan lo que, plausiblemente, puede esperarse de las próximas cosechas.

## 3 RESULTADO: PÉRDIDAS EN LAS CADENAS PRODUCTIVAS

Para el análisis de las pérdidas, se ordenaron los datos obtenidos en cuadros, diferenciados por cadena productiva. Para cada cadena se trabajó de la misma manera. A continuación, en la Tabla 1, se presenta el análisis de los resultados de la investigación referidos al maíz. Este cultivo – por su versatilidad- nos permite ver con mayor claridad la necesidad de considerar las producciones de modo integrado cuando nos referimos a alimento.

En la primera columna se presentan los promedios reales de pérdidas en el país (primera columna). Estas pérdidas reales arrojan una pérdida bruta (segunda columna), que se expresa como toneladas de macronutrientes (potenciales) en las siguientes tres columnas. En la sexta columna, se consigna la pérdida eventual del negocio agrícola, correspondiente a la valuación monetaria de las toneladas de pérdida bruta. Las siguientes tres columnas plantean una mejora de eficiencia por eventual destino de considerada pérdida al engorde de animales de corral. Entendemos que las producciones integradas tienen que ver con la consideración biológica del flujo de energía en las cadenas tróficas. Por tanto, debiera restarse de las pérdidas brutas aquellos volúmenes aprovechables para engorde de ganado o aves de corral.

**Tabla 1 - Cálculo de pérdida de alimento en la cadena productiva del maíz en Argentina**

Pasos en el proceso de producción (hasta puerto o entrada em planta)	Pérdida real (en tn/ha)*	Pérdida bruta (en tn) en alimento	HC (en tn)	Grasa (en tn)	Proteínas (en tn)	Total pérdida	Si va a alimento ganado/* ICA (índice)			Pérdida neta (en tn) si se incorpora variación por producción integrada
							Bovino	Porcino	Ave de corral	
Precosecha	0,067	341.700	246.707	13.326	34.170	\$55,7	1%	0%	1%	342.839
Cosechadora total	0,48	1.331.930	961.653	51.945	133.193	\$217,1	12%	0%	0%	1.305.291
Cosecha: por cabezal	0,35	1.062.128	766.856	41.423	106.213	\$173,1	5%	0%	0%	1.053.277
Cosecha: por cola	0,135	296.802	194.797	10.522	26.980	\$44,0	7%	0%	0%	266.655
<b>Total precosecha y cosecha</b>		<b>1.673.630</b>	<b>1.208.361</b>	<b>65.272</b>	<b>167.363</b>	<b>\$272,8</b>				<b>1.648.130,4</b>
Pasos en el proceso de producción (hasta puerto o entrada em planta)	Pérdida real (en tn/ha)*	Pérdida bruta (en tn) en alimento	HC (en tn)	Grasa (en tn)	Proteínas (en tn)	Total pérdida	Si va a alimento ganado/* ICA (índice)			Pérdida total (en tn)
							Bovino	Porcino	Ave de corral	
Acopio silo bolsa	0,02	97.300	70.251	3.795	9.730	\$15,9	10%	25%	0%	88.728
Acopio silo metal	0,02	97.300	70.251	3.795	9.730	\$15,9	5%	2%	0%	95.933
Acopio silo torta	0,048	233.520	168.601	9.107	23.352	\$38,0	90%	12%	10%	190.486
<b>Total acopio</b>		<b>428.120</b>	<b>309.103</b>	<b>16.697</b>	<b>42.812</b>	<b>\$69,78</b>				<b>375.147</b>
Transporte: Flete largo	0,73%	174.731	126.156	6.815	17.473	\$28,48	0%	0%	0%	174.731
Transporte: Flete corto	0,25%	59.840	43.204	2.334	5.984	\$9,75	0%	0%	0%	59.840
<b>Total transporte</b>		<b>234.571</b>	<b>169.360</b>	<b>9.148</b>	<b>23.457</b>	<b>\$38,24</b>				<b>234.571</b>
<b>Pérdidas totales</b>		<b>2.336.321</b>	<b>1.686.824</b>	<b>91.117</b>	<b>233.632</b>	<b>\$381</b>				<b>2.257.848</b>

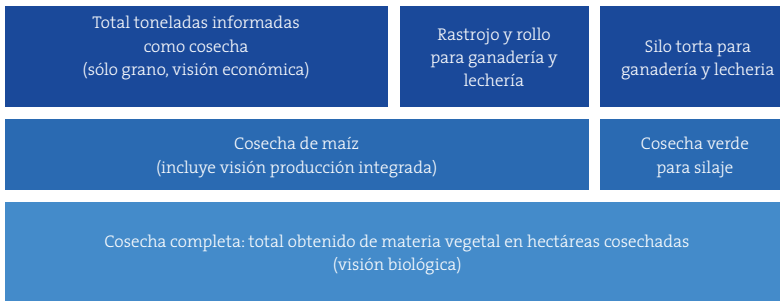
Fonte: o autor

En el caso específico del maíz, y por sus características para alimentación animal e incorporación de materia seca a la estructura de los suelos, el cálculo de pérdidas tiene muchas facetas posibles. Aunque serían posibles otros tipos de consideraciones, presentamos el siguiente ejemplo. Si asumiéramos que la diferencia entre hectáreas sembradas y cosechadas es de 235.000 has y que el rinde eventual de silaje de maíz de planta entera es de 12 tn/ha, estaríamos hablando de 2,8 millones de toneladas de maíz cosechadas para alimentación que las informadas de

modo general a partir de los datos suministrados por los entes comercializadores de grano. Además, considerando la práctica de hacer rollos para alimento de ganado con la paja de la cola de la cosechadora, tendríamos que pensar que -durante la cosecha- no solamente se están obteniendo determinada cantidad de toneladas de grano, sino también un número de toneladas de forraje para ganado.

Por tanto, presentamos la Cuadro 1 como un modo de graficar que los conceptos de eficiencia en la cosecha y la consideración de las pérdidas debieran ajustarse tomando en cuenta las producciones agrícola-ganaderas como las más eficientes a la hora de producir alimento.

**Cuadro 1 - Gráfico que muestra los conceptos de debiera incorporar una consideración de la eficiencia de la cosecha del maíz**



Fonte: o autor

En la próxima Cuadro 2, se presentan los datos que muestran los resultados vinculados a las pérdidas en la cadena comparadas de las cuatro cadenas productivas. Los datos referidos a superficies sembradas y cosechadas, rinde promedio país, volúmenes comercializados y precio promedio de la campaña son necesarios para poder analizar y sacar conclusiones referidas a un marco productivo determinado.

A continuación se consignan las pérdidas brutas de cada cadena, una vez restadas aquellas pérdidas denominadas por el INTA *tolerables* (que quedarán en el suelo como parte del sustrato). Por tanto, en los cálculos efectuados, se tomó como pérdida exclusivamente la pérdida no tolerable (es decir, la diferencia entre *Pérdida total* y *Tolerancia*).

Las pérdidas se desagregaron por etapa. De acuerdo a la denominación sugerida por la MECA, las etapas se llamarán *Precosecha* y *Cosecha*, *Ensilado (Almacenaje)* y *Transporte*.

A continuación, y como ejercicio para vincular más directamente la pérdida con el alimento que potencialmente se podría haber procesado para consumo humano, se hizo una conversión a kilocalorías. Se entiende que esta expresión es puramente potencial, ya que no hace referencia a los macronutrientes y micronutrientes sino sólo a su potencial calórico sin desagregar en lípidos, proteínas e hidratos de carbono y sin incluir referencias a vitaminas y minerales. Sin embargo, puede ayudar a dimensionar el valor como alimento humano que presentan los volúmenes de las pérdidas combinadas de las cadenas de cereales y oleaginosas.

Finalmente se consigna el valor monetario que podrían haber tenido las pérdidas si hubieran sido comercializadas a través de su precio como *commodity*. Este dato –aunque no es estrictamente biológico– se tiene en cuenta para facilitar la evaluación de un presupuesto nacional que facilite las medidas para evitar la pérdida de alimento en las etapas productivas de las cuatro cadenas.

## Cuadro 2 - Resultados de las mediciones de pérdidas en las cuatro cadenas de cereales y oleaginosas en Argentina

Girasol		Soja	
Superficie sembrada (en has)	1.750.000	Superficie sembrada (en has)	19.200.000
Superficie cosechada (en has)	1.690.000	Superficie cosechada (en has)	18.960.000
Rinde promedio (tn/ha)	2,07	Rinde promedio (tn/ha)	3,20
Volumen comercializado (en tn)	3.498.300	Volumen comercializado (en tn)	60.672.000
Precio por tonelada (U\$S)	340	Precio por tonelada (U\$S)	381
<b>Pérdida bruta estimada (en tn)</b>	<b>335.448</b>	<b>Pérdida bruta estimada (en tn)</b>	<b>5.021.679</b>
Desagregado etapa precosecha y cosecha (en tn)	199.958	Desagregado etapa precosecha y cosecha (en tn)	2.996.448
Desagregado etapa ensilado (en tn)	114.920	Desagregado etapa ensilado (en tn)	1.668.480
Desagregado etapa transporte (en tn)	20.570	Desagregado etapa transporte (en tn)	356.751
Conversión a valor calórico alimento (en Mkal)	1.968.407	Conversión a valor calórico alimento (en Mkal)	16.963.405
Valuación para el negocio país (en MU\$d)	\$ 67,99	Valuación para el negocio país (en MU\$d)	\$ 1.913,26
Maíz		Trigo	
Superficie sembrada (en has)	5.100.000	Superficie sembrada (en has)	6.339.715
Superficie cosechada (en has)	4.865.000	Superficie cosechada (en has)	5.544.545
Rinde promedio (tn/ha)	8,20	Rinde promedio (tn/ha)	3,31
Volumen comercializado (en tn)	39.893.000	Volumen comercializado (en tn)	18.352.444
Precio por tonelada (U\$S)	163	Precio por tonelada (U\$S)	178
<b>Pérdida bruta estimada (en tn)</b>	<b>2.336.321</b>	<b>Pérdida bruta estimada (en tn)</b>	<b>993.244</b>
Desagregado etapa precosecha y cosecha (en tn)	1.673.630	Desagregado etapa precosecha y cosecha (en tn)	397.411
Desagregado etapa ensilado (en tn)	428.120	Desagregado etapa ensilado (en tn)	487.920
Desagregado etapa transporte (en tn)	234.571	Desagregado etapa transporte (en tn)	107.912
Conversión a valor calórico alimento (en Mkal)	8.501.871	Conversión a valor calórico alimento (en Mkal)	6.544.555
Valuación para el negocio país (en MU\$d)	\$ 380,82	Valuación para el negocio país (en MU\$d)	\$ 176,80

Fonte: o autor



## 4 CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

### 4 1 VISIÓN DE MERCADO Y VISIÓN BIOLÓGICA

En primer lugar, se advirtió que los datos informados están focalizados primariamente en el negocio agrícola. Hay elementos que no son foco, cuando se habla de eficiencia. Por tanto, la eficiencia biológica en producción de alimentos por parte de los cultivos tratados como sistemas biológicos, puede ser mayor a la que se contabiliza como disponible para la comercialización.

Posiblemente, el cultivo del maíz sea el de mayor eficiencia cuando se consideran producciones integradas. En las operaciones consignadas en las fuentes consultadas, sólo se cuenta el grano vendido a plantas industriales o para exportación y no se tiene en cuenta la gran cantidad de materia seca que es alimento de ganado o que se incorpora a la estructura de los suelos, mejorando su fertilidad general y volviendo al alimento en un ciclo posterior.

Si se consideran los llamados silo torta o ensilaje de planta entera, la eficiencia total es muy superior.

### 4 2 VOLÚMENES DE PÉRDIDAS

Otra idea que debiera tenerse en cuenta, es que las pérdidas en cosechas de cereales y oleaginosas en Argentina, son pérdidas difusas. Cada pérdida individualmente tomada no es significativa en relación con el total. Pero, debido a la extensión y magnitudes de lo producido en el país, los volúmenes de pérdidas son equivalentes a la de la producción total de países más pequeños o con diferente tecnología.

Existe un buen registro y un esfuerzo por la mejora continua, para evitar las pérdidas en las diferentes etapas de la cadena. Sin embargo, aún existen pérdidas que los actores desestiman, por considerarse volúmenes bajos con respecto a la producción total. A estas pérdidas hemos denominado difusas para separarlas de las pérdidas puntuales (de gran volumen) que tienden a considerarse pérdidas económicas importantes y que se llevan todos los esfuerzos de control.

Esta realidad implica un gran desafío de generación de conciencia colectiva, eficiencia productiva en alimentos e innovación en la búsqueda de sistemas de me-

jora para nuestro país. Este desafío es paralelo a la responsabilidad que conlleva la posición de liderazgo productivo y de desarrollo tecnológico que tiene la Argentina en el ámbito agropecuario mundial.

### 4 3 CONCEPTO DE PÉRDIDA Y EL TRANSPORTE COMO PUNTO CRÍTICO

Las plantas que producen las cosechas de semilla o grano son parte de un sistema ecológico altamente intervenido por el hombre. Este sistema conserva la dinámica propia de los flujos de energía, y las complejas relaciones entre los factores bióticos y abióticos. Es así como estos sistemas poseen cadenas o redes tróficas complejas que llevan al reciclado de las moléculas presentes en la materia y al correcto flujo de la energía entre los eslabones.

La caída de material vegetal en la cubierta del suelo, no implica una pérdida desde el punto de vista biológico. Esta incorporación es deseable y necesaria para la conservación de la estructura del primer horizonte del suelo, la alimentación de los organismos y microorganismos presentes, la retención de la humedad, la retención de nutrientes, etc. La llamada pérdida tolerable no debiera –probablemente– llamarse pérdida. Su reinserción en el sistema biológico implica indirectamente la eventualidad de ser transformado en alimento.

Se podría considerar que las pérdidas son sólo totales en el momento en que el grano o la semilla caen sobre el asfalto o en los caminos, en la etapa de transporte y no pueden ser aprovechados de ninguna manera. Por tanto, podríamos considerar que toda pérdida mayor a cero en la etapa de transporte sí puede calificarse de no tolerable. En este punto de la cadena es donde se encuentra la mayor pérdida difusa: durante el transporte se caen pequeñas cantidades por el incorrecto diseño del camión, el mal estado de éste y colocación incorrecta de la cobertura (lona), mal estado de los caminos y accesos, mal diseño de las entradas en los principales puntos de entrega (curvas pronunciadas, baches, falta de limpieza del aceite acumulado en las bajadas, etc.). La política de reducción de pérdidas de alimentos debiera prestar especial atención a esta etapa donde la pérdida tendría que eliminarse completamente.

### 4 4 CIRCUITOS ILEGALES Y PÉRDIDAS DE ALIMENTOS

Como se señaló en la metodología, la pérdida por robo no se consideró pérdida

a los efectos concretos de este estudio, debido a que éste se focaliza en la pérdida de alimentos. En el mismo sentido, se extendió el concepto a todo lo comercializado fuera de los cauces legales en algún punto de la cadena productiva, lo que normalmente se denomina “en negro”. Los esfuerzos que se realicen en cualquier instancia se vinculan con la reducción de alimentos sola y exclusivamente a los efectos de garantizar trazabilidad o inocuidad.

## 5 REFERENCIAS

- ALVAREZ, C., QUIROGA, A., SANTOS, D., BODRERO, M. **Contribución de los cultivos de cobertura a la sustentabilidad de los sistemas de producción**. Anguil. La Pampa, Argentina: Ediciones INTA, 2012.
- ALVAREZ, D., MARTINEZ, M. J., GILETTA, M. **Producción de girasol con calidades especiales**. Córdoba : EEA INTA Manfredi, 2012.
- ANTUÑA, J. **Mapa agroalimentario mundial**. Ediciones INTA, 2011.
- BOLSA DE COMERCIO DE ROSARIO. **Anuario Estadístico 2016**. Rosario: Bolsa Comercio Rosario, 2016.
- BONDOLICH, C., MIAZZO, D. **La cadena de valor del maíz**. Rio cuarto Córdoba: FADA, 2014
- BRAGACHINI, M., CASINI, C. **Girasol. Eficiencia de Cosecha y Postcosecha de Granos**. Manual técnico N°2. Ediciones INTA, 2005.
- BRAGACHINI, M., CASINI, C. **Soja. Proyecto eficiencia de Cosecha y Postcosecha**. Manual técnico N°3. Ediciones INTA - PRECOP, 2005.
- BRAGACHINI, M., CASINI, C. **Trigo. Eficiencia de Cosecha y Postcosecha**. Manual Técnico N°1. Ediciones INTA, 2005.
- CABRINI, S., LLOVET, J., BITAR, M., PAOLLILI, M. **Márgenes brutos de las principales actividades agrícolas**. Campaña 2017/2018. INTA Pergamino: Ediciones INTA, 2017.
- CARRASCO, N., BÁEZ, A., BELMONTE, M. L. **Trigo. Manual de campo**. Buenos Aires: INTA - RIAN, 2009.
- EYHÉRABIDE, G. **Bases para el manejo del cultivo del maíz**. Programa Nacional de Cereales. Ediciones INTA, 2015.
- FORMENTO, A., MAINEZ, H., PENCO, R., SCANDIANI, M., CARMONA, M. **Calidad sanitario de las semillas de soja 2016 y su efecto sobre el poder germinativo**. Ediciones INTA, 2016.
- FRANCO, D. **Girasol y Soja**. Alimentos Argentinos , 2011.

ILSI ARGENTINA - INSTITUTO INTERNACIONAL DE CIENCIAS DE LA VIDA. **Maíz y Nutrición. Informe sobre los usos y las propiedades nutricionales del maíz para la alimentación humana y animal.** Re-copilación de ILSI Argentina, 2006.

INTA. **Poscosecha campaña 2015/2016. Almacenamiento de soja y Maíz, en un contexto de alta humedad.** Ediciones INTA, 2016.

LA GRA, J. **Metodologías de evaluación de cadenas agroalimentarias para la identificación de problemas y proyectos.** San José, Costa Rica: IICA, 2016.

MAIZAR. **Desafíos y oportunidades para las cadenas de valor de maíz y sorgo argentinos 2008/2017.** Buenos Aires: MAIZAR, 2008.

PAS. **Histórico.** Buenos Aires: Bolsa de Cereales - Departamento de estimaciones agrícolas, 2018.

PEIRETTI, J., SANCHEZ, F., URRETZ ZAVALLIA, G. **Visiones técnicas sobre cabezales Draper para la cosecha de cultivos graníferos.** Disponible en: <http://www.cosechaypostcosecha.org/data/articulos/cosecha/VisionesTecnicasCabezalesDraperCosechaCultivosGraniferos.asp>. Acceso en: 4 de octubre de 2018.

PONTÓN, R. **Anuario Estadístico 2016.** Rosario: Bolsa Comercio de Rosario, 2016.

PRECOP. **Cosecha Trigo con calor agregado en origen.** Ediciones INTA, 2011.

RODRIGUEZ, R., SOPENA, R., P.M, S., VICINI, L. **Pérdidas durante la cosecha del cultivo de Caña de Azúcar. Evaluaciones 2009 en la Provincia de Tucumán.** Centro regional Tucumán- Santiago del Estero: Informes técnicos del Proyecto Precop - INTA EEA Famaillá, 2010.

SANTALLA, E., RICCOBENE, I., NOLASCO, S. **Composición de semillas de girasol cultivadas en Argentina.** Olavarría: Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, 1993.

SENESI, S., DULCE, E., DAZIANO, M., ORDÓÑEZ, I., MOGNI, L. **La soja en la Argentina. Un sistema de agonegocios clave y competitivo.** La Lucila: Marcos Fabrizio Daziano, 2016.

SPARGER, A., MARATHON, N. **Transportation of U.S. Grains: A Modal Share Analysis.** U.S. Dept. Agriculture. Agricultural Marketing Service, 2015.

THEULÉ, C. **Impacto Social de los Biocombustibles en Bolivia.** Santa Cruz de la Sierra: CAINCO, 2010..



III



# Perdas de Grãos no Brasil

Abordagens e Iniciativas Mitigatórias

# Projetos de extensão com técnicas para redução de perdas de grãos no armazenamento

RICARDO RAMOS MARTINS

ASSOCIAÇÃO RIOGRANDENSE DE EMPREENDIMENTOS DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL – EMATER/RS

ARTIGO RECEBIDO PARA PUBLICAÇÃO EM 16/10/2019

**RESUMO.** Os custos dos processos de armazenagem registram crescimento, o que tem aumentado a procura dos produtores familiares de pequeno e médio porte por projetos para secar e armazenar as safras colhidas nas propriedades. A secagem com uso de fornalhas de fogo direto que utilizam a lenha como combustível, tem levado a contaminações importantes dos grãos com aromáticos pesados. Por outro lado, a armazenagem de milho com excesso de grãos quebrados conduz a uma maior contaminação por micotoxinas. A secagem e a armazenagem, principalmente do milho em silos secadores têm qualificado o produto no mercado, bem como levado a melhores desempenhos das criações. A Emater/RS desenvolveu uma planilha eletrônica em Excel, com a finalidade de projetar silos secadores/armazenadores que calculam os materiais e fornece as plantas para construção das unidades nas pequenas e médias propriedades do estado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pós-colheita; Silos secadores; Secagem; Armazenagem.

## 1. INTRODUÇÃO

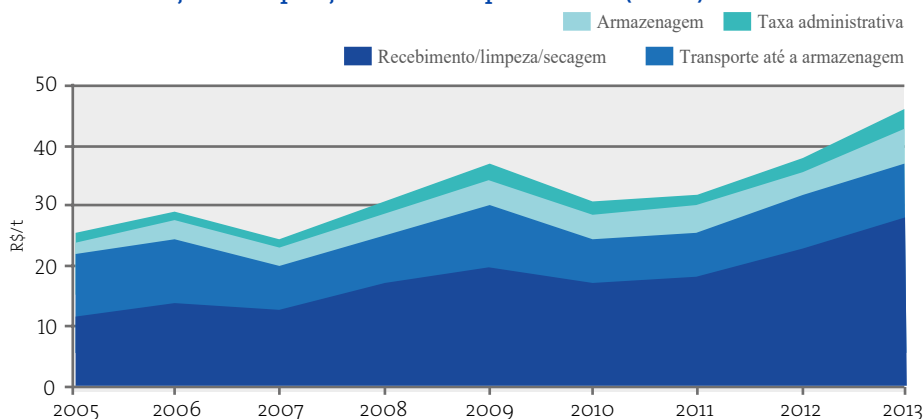
A Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater/RS), serviço de assistência técnica e extensão rural oficial do

Rio Grande do Sul, está presente em noventa e nove por cento (99%) dos Municípios do estado. Desenvolve seu trabalho com setenta e oito (78) atividades, entre estas a Secagem e Armazenagem, com quatrocentos e oitenta (480) práticas, atingindo um público total de 211.000 famílias rurais.

Conforme observado por Maia *et al.*:

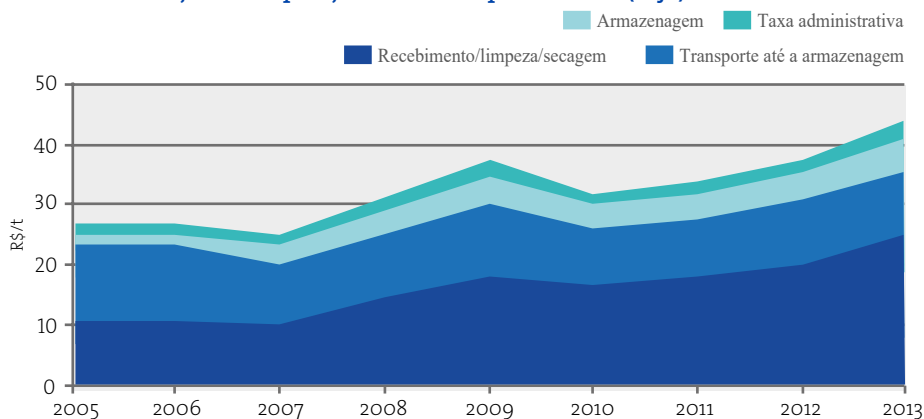
os processos pós-colheita compõem uma parte não desprezível dos custos de produção de grãos. Esse custo específico tem aumentado nos últimos anos, o que pode ser atribuído aos próprios armazéns (...) A partir de 2010, os custos dos processos de armazenagem registraram crescimento, e os itens que mais contribuíram para isso foram recebimento/limpeza/secagem e a armazenagem propriamente dita (valor do aluguel do armazém por um mês). O transporte até a armazenagem, bem como a taxa de administração, permaneceu relativamente constante no período recente (MAIA *et al.* 2013, p. 184-185).

**Gráfico 1 – Evolução e composição dos custos pós-colheita (milho)**



Fonte: MAIA *et al.* (2013, p. 184)

**Gráfico 2 – Evolução e composição dos custos pós-colheita (soja)**



Fonte: MAIA *et al.* (2013, p. 184)



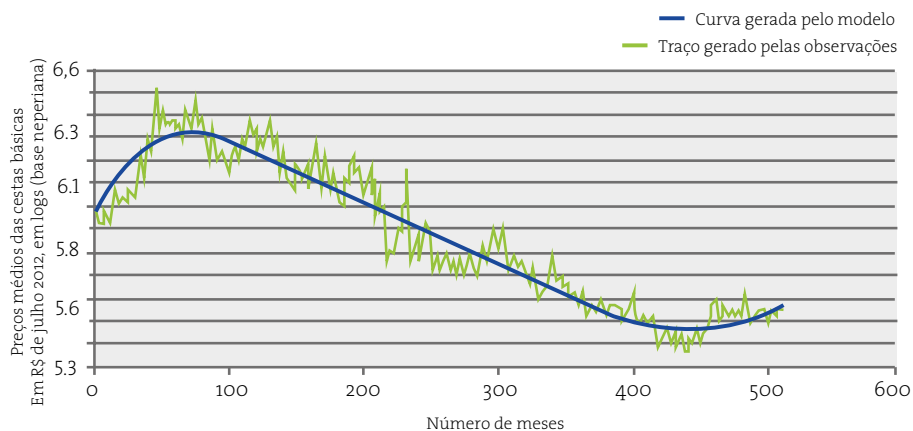
O custo por saco processado, para o milho, na região denominada Vale do Taquari, no estado do Rio Grande do Sul, para o ano de 2018, tem a seguinte composição: operações de recebimento, limpeza e secagem por saco processado é de R\$6,00; aluguel do depósito no armazém por um mês R\$0,80 por saco; e frete, com distância média de 10 km, ida e volta, R\$3,00. Se o saco do milho com sessenta quilos está cotado, em média, a R\$ 38,52 (preço médio do milho janeiro/dezembro 2018) deste valor, os processos de armazenagem representam aproximadamente vinte e cinco por cento (25%) do valor recebido por saco de milho vendido, o que inviabiliza o produtor processar e armazenar fora para posterior retorno dos grãos para serem utilizados na propriedade.

Outro fator importante é o preço da cesta básica que impacta diretamente nos preços recebidos pelos agricultores familiares, responsáveis pela produção de alguns dos itens nela contidos (Tabela 1). Segundo estudos citados por Alves *et al.* (2013), a cesta básica reflete as necessidades de consumo dos mais carentes, e ao observar a Gráfico 3 (período de janeiro de 1970 a julho de 2012), nota-se a tendência de queda dos preços durante a maior parte do período. Diminuir custos no processamento da armazenagem, com a estocagem na propriedade, é fator primordial para a sobrevivência das unidades familiares de pequeno e médio porte, produtoras de grãos.

**Tabela 1 – Participação da agricultura familiar no VBP de produtos selecionados (em % do VBP total do produto), 2006 – Lei da Agricultura Familiar.**

Produto	2006 – LEI AF
Mandioca	88,30%
Feijões	68,70%
Leite de Vaca	56,40%
Suínos	51,00%
Milho	47,00%
Arroz	35,10%
Cafés	30,30%
Trigo	20,70%
Ovos	17,10%
Soja	16,90%

Fonte: FRANÇA, DEL GROSSI, MARQUES (2009, p. 27)

**Gráfico 3 – Preços médios da cesta básica, de janeiro de 1970 a julho de 2012**

Fonte: ALVES et al. (2013, p. 19)

## 2 CONSIDERAÇÕES SOBRE SILOS SECADORES

Os equipamentos, principalmente secadores contínuos de cavaletes ou colunas, empregados na secagem dos grãos em unidades de maior porte no estado, cearelistas e cooperativas, utilizam fornalhas de fogo direto para o aquecimento do ar de secagem. A combustão nas fornalhas de fogo direto é um fator determinante na qualidade final do produto. A lenha, largamente empregada para o aquecimento do ar na secagem de produtos agrícolas no país, é um combustível sólido de queima relativamente difícil, e libera durante o processo de combustão quantidade muito grande de produtos químicos, alguns de periculosidade comprovada (NOLL, 1993). Estes produtos, entre os quais se encontram famílias inteiras de hidrocarbonetos poliaromáticos (HPAs) que são compostos formados em processos de combustão incompleta de todas as espécies de matérias orgânicas, podem ser encontrados como contaminantes em matrizes complexas do meio ambiente, incluindo os alimentos. Outros componentes conferem cor e cheiro aos produtos secados, numa segura indicação de contaminação física e química. Os HPAs são famílias de produtos com características mutagênicas e carcinogênicas comprovadas. É quase impossível evitar a contaminação dos produtos com fuligem e cinzas volantes, que, às vezes, também causam incêndios em secadores. Alguns moinhos de trigo no estado começam um movimento em direção à exigência para a secagem do produto ser realizada com processos de fogo indireto, principalmente para produção de farinha

integral, o que tem obrigado as empresas que secam o produto, utilizar aquecimento com trocadores de calor. São utilizados trocadores de água quente/ar ou vapor/ar, o que encarece o processo pela mais baixa eficiência do sistema de fogo direto e pelo custo adicional das caldeiras. Quando se lida com vasos de pressão, caso vapor/ar, são necessárias inspeções anuais no sistema (caldeira/trocador), além de um responsável técnico.

A Emater/RS para o milho, inicialmente trabalhou com a armazenagem em paióis de tela, e modelo Chapecó para armazenamento do produto em espiga. Posteriormente, iniciou um trabalho de secadores de leito fixo, com produto a granel, e o uso de fornalhas à lenha de fogo direto e silos armazenadores de alvenaria armada. A busca permanente por maior racionalização na secagem dos grãos fez com que a construção de silos de alvenaria armada, projetada pela Emater/RS, em meados da década de noventa, buscasse o aprimoramento do sistema de secagem nas propriedades familiares. O secador solar (Figura 1) que já era uma tecnologia bastante difundida, principalmente no município de Casca/RS, e com resultados em outros municípios do estado, demonstrava ser uma tecnologia simples, eficiente e sustentável. Porém, os produtores necessitavam de dois equipamentos: o secador solar e o silo armazenador. Foi, então, a hora, mais uma vez, da Emater/RS inovar e difundir o uso do silo secador, com ar natural no estado, para as unidades familiares (Figura 2).

**Figura 1 – Unidade composta de secadores solares, com uso de coletores armazenadores de pedra britada (família Damo – Município de Casca/RS)**



Fonte: o autor

A secagem com ar natural em silos segue as seguintes características, de acordo com Hansen *et al.* (2013): o processo de secagem é lento, geralmente requerendo 4 a 8 semanas<sup>1</sup>; o conteúdo inicial de umidade é normalmente limitado na faixa de 22 a 24%; os resultados de secagem são conseguidos forçando o ar sem aquecimento, através dos grãos em taxas de fluxo de ar entre 1,13 a 2,26 m<sup>3</sup>/(min.t); a secagem e a armazenagem ocorrem no mesmo silo, minimizando a movimentação do produto; os silos são equipados com fundo totalmente perfurado, um ou dois ventiladores de alta capacidade, um distribuidor de grãos e escadas; e máquinas de limpeza devem ser usadas para remoção de grãos quebrados e finos.

**Figura 2 – Silo secador/armazenador (família Anselmini – Município de Barão/RS)**



Fonte: o autor

Manter os grãos de milho frios no silo secador ou armazenador diminui a atividade biológica. Grãos fragmentados não podem ser secos em silos secadores que utilizam ar natural na secagem. Em períodos de alta umidade do ar é possível observar desenvolvimento de fungos nos grãos quebrados, o que não ocorre naqueles grãos que mantiveram sua integridade física. Aerar grãos de milho que contenham excesso de grãos quebrados diminui o volume de ar dos ventiladores pelo aumento da pressão estática, e cria caminhos preferenciais na massa de grãos, criando pontos de maior temperatura e, portanto, de deterioração.

<sup>1</sup> Nas condições do Rio Grande do Sul, a secagem do milho deve ser realizada em, no máximo 15 dias, em regiões de altitude no estado (temperaturas mais baixas), e o conteúdo inicial de umidade permanece, normalmente, restrito a 22% bu (base úmida). Para regiões mais quentes ou umidades mais altas do produto, realizar a secagem em camadas.

Ao passar o milho nas máquinas de limpeza tem sido utilizado, na peneira superior, furos redondos de 13 mm de diâmetro, e a inferior, com furos redondos com 6,5 mm de diâmetro. É claro que o produto que está sendo colhido deve passar por uma avaliação em termos de tamanho dos grãos, e se necessário, diminuir ou aumentar os diâmetros sugeridos, podendo também ser utilizados furos de 15 mm e 7 mm para as peneiras superiores e inferiores, respectivamente. Não se opera silos secadores com excesso de impurezas e grãos quebrados -, motivos já expostos.

As partes que formam o grão reagem com o ambiente de forma diferente: a casca – praticamente não reage com a umidade, e com o oxigênio contido no ar ambiente o interior – é altamente reativo com a umidade e com o oxigênio contido no ar ambiente. A avaliação do comportamento do peso específico do milho ou peso do hectolitro (PH), durante o período de armazenagem dá um indicativo rápido do comportamento do produto em termos qualitativos durante a estocagem. A relação entre o peso específico do milho, contaminação fúngica, presença de micotoxinas e qualidade nutricional classificadas em mesa densimétrica podem ser observadas (Tabela 2).

**Tabela 2 - Relação entre o peso específico do milho, contaminação fúngica, presença de micotoxinas e qualidade nutricional de 200 amostras de milho, classificadas em mesa densimétrica**

	DENSIDADE < 650	DENSIDADE > 750	DIFERENÇA
Atividade de água (Aw)	0,641	0,656	+2,3%
Aflatoxinas (ppb)	41,1	5,0	-86,6%
Zearalenona (ppb)	480,5	68,8	-84,3%
Fumonisina (ppb)	6181	740	-87,1%
Ergosterol (ppm)	61,3	5,6	-90%
Energia (kcal)	3826	3956	+3,4%

Fonte: PEREIRA et al. (2008, p. 187)

Como exemplo, cita-se os irmãos Damo, criadores de suínos em ciclo completo, com plantel de 350 matrizes, que relataram que por quinze anos aproximadamente enfrentaram sérios problemas de qualidade da ração fabricada na propriedade, tendo sido colhidos, em média, 17.000 sacos de milho. Estes terceirizavam a secagem e armazenagem. Os índices reprodutivos do plantel da propriedade eram alarmantes. O retorno ao cio das matrizes suínas era de 24% e o número de abortos nas fêmeas, 50 ao ano. A conversão alimentar nas fases de crescimento e termi-

nação estava em 2,73 kg de ração consumida/kg peso vivo, além da necessidade do uso contínuo de sequestrantes de toxinas nas rações. Logo no primeiro ano de implantação do projeto os índices já se encontravam em um patamar diferenciado: o retorno ao cio passou para 6,7% e os abortos quase inexistentes, enquanto que a conversão alimentar passou para 2,30 kg de ração por quilo de peso vivo, e o uso dos sequestrantes ficou muito reduzido. Os irmãos contam hoje com: dois secadores solares de 500 sacos de carga estática, um silo pulmão com capacidade de 1.000 sacos, dois silos armazenadores de 7.500 sacos cada, e posteriormente foram construídos mais dois silos secadores de 2.500 sacos e um de 4.500 sacos de capacidade (MARTINS *et al.*, 2013).

Para orientar os produtores na boa conservação dos grãos, com ênfase no milho, foram desenvolvidas tabelas que relacionam a temperatura da massa de grãos com a sua umidade, divididas em três faixas, apresentadas na Figura 3.

**Figura 3 - Relação entre a temperatura da massa de grãos e sua umidade, relacionando com a atividade de água (Aw)**

- Aw abaixo de 0,6 – período de armazenagem de aproximadamente 18 meses
- Aw entre 0,6 e 0,7 – períodos de armazenagem de aproximadamente 9 meses
- Aw acima de 0,7 – deve ser evitada, pois apresenta temperatura e umidade incompatíveis com a boa conservação

ZONAS	TEMPERATURA DO GRÃO (°C)	MILHO UMIDADE DO GRÃO (%)						
		12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0
1	4	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow
	6	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow
	8	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow
	10	Green	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow
	12	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow
	14	Green	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow
	16	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
2	18	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
	20	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
	22	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
3	24	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
	26	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	28	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
	30	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red

Fonte: o autor

### 3 CONSTRUÇÃO DE SILOS SECADORES

Para facilitar a realização dos projetos nos Escritórios Municipais, a Emater/RS desenvolveu uma planilha eletrônica em Excel que calcula os materiais, o ventilador e fornece as plantas para construção dos silos nas propriedades. Na Figura 4, mostra-se a página inicial da planilha, e na Figura 5, pode-se observar várias etapas da construção do silo secador de alvenaria armada, com elevação das paredes, utilizando argamassa polimérica.

Figura 4 – Página inicial da planilha eletrônica ARMAZENATER



Fonte: Emater

Figura 5 – Etapas construtivas do silo



Compasso de madeira para dar verticalidade às paredes



Colagem dos tijolos com argamassa polimérica



Construindo o fundo em madeira



Silo após a colocação do emboço



Unidade finalizada com equipamentos de limpeza e movimentação dos grãos

Fonte: o autor



## 4 CONCLUSÕES

A produção da agricultura familiar deve possuir algumas características, além de primar pela qualidade para conquistar mercados cada vez mais exigentes, já que não tem escala de produção, e aqui, também deve ser pensada a pós-colheita, como:

- Utilizar tecnologias limpas, sustentáveis e que economizem mão de obra;
- As tecnologias utilizadas pela Emater/RS foram desenvolvidas em meados dos anos 70, tecnologias, portanto, ditas intermediárias e tendem a se enquadrar de modo mais natural no ambiente onde serão utilizadas -, a propriedade familiar;
- Equipamento razoavelmente simples, compreensível e de fácil manejo, adequado à construção, manutenção e reparos locais.

## 5 REFERÊNCIAS

- ALVES, E. R. de A.; SILVA e SOUZA, G. da; ROCHA, D. de P.; MARRA, R. Fatos marcantes da agricultura brasileira. In: ALVES, E. R. de A.; SILVA e SOUZA, G. da; GOMES, E. G. (ed. Técnicos). **Contribuição da Embrapa para o desenvolvimento da agricultura no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 13-45.
- FRANÇA, C. G. de; DEL GROSSI, M. E.; MARQUES, V. P. M. de A. **O censo agropecuário 2006 e a agricultura familiar no Brasil**. Brasília, DF: MDA, 2009. 96 p.
- HANSEN, R. C.; KEENER, H. M.; GUSTAFSON, R. J. **Natural Air Grain Drying in Ohio**. Ohio, May 2011. Disponível em: <http://ohioline.osu.edu/aex-fact/o2o2.html>. Acesso em: 04 de maio de 2013.
- MAIA, G. B. da S.; PINTO, A. de R.; MARQUES, C. Y. T.; LYRA, D. D.; ROITMAN, F. B. Panorama da armazenagem de produtos agrícolas no Brasil. **Revista do BNDDES**, Rio de Janeiro, n. 40, dez. p. 161-194, 2013.
- MARTINS, R. R.; CALCANHOTTO, F. A. MARTINS, B. V. FRANCO, J. B. da R. A armazenagem sustentável como inovação para a pequena propriedade. **Agroecologia e Desenv. Rural Sustentável**, Porto Alegre v. 6 n. 1/2 p. 8-25 jan./nov. 2013.
- NOLL, I. B. **Avaliação da contaminação de carnes por hidrocarbonetos poliaromáticos**. 1993. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.
- PEREIRA, C. E.; TYSKA, D.; MARTINS, A. C.; BUTZEN, F. M.; MALLMANN, A. O.; MALLMANN, C. A. Peso específico do milho e sua relação com ergosterol, micotoxinas e energia. **Rev. Ciên. Vida**. Seropédica, RJ, EDUR, v. 28, suplemento, p. 186-188. 2008.

# O custo do desperdício na logística do agronegócio no Brasil

JOSÉ VICENTE CAIXETA FILHO, THIAGO GUILHERME PÉRA

GRUPO DE PESQUISA E EXTENSÃO EM LOGÍSTICA AGROINDUSTRIAL (ESALQ-LOG)  
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ” (ESALQ)  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)

ARTIGO RECEBIDO PARA PUBLICAÇÃO EM 30/10/2019

**RESUMO.** A limitação dos recursos naturais, tais como terra e água, pode impor sérias dificuldades para que a produção de alimentos atenda ao crescimento da população e garanta a segurança alimentar nos próximos anos. Além dos caminhos tradicionais de aumento de produção e produtividade das lavouras, a disponibilidade de alimento pode ser favorecida por meio de reduções de uma série de perdas que ocorrem ao longo da respectiva cadeia de suprimento no pós-colheita. Entretanto, os diversos desafios envolvidos na mensuração de perdas de alimento evidenciam a importância de um ambiente que consolide e sistematize este tipo de informação e produza indicadores passíveis de comparação entre, por exemplo, diferentes produtos e regiões. Gargalos logísticos prejudicam a competitividade dos produtos brasileiros, reduzindo a disponibilidade de alimento que chega ao consumidor final (seja nacional ou internacional) e aumentando o preço final do produto. Medidas ligadas à mensuração, identificação e minimização de perdas podem, potencialmente, beneficiar diversos grupos da sociedade, tais como produtores, agentes ligados à logística de transporte de produtos agrícolas e, finalmente, o consumidor final. Este trabalho apresenta, numa plataforma on-line e de livre acesso, um Sistema de Informações de Perdas de Pós-Colheita (SIPPOC), o qual passa a ser um ambiente de referência para auxiliar as tomadas de decisão correlatas no estado de São Paulo, tanto por

parte do setor público quanto do setor privado. Além disso, sua estrutura permitirá sua replicabilidade em outras regiões no Brasil ou mesmo em outros países.

**PALAVRAS-CHAVE:** Perdas; Agricultura; Pós-Colheita.

## 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho envolveu a consecução de uma série de objetivos, incluindo: levantamento de informações primárias sobre perdas de pós-colheita de produtos de interesse; identificação de métodos de mensuração das perdas de pós-colheita, dos fatores que influenciam as perdas de pós-colheita, das estratégias para mitigação de perdas de pós-colheita e de indicadores de perdas de pós-colheita; modelagem de indicadores de perdas de pós-colheita de produtos agrícolas (perecíveis e não-perecíveis) e desenvolvimento e implementação do Sistema de Informações de Perdas de Pós-Colheita, que inclui um Sistema de Informações Geográficas sobre Perdas, uma calculadora de perdas em função das características do produto e região de interesse, assim como uma base de Indicadores de Perdas de Pós-Colheita.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A discussão sobre perdas de alimentos não é nova, mas ganhou importância em nível internacional por estar relacionada a impactos econômicos, sociais e ambientais expressivos.

Em geral, a literatura analisa o conceito de perda, tanto quantitativa quanto qualitativa. Perdas quantitativas são consideradas aquelas perdas físicas relacionadas à redução de peso do produto ao longo das etapas da cadeia de suprimentos ou resultantes de danos causados por ataques de insetos, roedores ou mesmo condições naturais adversas, como precipitação, umidade do solo, temperatura etc.

As perdas qualitativas, por sua vez, são representadas por alterações nas características do produto, envolvendo alterações de textura, sabor, odor, alterações nos níveis de nutrientes, como perda de vitaminas, minerais, açúcares e pigmentos e outros tipos de deterioração. Elas são dificilmente quantificáveis e identificáveis

e, como Vilela *et al.* (2003) mencionam, são reveladas pela menor qualidade do produto a ser disponibilizado, causando perda de preços de venda, competitividade e potencial de mercado.

Perdas quantitativas e qualitativas de produtos agrícolas devido a condições inadequadas de transporte e armazenamento, entre a planta de produção e os pontos de consumo, podem ser a maneira mais direta e óbvia, mas na maioria dos casos, muito difícil de ser identificada e mensurada. A má manutenção das estradas, o uso de veículos ou embalagens inadequadas, o tempo gasto nas filas, a necessidade de disposição do produto em períodos de pico de carga, balanças mal calibradas, vazamentos nas unidades de carga, fraudes e desvios, entre outros, resultam em perdas econômicas que devem ser consideradas na análise da logística nas atividades de pós-colheita.

Além das perdas econômicas devido a sistemas de transporte ineficientes, a baixa produtividade dos veículos implica em maior taxa de consumo de combustível e, portanto, maior dependência energética, causando perdas ambientais.

Finalmente, do ponto de vista social, esse assunto ganha força no campo da segurança alimentar. Estudos indicam que a produção global de alimentos deve aumentar em cerca de 70% para alimentar a população em 2050. No entanto, recursos limitados, como terras aráveis, água e energia, podem impor sérias dificuldades para a produção de alimentos responder a essas necessidades. O aumento da produtividade agrícola tem sido uma busca frequente para atender à crescente demanda por alimentos e garantir a segurança alimentar.

Apesar dessa crescente preocupação com o assunto, as estimativas de perdas de alimentos diferem amplamente entre os estudos já realizados, incluindo os internacionais. A falta de dados, informações desatualizadas ou diferentes métodos de avaliação, dificultam comparações entre diferentes regiões e tipos de produtos. Em geral, a questão das perdas nas atividades pós-colheita tem sido avaliada de forma pontual. Embora seja reconhecida a importância dos efeitos sistêmicos transmitidos ao longo da cadeia de suprimentos, os estudos técnicos mostram a dificuldade de mensurar esses impactos (BELIK *et al.*, 2012).

De qualquer forma, Parfitt *et al.* (2010) enfatizam que é importante em um estudo distinguir perdas de alimentos perecíveis e não perecíveis, uma vez que eles têm características e causas bastante diferentes.

No caso de alimentos não perecíveis, como milho, trigo, arroz e soja, por exemplo, as perdas nos países desenvolvidos são significativamente menores (entre 0,07% e 2,81%) do que as encontradas nos países em desenvolvimento (SMIL, 2004 *apud* PARFITT *et al.*, 2010). Os autores indicam que isso é em grande parte função da produção de grãos que acaba sendo armazenada. É o caso, por exemplo, documentado no estudo de Silva *et al.* (2003), que modelou as perdas causadas por *Sitophilus zeamais* e *Rhyzopertha dominica* no trigo armazenado. De qualquer forma, mesmo nesses casos, há uma grande dificuldade de mensuração, principalmente em relação às perdas qualitativas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Os principais resultados alcançados, através de pesquisas de escritório e de aplicação de questionários, foram sistematizados e disponibilizados através de um sistema de informação de perdas de pós-colheita na agricultura paulista numa plataforma on-line e de livre acesso, envolvendo um website integrado com um sistema de informações geográficas (SIG), ferramenta de cálculo de perdas e demais informações consolidadas do trabalho (métodos de mensuração de perdas, indicadores de perdas de outros países, principais estudos de referência na área e demais informações apresentadas nos itens anteriores). Tal ferramenta, encontra-se numa versão web denominada Sistema de Informações de Perdas de Pós-Colheita (SIPPOC), disponível em: <https://esalqlog.esalq.usp.br/sippoc-sistema-de-informacoes-de-perdas-de-pos-colheita><sup>1</sup>. O SIG sobre perdas de pós-colheita foi construído numa plataforma *open-source* denominada *Leaflet*.

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta plataforma web estão inseridas as seguintes informações:

- Indicadores de perdas de pós-colheita por região, por atividade logística e por produto (nível de São Paulo, Brasil e outros países).

<sup>1</sup> Há uma série de iniciativas globais que consolidam informações de perdas de pós-colheita em sistemas customizados e de fácil visualização para auxiliar os tomadores de decisão. Uma grande iniciativa nessa linha é o African Postharvest Losses Information System (APHLIS), desenvolvido especificamente para apresentar o monitoramento de perdas agrícolas em diversos países da África (vide: <https://www.aphlis.net/en/#/>). Nesse contexto, o Sistema de Informações de Perdas de Pós-Colheita (SIPPOC) foi desenvolvido com inspiração no APHLIS para o ambiente brasileiro.

- Produção dos produtos.
- Capacidade de armazenagem.
- Densidade rodoviária.

A partir destas informações, é possível gerar uma série de mapas automáticos e customizados para o usuário, tal como os exemplificados na Figura 1.

**Figura 1- Exemplos de ilustrações de mapas de indicadores de perdas.**

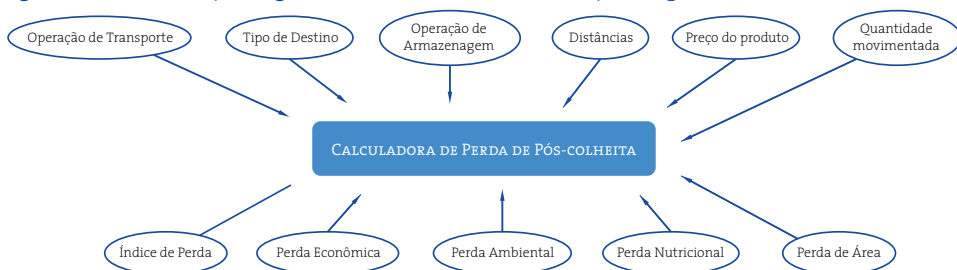


Fonte: o autor

Além disso, pela ferramenta, também é possível gerar informações gráficas a partir de indicadores selecionados.

Foi também desenvolvida “Calculadora de perdas em função das características do produto e região de interesse”, que realiza simulações de perdas de pós-colheita a partir da customização de informações inseridas pelo próprio usuário, realizando a consulta com informações disponíveis de perdas levantadas para a região de interesse (informações primárias e secundárias). A Figura 2 ilustra a lógica de funcionamento deste sistema.

**Figura 2 – Estruturação lógica da ferramenta de simulação de perdas.**



Fonte: o autor

Os dados de entrada envolvem:

- Seleção do produto disponível para o diagnóstico de perdas;
- Atividades logísticas contempladas: transporte entre fazenda e armazém, armazenagem, transporte entre fazenda e atacado etc.;
- Distância média percorrida no transporte rodoviário;
- Custos logísticos envolvendo os custos de transporte;
- Preço de comercialização do produto.

A partir dessas informações, os resultados gerados envolvem (saídas possíveis):

- Indicadores de perdas de pós-colheita por elo e acumulados para o produto selecionado
- Indicador de perda econômica decorrente do custo de oportunidade com venda perdida
- Indicador de perda ambiental associado ao nível de emissão de gases de efeito estufa (dióxido de carbono), gastos na logística da quantidade perdida
- Indicador de perda nutricional envolvendo a quantidade de nutrientes que aquele produto deixou de suprir
- Indicador de perda de área destinado para a produção de produtos que foram perdidos, calculado a partir da produtividade média observada de cada mesorregião do produto analisado

Foi também desenvolvida uma ferramenta acoplada ao SIPPOC, contemplando uma base de dados de indicadores de perdas de pós-colheita de uma série de produtos agrícolas perecíveis e não perecíveis, em ambiente nacional – inclusive regional e internacional – a partir de revisão de literatura abrangente e exaustiva. Os artigos analisados foram classificados nas seguintes categorias:

- Produto
- País
- Unidade Federativa (caso o país seja Brasil)

- Nível de Perdas (%), Ano
- Nível na Cadeia de Suprimentos
- Método utilizado para aferição da perda
- Observação caso existente
- Referência utilizada

Como exemplo, a Tabela 1 apresenta os indicadores perdas de pós-colheita (% da quantidade de entrada) para alguns produtos selecionados no estado de São Paulo, em função do tempo de armazenagem do produto.

**Tabela 1 – Indicadores de perdas de pós-colheita para produtos selecionados (% da quantidade inicial)**

PRODUTO	TEMPO DE ARMAZENAGEM (MESES)	INDICADOR DE PERDA DE PÓS-COLHEITA (%)			
		ESTRADA VICINAL	ARMAZENAGEM	RODOVIA	PERDA TOTAL
Milho	um	0,500%	0,299%	0,131%	0,929%
Milho	dois	0,500%	0,597%	0,131%	1,228%
Milho	três	0,500%	0,896%	0,130%	1,526%
Soja	um	0,500%	0,299%	0,131%	0,929%
Soja	dois	0,500%	0,597%	0,131%	1,228%
Soja	três	0,500%	0,896%	0,130%	1,526%

*Fonte: o autor*

Além disso, o SIPPOC quantifica o custo econômico da perda a partir do parâmetro que o usuário definiu do preço do produto associado ao nível de perda na logística avaliada.

Usando também de dados disponibilizados através do SIPPOC, Péra (2017) realizou uma análise da quantificação das perdas físicas, econômicas e ambientais na logística de soja e milho Brasil para o ano de 2015. Nesse contexto, a Tabela 2 apresenta os principais resultados, com destaque para as perdas de grãos, que totalizaram 2,3 milhões de toneladas (1,3% da produção), incorrendo em perdas econômicas na ordem de R\$ 2 bilhões (94,3% decorrentes de custos de oportunidades com vendas perdidas e o restante com gastos logísticos desnecessários).



**Tabela 2 – Quantificação das Perdas Econômicas de Grãos no Brasil (2015)**

INDICADORES	SOJA	MILHO	GRÃOS (SOJA E MILHO)
Perdas físicas (milhão t)	1,076	1,304	2,381
Perdas físicas (% produção)	1,102	1,535	1,303
Perdas econômicas (milhão R\$)	1317 (95,6% custos de oportunidade e 4,4% custos logísticos)	722 (92% custos de oportunidade e 8% custos logísticos)	2039 (94,3% custos de oportunidade e 5,7% custos logísticos)
Perdas ambientais (t CO2 adicionadas)	21.533	17.368	39.901
Perdas ambientais (% de CO2 adicionadas)	1,53%	1,15%	1,33%

Fonte: PÉRA (2017).

Do total das perdas de grãos no país em 2015, por volta de 45,53% ocorreram na atividade logística de armazenagem; 21,67% no transporte rodoviário da fazenda ao armazém; 13,31% no transporte rodoviário; 1,62% no transporte multimodal hidroviário; 8,24% no transporte multimodal ferroviário; por fim, 9,04% no porto.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Existem várias recomendações que, se colocadas em ação, aliviarão muitas das perdas de pós-colheita experimentadas no Brasil, resultado de dificuldades de transporte e de uma situação problemática de armazenagem. Por exemplo, para se atenuar a pressão de levar grãos colhidos para instalações externas de armazenagem, tipos não tradicionais de armazenagem, como os silo-bolsa (silo bags), especialmente em áreas com grandes variações de temperatura ao longo do ano, poderiam ser promovidos e possivelmente subsidiados por instituições públicas e empresas privadas. Também poderiam ser fornecidos incentivos para facilitar não apenas a localização ideal das unidades de armazenagem, mas o uso de unidades de armazenagem vazias e ociosas existentes, aumentando assim a quantidade de espaço de armazenagem disponível. Os agricultores brasileiros de menor escala e menos sofisticados, que normalmente estão sujeitos a um nível mais alto de perdas físicas durante atividades de pós-colheita, podem receber informações específicas sobre transporte e armazenagem de sua carga assim como algum tipo de seguro de perda de pós-colheita.

Algumas mudanças estruturais também devem auxiliar a reduzir as per-

das pós-colheita durante o transporte. Várias dessas mudanças envolvem ações do governo, como melhorar e ampliar a infraestrutura de transporte, oferecer aos pequenos agricultores incentivos para se fundirem com outras unidades similares na negociação de serviços de transporte de grãos e dedicar mais recursos para melhorar o nível educacional da população da agricultura rural. Outras mudanças dependem do comportamento individual (e da renda) do agricultor e das decisões de investimento, como aumentar a capacidade total de armazenamento na fazenda.

## REFERÊNCIAS

- BELIK, W.; CUNHA, A. R. A. A.; COSTA, L. A. Crise dos alimentos e estratégias para a redução do desperdício no contexto de uma política de segurança alimentar e nutricional no Brasil. **Planejamento e Políticas Públicas**, Brasília, n. 38, jan.-jun. 2012.
- PARFITT, J.; BARTHEL, M.; MACNAUGHTON, S. Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, v. 365, n. 1554, p. 3065-3081, 2010
- PÉRA, T.G. **Modelagem das perdas na agrologística brasileira: uma aplicação de programação matemática**. 2017. Dissertação (Mestrado. em Engenharia de Sistemas Logísticos) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2017.
- SILVA, A. A. L.; FARONI, L. R.; GUEDES, R. N. C.; MARTINS, J. H.; PIMENTEL, M. A. G. Modelagem das perdas causadas por *Sitophilus zeamais* e *Rhyzopertha dominica* em trigo armazenado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 7, n. 2, p. 292-296, 2003.
- SMIL, V. Improving efficiency and reducing waste in our food system. **Journal of Integrative Environmental Sciences**, v. 1, p. 17-26, 2004.
- VILELA, N. J.; LANA, M. M.; NASCIMENTO, E. F.; MAKISHIMA, N. O peso da perda de alimentos para a sociedade: o caso das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v.21, n.2, p.142-144, 2003.

## AGRADECIMENTOS

Registre-se o agradecimento à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), que auxiliou majoritariamente o financiamento deste trabalho, entre 2015 e 2016 (Projeto 2015/22097-1) assim como a participação dos seguintes

pesquisadores: Profa. Catarina Barbosa Careta, Prof. Luciano Rodrigues, Profa. Ana Lucia Kassouf, Prof. Augusto Hauber Gameiro, Prof. José Eduardo Holler Branco, Daniela Bacchi Bartholomeu, Marina Granato Formigoni, Bruna Drago de Araújo, Gabriela Ribeiro Marth, Lucas Candia Moraes, Sérgio Ricardo Scagnolato, Connie Tenin Su, Everton Lima Costa, Nathan Gomes da Silva, Abner Matheus João, William Eduardo Bendinelli, Fernando Vinicius da Rocha, Samuel da Silva Neto.

#### ANEXO: TUTORIAL DA PLATAFORMA DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE PERDAS DE PÓS-COLHEITA (SIPPOC) DESENVOLVIDO PELO GRUPO ESALQ-LOG

O objetivo deste Anexo é apresentar um Tutorial de Funcionamento da Plataforma do Sistema de Informações de Perdas de Pós-Colheita (SIPPOC) desenvolvido pelo Grupo ESALQ-LOG.

Para acessar a plataforma, é preciso realizar um cadastro gratuito, no qual o usuário define o login, senha e e-mail. Após efetivar o cadastro, o usuário receberá um e-mail de confirmação para acessar a plataforma.

Nesta plataforma, são reunidas quatro ferramentas:

- Calculadora de Perdas na Logística
- Base de Indicadores de Perdas de Pós-Colheita
- Mapa de Indicadores de Perdas Regionais de São Paulo
- Mapa de Indicadores Logísticos de São Paulo

#### 1) CALCULADORA DE PERDAS NA LOGÍSTICA (FIGURA 3)

Esta ferramenta possui o objetivo de quantificar as perdas físicas, econômicas, ambientais, nutricionais e de área a partir das perdas que ocorrem em diferentes etapas na logística de soja, milho e trigo no estado de São Paulo.

Na primeira tela de opções, o usuário poderá definir (por exemplo):

**PRODUTO:** grãos

**OPERAÇÃO DE TRANSPORTE:** Unimodal (somente transporte rodoviário) ou multimodal (integração entre transporte rodoviário e ferroviário)

**TIPO DE DESTINO:** Exportação ou Centro Consumidor (Mercado Interno)

**OPERAÇÃO DE ARMAZENAGEM:** Fazenda ou Fora da Fazenda

Figura 3 – Tela inicial da Calculadora de Perdas na Logística

Para a configuração de análise escolhida, abrirá uma nova tela para inclusão de parâmetros de perdas por atividades. O usuário poderá editar os parâmetros conforme o interesse que desejar simular. Os valores dos parâmetros de perdas sugeridos foram os obtidos através da pesquisa junto com agentes do setor e na literatura. Na seção de “Outros Parâmetros” são solicitados indicadores envolvendo a distância total rodoviária percorrida, distância total ferroviária percorrida (se existente), preço do produto e quantidade movimentada (Figura 4).

Figura 4 – Tela para entrada de parâmetros na calculadora de perdas na logística

Atividade Logística	Nível de Perda
Armazenagem (Fazenda)	0.9 %
Transporte Rodoviário (Fazenda -> Terminal Ferroviário)	0.05 %
Terminal Ferroviário	0.25 %
Transporte Ferroviário (Terminal Ferroviário -> Porto)	0.17 %
Porto	0.25 %

Outros Parâmetros	Parâmetro
Distância Total Rodoviária Percorrida	100 Km
Distância Total Ferroviária Percorrida	350 Km
Preço do Produto	1200 R\$/t
Quantidade Movimentada	50 t

Buttons: Anterior, Próximo

Após clicar em “Próximo”, aparecerá uma nova tela (Figura 5) com os resultados envolvendo:

- Quantidade de perda por atividade logística
- Quantidade total perdida
- Índice de perda (% da quantidade inicialmente movimentada)
- Perda econômica (custo da venda perdida)
- Perda ambiental (emissão de CO2 adicionado na atmosfera para transportar produtos que serão perdidos no final da cadeia)
- Perda nutricional, envolvendo: calorias, proteínas, carboidratos e gorduras
- Perda de área: quantidade de área agricultável do estado de São Paulo que foi destinado para produção de cada tipo de grão perdido na atividade logística

**Figura 5 – Tela de resultados da simulação de perdas na logística a partir dos parâmetros e configurações estabelecidas anteriormente.**

Atividade Logística	Perdas (t)	Perdas Relativas (%)
Armazenagem (Fazenda)	0,45	55,84 %
Transporte Rodoviário (Fazenda -> Terminal Ferroviário)	0,02	3,07 %
Terminal ferroviário	0,12	15,36 %
Transporte ferroviário (terminal ferroviário - porto)	0,08	10,42 %
Porto	0,12	15,30 %

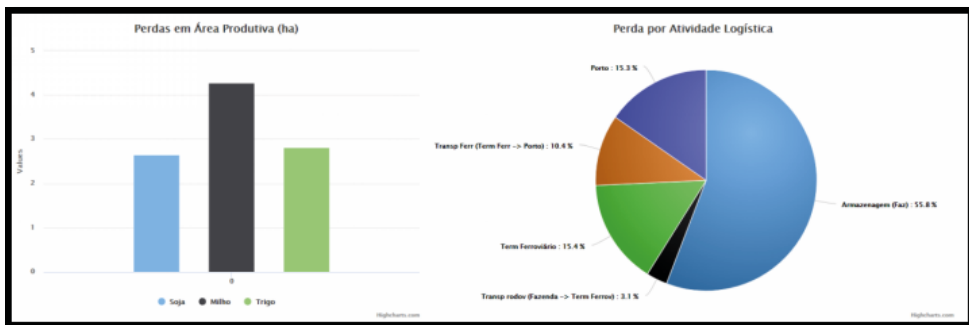
Dimensões Gerais	Perdas
Quantidade Perdida	0,8059 t
Índice de Perda	0,0161 %
Perda Econômica	R\$ 967,0368
Perda Ambiental (Emissão de GEE na Logística)	0.557 Kg CO2

Perda Nutricional	SOJA	MILHO	TRIGO
Calorias (mil)	3.635,76	2.941,89	2.757,57
Proteínas (kg)	319,07	75,73	91,08
Carboidratos (kg)	263,78	597,12	612,79
Gorduras (kg)	174,29	38,35	13,85

Além disso, são apresentados indicadores gráficos dos diversos tipos de perdas na configuração selecionada, conforme o exemplo ilustrado na Figura 6.

**Figura 6 – Exemplo da tela de análise gráfica das perdas na ferramenta da calculadora**



## 2) BASE DE INDICADORES DE PERDAS DE PÓS-COLHEITA

Esta ferramenta apresenta uma ampla base de indicadores de perdas de pós-colheita envolvendo diversos tipos de produtos, métodos de mensuração, países e níveis na cadeia de suprimentos de uma ampla variedade de artigos publicados na literatura nacional e internacional.

Na primeira tela (Figura 7), o usuário poderá optar para analisar os indicadores baseado em:

**PRODUTO:** uma gama bastante diversificada de produtos perecíveis e não perecíveis

**PAÍIS:** uma diversidade de países

**NÍVEL NA CADEIA DE SUPRIMENTOS:** produção, armazenagem, transporte, distribuição, atacado, varejo etc.

Figura 7 – Tela de configuração de acesso a base de indicadores de perdas de pós-colheita.



Após a seleção de interesse do usuário, é apresentada a tela com os resultados (Figura 8) envolvendo a classificação da informação: Produto, País, Unidade Federativa (caso o país seja Brasil), Nível de Perdas (%), Ano, Nível na Cadeia de Suprimentos, Método utilizado para aferição da perda, Observação caso existente e Referência utilizada.

Figura 8 – Resultado da consulta na base de indicadores de perdas de pós-colheita (exemplo)

Produto	País	UF	Perdas (%)	Ano	Nível	Método	Observação	Referência
Soja	Brasil	-	2,70%	2012	Armazenagem	Entrevista	Ministério de Agricultura: Censo técnico para redução das perdas na agricultura.	GRILLEAUD, M. Post-harvest losses: discussing the full story. Overview of the phenomenon of losses during the post-harvest system Rome (Italy) FAO, 2012.
Soja	Brasil	-	3,35%	2017	Armazenagem - Fazenda	Entrevista/Análise estatística	-	PERA, T.G. Modelagem das perdas na agrologística de grãos no Brasil: uma aplicação de programação matemática. 2017. 180p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
Soja	Brasil	-	3,80%	2017	Armazenagem Externa	Entrevista/Análise estatística	-	PERA, T.G. Modelagem das perdas na agrologística de grãos no Brasil: uma aplicação de programação matemática. 2017. 180p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
Soja	Brasil	-	5,80%	2012	Colheita	Entrevista	Ministério de Agricultura: Censo técnico para redução das perdas na agricultura.	GRILLEAUD, M. Post-harvest losses: discussing the full story. Overview of the phenomenon of losses during the post-harvest system Rome (Italy) FAO, 2012.
Soja	Brasil	-	10,30%	2012	Total	Entrevista	Ministério de Agricultura: Censo técnico para redução das perdas na agricultura.	GRILLEAUD, M. Post-harvest losses: discussing the full story. Overview of the phenomenon of losses during the post-harvest system Rome (Italy) FAO, 2012.
Soja	Índia	-	10,00%	2010	Total	Dados secundários	-	CARDOEN, D. et al. Agriculture biomass in India. Part 2: Post-harvest losses, cost and environmental impacts. Resources, Conservation and Recycling v. 101, p. 143-163, 2016.
Soja	Brasil	-	8,85%	2017	Transporte/Armazenagem	Entrevista/Análise estatística	Terminal ferroviário	PERA, T.G. Modelagem das perdas na agrologística de grãos no Brasil: uma aplicação de programação matemática. 2017. 180p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
Soja	Brasil	-	8,81%	2017	Transporte/Armazenagem	Entrevista/Análise estatística	Terminal hidroviário	PERA, T.G. Modelagem das perdas na agrologística de grãos no Brasil: uma aplicação de programação matemática. 2017. 180p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

Além disso, o usuário poderá realizar o *download* da consulta em formato de planilha eletrônica.

### 3) MAPA DE INDICADORES REGIONAIS DE PERDAS NO ESTADO DE SÃO PAULO

O objetivo desta ferramenta é apresentar os indicadores de perdas de soja e

milho em formatos de mapas dinâmicos, para o ano de 2016, obtidos através da quantificação do modelo de perdas de grãos em nível de mesorregião e por nível na cadeia de suprimentos.

Na primeira tela (vide Figura 9), o usuário poderá definir:

**PRODUTO:** soja ou milho

**PERDA POR NÍVEL NA CADEIA DE SUPRIMENTO:** perda na armazenagem (fora da fazenda), perda na armazenagem (dentro da fazenda), perda no transporte de transferência entre fazenda e armazém, perda na multimodalidade ferroviária, perda no transporte rodoviário, perda no porto, perdas totais (toneladas) e perdas totais (% da produção da mesorregião).

**Figura 9 – Tela de configuração da ferramenta “Mapa de Indicadores Regionais de Perdas de SP”**

TIPO DE ANÁLISE  
Mapa Indicadores Regionais de Perdas de SP

Produto  
SOJA

NÍVEL CADEIA SUPRIMENTO  
PERDAS TOTAIS (% DA PRODUCAO)

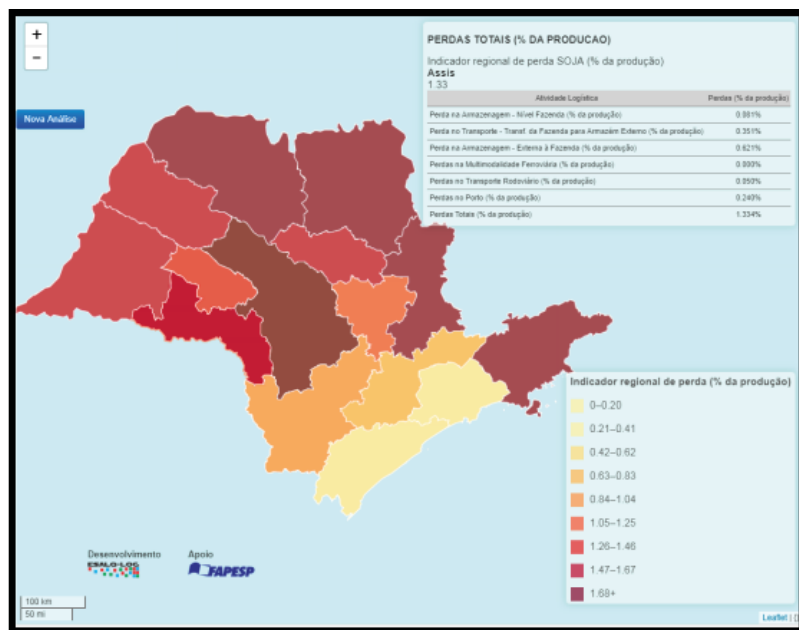
Analisar

Após o usuário clicar em “Analisar”, será apresentada a tela do mapa dinâmico trazendo informações sobre a perda e produto analisado.

A Figura 10 apresenta, por exemplo, o indicador de perda de soja (% da produção) para a mesorregião de Assis, além de um relatório de perda para cada atividade logística. Conforme o usuário navega o mouse em cada mesorregião, é apresentando um relatório específico sobre a perda. O mapa também ilustra em formato de escala de cores os níveis de perdas.



Figura 10 – Exemplo de tela de resultados no mapa dinâmico de perdas totais de soja (% da produção)



#### 4) MAPA DE INDICADORES LOGÍSTICOS DE SÃO PAULO

O objetivo desta ferramenta é apresentar em formatos de mapas, uma série de indicadores logísticos do estado de São Paulo, em nível de mesorregião, objetivando contrapor informações sobre perdas e outros tipos de análises.

Nesta linha (Figura 11), o usuário poderá selecionar os seguintes indicadores logísticos, por mesorregião:

- Densidade rodoviária (quilômetros de rodovias por mil quilômetros quadrados de superfície)
- Capacidade estática de armazenagem (toneladas)
- Capacidade de armazenagem em relação à produção de grãos (%)
- Participação da armazenagem na fazenda em relação à capacidade total de armazenagem (%)
- Produção de milho (toneladas)
- Produção de soja (toneladas)

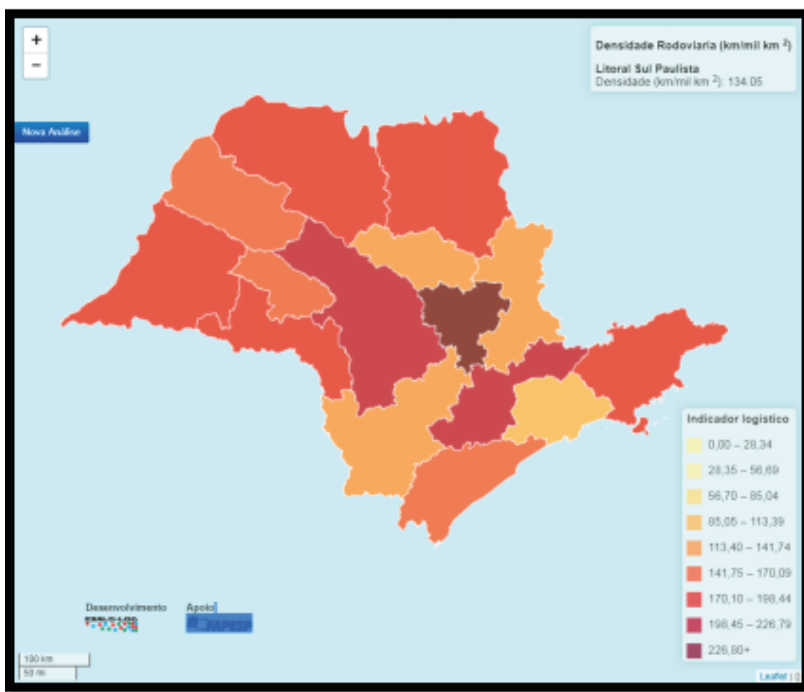
Figura 11 – Tela de configuração inicial da Ferramenta “Mapa Indicadores Logísticos de SP”.



Após o usuário selecionar o indicador de interessar e clicar em “Analisar”, será apresentado o mapa dinâmico, no qual é possível navegar o mouse para analisar as informações numéricas para mesorregião, além de apresentar uma coloração conforme as diferentes escalas da variável analisada.

Por exemplo, a Figura 12 apresenta o indicador de densidade rodoviária.

Figura 12 – Exemplo de tela de resultados no mapa dinâmico do indicador logística de densidade rodoviária (quilômetro de rodovias por mil quilômetros quadrados de superfície)



# Novas tecnologias aplicadas à pós-colheita para mitigação de perdas qualitativas e quantitativas

ANDRÉ LUÍS DUARTE GONELI

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

ARTIGO RECEBIDO PARA PUBLICAÇÃO EM 18/05/2020

**RESUMO.** Apesar do recorde da produção de grãos que deverá ser alcançado pelo Brasil na safra atual que se encerra em 2020, não se observa no país o mesmo crescimento da capacidade de armazenagem desses grãos. Tendo em vista o descompasso entre a produção de grãos e a capacidade estática de armazenamento, bem como seus efeitos sobre a geração de perdas pós-colheita, objetiva-se, com esse trabalho, apresentar um panorama das perdas quantitativas e, principalmente, qualitativas ocasionadas pela deficitária rede de armazenamento de grãos no país. Serão abordados e identificados os fatores geradores, bem como os principais mecanismos para se promover a mitigação dessas perdas. Novas tecnologias que vêm sendo utilizadas no combate às principais perdas qualitativas pós-colheita também serão apresentadas e discutidas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Deficit de capacidade estática; planejamento; Agricultura 4.0.

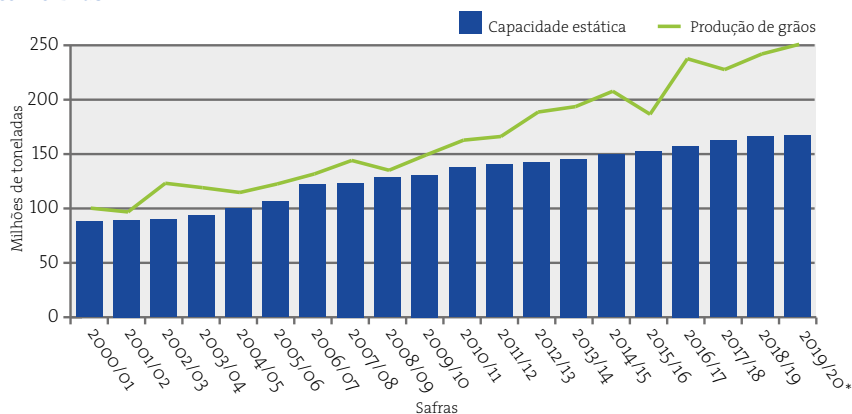
## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta há anos uma trajetória crescente de modernização e ampliação dos campos de atuação da sua agricultura. A adoção de uma agricultura cada vez mais moderna, com uso de informações de pesquisas científicas de ponta,

além da adesão de técnicas cada vez mais intensivas, que visam o aumento da produtividade e a redução do tempo de produção, a partir do maior uso de insumos, máquinas, implementos e tecnologia aplicada ao cultivo vêm sendo um caminho sem volta por décadas. Segundo Matos e Pessoa (2001), o uso de inovações tecnológicas, a produção em alta escala, a dependência de elementos externos à propriedade, a integração com a indústria, a circulação da produção em outros países, a mobilidade geográfica do capital produtivo e financeiro, entre outros, são elementos da agricultura dita moderna.

Nesse cenário de uma agricultura mais competitiva e tecnológica ao longo dos anos, o aumento na produção brasileira de grãos apresenta-se como um bom parâmetro de análise desse progresso. Segundo dados da Companhia Brasileira de Abastecimento (Conab, 2020a), o Brasil deverá ultrapassar a barreira de 250 milhões de toneladas de grãos produzidos na safra 2019/2020, superando em 4% ou 9,7 milhões de toneladas o apresentado na safra anterior. Ainda, segundo a Conab, ao se observar a evolução da produção brasileira de grãos nos últimos 20 anos (Gráfico 1), constata-se um aumento de cerca de 150% na produção de grãos, desde a safra 2000/2001 até a atual, com um aumento médio de 7,5% ao ano no período. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), no mesmo período o Produto Interno Bruto (PIB) - que é a soma de todos os bens e serviços finais produzidos por um país, estado ou cidade - somente em 2010 atingiu o mesmo patamar de 7,5%, sendo que em alguns anos até foi negativo.

**Gráfico 1- Série histórica da produção de grãos versus capacidade estática de armazenamento no Brasil**



Legenda: (\*) Previsão

Fonte: CONAB (2020ab, adaptadas pelo autor)

Apesar da inconstância observada nos índices anuais do PIB, o agronegócio pode ser considerado como um dos pilares para a manutenção de uma economia brasileira forte, sendo o responsável por expressiva parte desse PIB. Nesse contexto, a produção de grãos é uma das principais variáveis que compõem a cadeia do agronegócio brasileiro, com o Brasil sendo destaque mundial em produção das mais diversas commodities como a soja, milho, café, dentre tantos outros.

Contrastando com a pujança observada na evolução tecnológica e de produção de grãos dentro do agronegócio brasileiro, a capacidade de estocar parte ou toda essa produção não vem acompanhando a mesma tendência de crescimento (Figura 1). Principal engrenagem de qualquer agricultura sustentável e competitiva o armazenamento de grãos é fundamental para a manutenção e geração de estoques para momentos de crises (econômicas, ambientais, etc), possibilidade de comercialização em épocas com preços mais competitivos, melhor planejamento logístico da distribuição dos grãos pelo país, manutenção de baixos índices de perdas quantitativas e qualitativas, contribuição com a política de segurança alimentar, dentre outras, sempre pautada em uma capacidade técnica e de gestão que permita a efetivação dessas vantagens.

O Brasil possui atualmente uma capacidade estática de armazenagem de, aproximadamente, 167 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2020b). Considerando a produção de grãos previstas pela própria Conab para a safra 2019/2020 de, aproximadamente, 251 milhões de toneladas, tem-se um deficit de armazenagem de 84 milhões de toneladas, conforme pode ser observado na Figura 1. Se considerar a recomendação da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) de que os países devem ter capacidade estática de armazenagem superior em 20%, em relação ao seu quantitativo de produção de grãos, o Brasil deveria ter capacidade estática de, aproximadamente, 301 milhões de toneladas, o que elevaria o deficit de armazenagem para 134 milhões de toneladas de grãos.

Outro fator extremamente importante a ser considerado está no mapa da capacidade estática e seus respectivos deficit nas diferentes regiões produtoras de grãos do país. O estado de Mato Grosso – o maior produtor de grãos do país – possui, atualmente, 38 milhões de toneladas de capacidade estática de armazenagem de grãos (CONAB, 2020b), enquanto sua produção na última safra (2018/2019) foi de aproximadamente 68 milhões de toneladas, sendo prevista para a safra atual

pouco mais de 73 milhões de toneladas (CONAB, 2020a). Os estados do Paraná e do Rio Grande do sul, segundo e terceiro maiores produtores de grãos do país, respectivamente, produziram aproximadamente 20% além de suas respectivas capacidades estáticas, evidenciando as significativas diferenças entre os estados no quesito deficit de armazenagem de grãos.

Por mais que a análise de rotatividade de estoque deva ser considerada levando-se em conta a sazonalidade entre plantio e colheita das diferentes espécies produzidas no país, essa capacidade dinâmica de armazenagem pouco atenuaria esse cenário de deficit de espaços para o estoque da produção de grãos no Brasil. Nesse contexto, o presente trabalho objetiva expor um panorama das principais perdas quantitativas e, principalmente, qualitativas ocasionadas pela deficitária rede brasileira de armazenamento de grãos, evidenciando os fatores essenciais geradores dessas perdas, bem como os relevantes mecanismos e as novas tecnologias para sua mitigação.

## 2 IDENTIFICAÇÃO DAS PERDAS

O deficit de armazenagem somado às precárias condições de muitas estruturas existentes configuram os principais atores na deficitária rede armazenadora de grãos. Na rastreabilidade dos fatores que contribuem com esse cenário, deve-se enfatizar também a má distribuição e localização das unidades armazenadoras no país, geralmente distantes dos respectivos campos de produção. No Brasil, apenas 15% da capacidade estática de armazenagem encontra-se instalada em nível de fazenda (FASSIO *et al.*, 2018), favorecendo uma excessiva movimentação de produtos em picos de safras, longas filas de caminhões em unidades armazenadoras na mesma época, armazenamento a céu aberto ou em condições inadequadas, operações pós-colheitas realizadas em ritmo acelerado, dificuldade de planejamento de safras subsequentes, etc.

O volume elevado de produto recebido para processamento nas unidades armazenadoras normalmente provocam uma aceleração dos processos a que os grãos são submetidos, após a recepção. Com isso, não é incomum perdas qualitativas e quantitativas devido à amostragem fora dos padrões recomendados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) nas cargas recebidas,

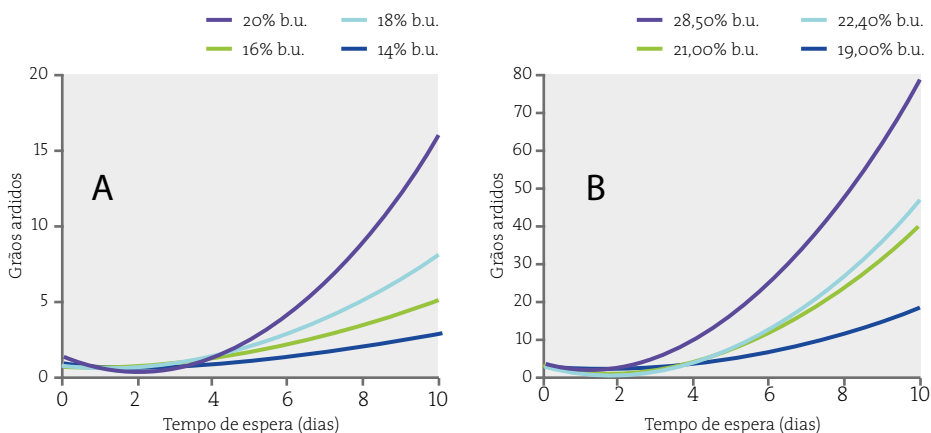
com consequente elevação dos descontos para produtores, devido ao teor de água, defeitos e impurezas no produto acima do tolerado. Na mesma direção, a intensa recepção de produtos em épocas de pico de safra também promove situações onde a pré-limpeza é negligenciada, a secagem realizada com elevadas temperaturas, o produto direcionado para os silos e graneleiros com teor de água inadequado, além de aeração ineficiente.

Diferente do que muitos acreditam, não são nas unidades armazenadoras de grãos que as perdas começam a ocorrer. Identificar corretamente onde e quando as perdas acontecem, além de suas possíveis interações, garantem um sucesso maior em sua mitigação. As perdas começam no planejamento da safra, com a escolha de variedades inadequadas, variedades não indicadas para a região, adubação e irrigação ausentes ou insuficientes, dentre outros comprometendo a qualidade ainda no campo, além de promoverem uma produtividade aquém do esperado. Na sequência, a colheita feita com implementos mal regulados, com velocidade de trilha maior ou menor do que a necessária, com teores de água elevados após períodos de chuva também podem ser elencados como possíveis fontes de perdas. Durante o transporte, após a colheita, além de perdas quantitativas, devido às carrocerias antigas e possível excesso de carga, tem-se uma malha de transporte estritamente rodoviária feita em estradas de má qualidade e produtos sendo transportados com elevados teores de água e impurezas que podem gerar perdas qualitativas consideráveis, devendo os grãos serem movimentados o mais breve possível. Considerando a baixa capacidade de armazenagem em nível de fazenda e a consequente movimentação do centro produtor até as unidades armazenadoras, normalmente presencia-se no país enormes filas de caminhões na recepção dos grãos nas unidades em épocas de final de safra, impossibilitando um célere e adequado direcionamento do produto a ser processado.

O elevado tempo entre a colheita e o processamento, associados ao alto teor de água são fatores determinantes em perdas consideráveis que o produto pode ter durante o seu transporte. Em trabalhos científicos realizados com grãos de soja (HARTMANN FILHO, 2019) e de milho (ANDRADE *et al.*, 2017), comprovaram-se os efeitos devastadores da combinação de elevados teores de água com o tempo de espera entre a colheita e o recebimento desse produto em unidades armazenadoras de grãos. Na Gráfico 2, pode-se observar que, quanto maiores foram os tempos de espera no caminhão após a colheita até que o produto fosse efetivamente seco,

maiores foram as porcentagens de grãos ardidos nas massas de grãos de soja e milho.

**Gráfico 2- Grãos ardidos (%) em função do tempo (dias) de espera entre a colheita e a secagem e diferentes teores de água em grãos de soja (A) e milho (B)**



Fonte: HARTMANN FILHO (2019); ANDRADE et al. (2017)

Após a recepção em unidades armazenadoras os grãos podem sofrer perdas devido ao direcionamento errado para os locais de processamento dentro da unidade, em face de amostragens mal efetuadas, má regulagem das máquinas de pré-limpeza e beneficiamento, manejo inadequado dos processos de secagem e aeração, além de problemas relacionados à estrutura física que receberá o produto processado (silos e graneleiros). Vale ressaltar que as possíveis perdas ocorridas durante o período de pré-armazenagem poderão ser acentuadas durante o período de processamento e armazenamento, nos casos em que esses processos também sejam efetuados de forma inadequada.

Quando se pensa nas perdas pós-colheita além do já mencionado, outros fatores podem influenciar na qualidade do produto durante a armazenagem, como o teor de umidade e a temperatura da massa de grãos, presenças de impurezas, contaminação das estruturas de armazenagem, variações na temperatura e umidade relativa do ar, etc. Todos esses irão, em maior ou menor intensidade, influenciar os principais processos a que os grãos estão sujeitos durante o armazenamento: respiração e proliferação de insetos, pragas e microrganismos, em especial os fungos. Gera-se então um “ciclo vicioso”, formado pela interação desses três fatores (respi-



ração, insetos, pragas e fungos), onde a incidência metabólica de um impulsiona o metabolismo do outro e, conseqüentemente do terceiro, uma vez que o produto da atividade de todos envolve o aumento da temperatura da massa de grãos que, por sua vez, é um dos principais promotores desses processos metabólicos.

O emprego de diferentes técnicas pós-colheita que objetivem o controle desses processos metabólicos é fundamentalmente necessário, tendo em vista a crescente demanda por alimentos em quantidade e qualidade, princípios básicos da segurança alimentar. Atualmente, há a concepção de que o objetivo de todos os processos pós-colheita seja o de armazenar grãos. Esse tipo de pensamento deve ser minimizado, conscientizando todos os atores envolvidos de que, na verdade, estamos conservando alimentos e, assim, agregando mais uma ferramenta no processo de redução de perdas e promoção da segurança alimentar. Erradicar pensamentos comuns em unidades armazenadoras de que a perda de qualidade do produto não será tão sentida se o produto for utilizado como matéria-prima na fabricação de rações, por exemplo, faz parte da mudança necessária de paradigma na área de pós-colheita, uma vez que essa ração será usada como alimento para os mais diferentes tipos de espécies de animais que, por sua vez, poderão se tornar alimentos para os seres humanos. Diversos tipos de micotoxinas produzidas a partir do metabolismo de fungos em grãos armazenados deteriorados, não conseguem ser totalmente eliminadas na agroindústria e podem, assim, contaminar os seres humanos que consumirem esses alimentos.

### 3 PRINCIPAIS MECANISMOS DE MITIGAÇÃO DAS PERDAS

Além da perda qualitativa promovida pelos processos metabólicos que constituem o “ciclo vicioso” (respiração dos grãos, proliferação de insetos, pragas e fungos), os responsáveis por unidades armazenadoras buscam promover diferentes técnicas e processos pós-colheita que objetivam a redução nas perdas quantitativas ou de massa de grãos durante o armazenamento, também conhecida como quebra técnica. Infelizmente, na maioria das vezes essas são as que mais demandam atenção e cuidados, uma vez que a perda de massa se caracteriza em imediata perda de recursos, tendo em vista que a venda de commodities se realiza por massa de produto. Isso gera uma guerra em busca da manutenção de massas de grãos próximas àquelas que foram inicialmente estocadas, gerando práticas de rebeneficiamento

para atender padrões de mercado e legislação, com misturas de lotes de diferentes padrões, além de questionáveis tentativas de manutenção do teor de água do produto em 14% (b.u.).

Considerando a demanda de mitigação das perdas pós-colheita, que possam assegurar os princípios de segurança alimentar para todos, diversos *players* de unidades armazenadoras têm usado diferentes mecanismos e processos, isoladamente ou em conjunto, na tentativa de redução das perdas para patamares minimamente aceitáveis. Dentre os principais mecanismos disponíveis para a mitigação das perdas quantitativas e qualitativas de grãos, podem ser citados:

- Legislações que versam sobre o tema, como a Instrução normativa sobre a certificação de unidades armazenadoras, instruções normativas referentes à classificação vegetal de diferentes espécies, normas de segurança do trabalho, dentre outras;
- Práticas de rastreabilidade do produto desde a chegada na unidade armazenadora até sua expedição, com opção de segregação do produto em diferentes estruturas;
- Promover uma pré-limpeza mais eficiente, objetivando a completa eliminação de impurezas que possam ser direcionadas aos secadores e silos ou aos graneleiros, eliminando a necessidade de uso de espalhadores de grãos;
- Utilização de máquinas e equipamentos que tenham maior eficiência durante o beneficiamento;
- Uso de secadores e de fontes de aquecimento do ar de secagem mais eficientes, que possam promover a redução do teor de água para níveis seguros ao armazenamento;
- Eficiente controle de insetos pragas e fungos;
- Redução e uniformização da temperatura da massa de grãos durante o armazenamento, através de um correto gerenciamento do processo de aeração e ou refrigeração; e
- Sistemas que possam promover o controle do teor de água dos grãos durante o armazenamento, através do fenômeno de higroscopia.

Apesar de serem alternativas utilizadas muitas vezes de forma isolada, para

situações específicas, vale ressaltar que a adoção de mais de uma ou todas constituem os fundamentos do que se costuma chamar de manejo integrado, que possui ação muito mais eficaz no combate a pragas e doenças, do que o uso de substâncias químicas em quantidades e dosagens excessivas. Tendo em vista os ciclo de vida e reprodutivo de muitas espécies de insetos pragas e fungos, além de suas necessidades para o pleno desenvolvimento de seus metabolismos, o controle adequado da temperatura da massa de grãos pelos processos de aeração e refrigeração trazem resultados significativos na redução de perdas pós-colheita das mais diferentes espécies de commodities, bem como mantém em níveis reduzidos o metabolismo (respiração) dos grãos.

#### 4 NOVAS TECNOLOGIAS PARA MITIGAÇÃO DAS PERDAS

Diferente de muitas outras áreas do agronegócio, onde inovações tecnológicas sempre fizeram parte do dia a dia dos técnicos que as utilizam (como exemplo, a área de mecanização agrícola), a área de pós-colheita de produtos agrícolas durante anos apresentou carência ou desprovimento de grandes inovações que pudessem mudar o *status quo* no combate às perdas. Em geral, sempre estava disponível modificações de equipamentos já existentes ou peças e acessórios que melhorassem o desempenho desses. Isso pode ser considerado como parte da explicação do observado na Figura 1, do descompasso entre a produção de grãos e a capacidade estática de armazenamento no país.

Entretanto, nos últimos anos, em constante sintonia com pesquisas científicas que vêm sendo desenvolvidas pelos mais diversos pesquisadores que atuam na área, inúmeras empresas começaram a apresentar novas tecnologias que, em muito, estão contribuindo para o combate da redução das perdas pós-colheita. Além das tradicionais do setor, muitas outras empresas foram criadas recentemente e estão com uma gama de novos produtos que vêm ajudando a revolucionar a área. Muitas delas se baseiam em sistemas automatizados, que visam reduzir mão de obra e aumentar a eficiência nesses processos, além de já existir no setor empresas que trabalham com o conceito da “Agricultura 4.0”, onde enormes bancos de dados são criados a partir da leitura em sensores digitais e gerenciados por programação através de informação enviada sem fio para essas estações de trabalho.

Na sequência, serão abordadas algumas dessas novas tecnologias e de que forma que elas atuam.

- **SISTEMA AUTOMATIZADO DE ALIMENTAÇÃO DE LENHA EM FORNALHAS:** a alimentação de fornalhas e caldeiras sempre foi cenário de diversos acidentes. Nesse sistema, a lenha ou cavacos de lenha alimentam secadores automaticamente, a partir de sensores no corpo do secador e na própria fornalha, aumentando a eficiência energética e econômica do processo;
- **SECADORES DE COLUNA:** Esse tipo de secador veio em substituição aos tradicionais secadores de cascata ou de fluxos mistos. Neste dispositivo há menor revolvimento do produto no corpo do secador, promovendo uma secagem mais homogênea e com até 4% de impurezas na massa de grãos;
- **DETERMINADORES AUTOMÁTICOS DO TEOR DE ÁGUA DO PRODUTO NO SECADOR:** esses equipamentos são acoplados aos secadores fazendo a coleta, em tempos programados, de amostras de grãos que têm o seu teor de água determinado durante a secagem, facilitando a melhor tomada de decisão quanto à continuação ou término do processo;
- **SENSORES DIGITAIS DE TEMPERATURA DE GRÃOS PARA SECADOR:** cabos de sensores digitais no interior do equipamento enviam informações em tempo real e sem fio da temperatura da massa de grãos para uma central, onde os operadores do secador podem verificar se a temperatura programada está de acordo com o que está sendo observado, permitindo, assim, verificar possíveis problemas tanto no secador quanto nos sistemas de aquecimento do ar;
- **SENSORES DE CO<sub>2</sub> NA MASSA DE GRÃOS:** um dos principais produtos da respiração, o CO<sub>2</sub>, ao ser medido por esses sensores permite verificar possíveis focos de deterioração na massa de grãos, além de avaliar a eficácia de outros processos utilizados para reduzir a deterioração no armazenamento;
- **RECIRCULADOR DE FOSFINA:** a fosfina vem sendo utilizada no controle de insetos e pragas há tempos. Todavia, com o passar dos anos, muitas espécies de insetos vêm adquirindo resistência ao princípio utilizado, além de questões estruturais das unidades que reduzem sua eficácia. Assim, esses equipamentos promovem a recirculação do gás fosfina da massa de grãos, aumentando sua eficiência no controle dos insetos e pragas;

- **EXAUSTORES COM SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO NATURAL PARA SILOS, GRANELEIROS E ARMAZÉNS:** os exaustores já vêm sendo utilizados há anos para a redução da movimentação das correntes de ar quente no interior de silos e graneleiros. A tecnologia atual conta com sistema de iluminação natural que promove, além da exaustão, a iluminação pela entrada de luz natural do sol no interior de silos, armazéns, depósitos, dentre outros, permitindo que diversos tipos de trabalho e reparos sejam executados no interior das estruturas com mais segurança;
- **AUTOMAÇÃO E GERENCIAMENTO DA AERAÇÃO/REFRIGERAÇÃO UTILIZANDO SENSORES DIGITAIS:** realizado durante anos utilizando termopares convencionais, o controle da temperatura da massa de grãos passou a contar com equipamentos mais eficientes e precisos, os sensores digitais. Além de maior eficácia, esses sensores permitem que os preceitos da Agricultura 4.0 ou “era da internet das coisas” possam ser aplicados aos processos de aeração e refrigeração, promovendo sistemas de gerenciamento e correto manejo que podem ser acessados à qualquer momento de forma remota, com maior quantidade e precisão de dados, a partir de computadores conectados à internet ou em dispositivos móveis, como celulares e tablets. Há ainda empresas do setor que criaram sistemas que interligam todos os dados obtidos pelos sensores digitais de temperatura e umidade relativa do ar que ficam no interior da massa de grãos com modelos de equilíbrio higroscópico das espécies que estão sendo armazenadas, promovendo maior eficiência, consideráveis redução de gastos energéticos e perdas pós-colheita.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mitigação das perdas pós-colheita de grãos é um trabalho complexo que envolve a adoção de diversas tecnologias, processos e atores. Apesar da recente oferta de novas tecnologias que auxiliaram substancialmente o trabalho em unidades armazenadoras, ainda há a necessidade de esforços para a promoção de melhorias na deficitária rede armazenadora de grãos do país, que têm parcela significativa nas gerações de perdas. Além disso, deve-se identificar todos os fatores que geram perdas qualitativas e quantitativas, não focando os esforços apenas dentro das unidades de armazenamento e estocagem.

## 6 REFERÊNCIAS

ANDRADE, J.C.; GONELLI, A.L.D.; HARTMANN FILHO, C.P.; AZAMBUJA, T.M.S.; BARBOZA, V.C. Quality of second crop corn according to the period between harvest and drying. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.21, n.11, p.803-808, 2017.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira-Grãos**, Brasília, DF, v. 7, safra 2019/2020, n. 7, sétimo levantamento, abr. 2020a. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>. Acesso em: 18 abr. 2020.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Série histórica da armazenagem**. Brasília, DF: Conab, 2020b. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/armazenagem/serie-historica-da-armazenagem>. Acesso em: 05 maio 2020.

FASSIO, D.M.R.; SOUZA, A.B.M.; MEDEIROS, S.T.; THOMÉ, R.P. Otimização da infraestrutura logística na mitigação de perdas na pós-colheita de grãos. In: DOLABELLA, R. (Org.). **Perdas e desperdício de alimentos: estratégias para redução**. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, 2018, v.1, p. 115-131.

HARTMANN FILHO, C.P. **Qualidade da soja após a maturidade fisiológica e pós-colheita**. 2019. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Dourados-MS: Universidade Federal da Grande Dourados.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS. **Sistema de Contas Nacionais Trimestrais – SCNT (Séries históricas)**. Brasília, DF: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 01 maio 2020.

MATOS, P.F.; PESSÔA, V.L.S. A modernização da agricultura no Brasil e os novos usos do território. **Revista GEO UERJ**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 22, p. 290-322, 2011.

# Logística de escoamento dos produtos agropecuários no Brasil: estrangulamentos dos fluxos de exportação

ELISANGELA PEREIRA LOPES

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA)

ARTIGO RECEBIDO PARA PUBLICAÇÃO EM 18/05/2020

**RESUMO.** O presente artigo é fruto da participação da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) no I Seminário sobre a “Eficiência e Redução de Perdas no Armazenamento e Transportes no Brasil, 2019” promovido pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). O texto discorre sobre pontos abordados na palestra, com ênfase nos gargalos enfrentados pelo setor agropecuário para o escoamento de alimentos. É apresentada a evolução no Brasil, nos últimos dez anos, da produção de soja e milho e das respectivas parcelas destinadas à exportação. Contempla a análise baseada nas regiões que se apresentam consolidadas, em termos de produção e infraestrutura, *versus* a realidade presente nas novas fronteiras agrícolas. A justificativa para os gargalos observados no escoamento dos produtos é mencionada após breve contextualização das condições da infraestrutura e logística, que resultam em aumento de custos de transportes, em especial, pelo desequilíbrio da matriz de transporte. O cenário atual indica a necessidade de investimentos não apenas em melhorias da infraestrutura logística existente, mas também na implantação de novas rotas de escoamento, com a integração dos modos rodoviários, ferroviários e hidroviários. Com isso, espera-se que sejam reduzidos os custos de transporte e remanejada parte da carga destinada aos portos das regiões Sul e Sudeste para o Arco Norte, onde, atualmente, é concentrada a produção nacional de grãos envia-

da ao comércio exterior.

**PALAVRAS-CHAVE:** Escoamento; produção; exportação; agropecuária; gargalos logísticos.

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de transformação da agropecuária entre 1960 e 1980, impulsionado por estratégias de modernização agrícola, disponibilidade de programas de crédito rural subsidiados, elevação dos gastos em extensão rural e pesquisa e por maior abertura ao comércio internacional (DIAS; BARROS, 1983), resultou no crescimento do setor. O desenvolvimento da ciência e tecnologia proporcionou o domínio de regiões antes consideradas inadequadas para a agricultura e pecuária.

Desde então, o setor agropecuário brasileiro tem alcançado recordes, especialmente nas novas fronteiras agrícolas. O crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) é impulsionado pelo agronegócio, que responde por 21,1% da soma de todos os bens e serviços produzidos no Brasil. Em termos da economia nacional, a agropecuária gera sucessivos superávits na Balança Comercial, sendo responsável por 32,3% dos empregos gerados. Os esforços dos produtores rurais resultam em supersafras. No *ranking* dos dez principais produtos exportados em 2019, sete foram mercadorias agrícolas e pecuárias: soja, açúcar (cana), carne de frango, celulose, carne bovina, farelo de soja e café em grãos (CNA, 2020).

Enquanto o Brasil se destaca no cenário mundial de alimentos pela crescente expansão da produção agropecuária, o desenvolvimento da infraestrutura de transporte e armazenagem comporta-se em direção inversa. Essa constatação compromete a competitividade dos produtos brasileiros no mercado interno e no comércio exterior. A contribuição do agronegócio para a economia brasileira poderia ser mais efetiva se não fossem os elevados custos e os desperdícios gerados pela infraestrutura indisponível e inadequada. Com base nessas informações, o presente artigo apresenta o cenário dos últimos dez anos de produção e exportação de grãos, em contraponto ao desenvolvimento da logística destinada ao escoamento de alimentos para o abastecimento do mercado interno e comércio exterior.



## 1.1 PRODUÇÃO E EXPORTAÇÃO AGROPECUÁRIA NO BRASIL

A expansão da fronteira agropecuária no Centro-Oeste, Norte e Matopiba (acrônimo dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) não é acompanhada pelo desenvolvimento regional. A localização distante dos centros de fornecedores tem gerado obstáculos à competitividade dos produtos. Em uma década (2009-2019), a produção de grãos no Brasil quase duplicou, passando de 108 milhões de toneladas para 215 milhões de toneladas. As regiões produtoras acima do “Paralelo 16” foram responsáveis por 61,2% ou 131,6 milhões de toneladas. Essa quantidade equivale ao somatório das exportações, isto é, 131,6 milhões de toneladas de soja em grãos, farelo, óleo e milho (Tabela 1).

**Tabela 1: Evolução da Produção de Grãos (soja e milho) e Exportação do Complexo Soja e Milho (2009-2019)**

ANO	PRODUÇÃO DE GRÃOS (SOJA E MILHO)			EXPORTAÇÃO DO COMPLEXO SOJA* E MILHO		
	BRASIL	ACIMA *16S	ABAIXO *16S	BRASIL	ACIMA *16S	ABAIXO *16S
2009	108,0 Mt	56,0 Mt (51,9%)	52,0 Mt (48,1%)	43,4 Mt	7,2 Mt (16,6%)	36,2 Mt (83,4%)
2019	215,0 Mt	131,6 Mt (61,2%)	83,4 Mt (38,8%)	131,6 Mt	37,7 Mt (28,6%)	93,9 Mt (71,4%)
VARIAÇÃO	+99,1%	+135,0%	+60,4%	+203,2%	+423,6%	+159,4%

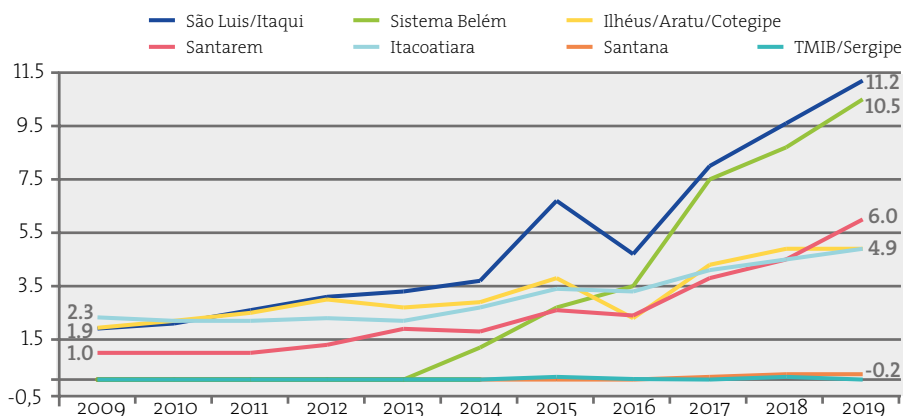
*Legenda: Mt corresponde a milhões de toneladas.  
(\*) complexo soja compreende grãos, farelo e óleo.  
Fonte: CNA (2020).*

Vale destacar o aumento na capacidade de exportação de grãos pelos portos das regiões Norte e Nordeste. Somente em 2019, no sistema portuário do Arco Norte, de Manaus/AM à Bahia/BA, foram movimentadas 37,7 milhões de toneladas de soja e milho, isto é, crescimento de 423,6%, quando comparado a 2009. Os terminais instalados em Santarém/PA (6,0 milhões de toneladas), Belém/PA (10,5 milhões de toneladas) e São Luiz/MA (11,2 milhões de toneladas) representaram 73,5% do que foi enviado ao mercado externo pelos portos do Arco Norte.

As movimentações nos complexos de portos de Belém/PA, com início em 2013, atingiram a marca de 10,5 milhões de tonelada em 2019. Se somado, ainda, Santarém/PA aos portos do Pará/PA, foram escoados 16,5 milhões de toneladas de grãos. No Terminal de Grãos do Maranhão – Tegram, do Porto de Itaqui, em que a capacidade inicial era de 5 milhões de toneladas por ano, foram movimentados 7 milhões de toneladas em 2019. Os Gráficos 1 e 2 apresentam a evolução das exportações,

dividindo a análise entre os portos do Arco Norte – situados nas novas fronteiras agrícolas – e os sistemas portuários do Sul e Sudeste.

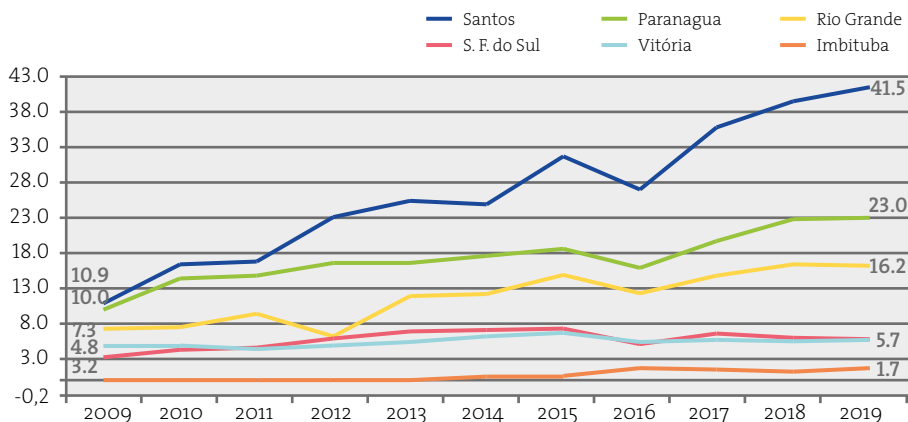
**Gráfico 1: Evolução da Exportação do Complexo Soja e Milho pelos Portos do Arco Norte (milhões de toneladas)**



Fonte: CNA (2020)

Ainda assim, esses avanços representam números modestos, considerando-se que as regiões Sul e Sudeste responderam por 38,8% da produção (83,4 milhões de toneladas) e 71,4% (93,9 milhões de toneladas) da exportação nacional de soja e milho. Os portos com maior representatividade foram Santos/SP (31,7%), Paranaguá/PR (17,6%) e Rio Grande/RS (12,3%).

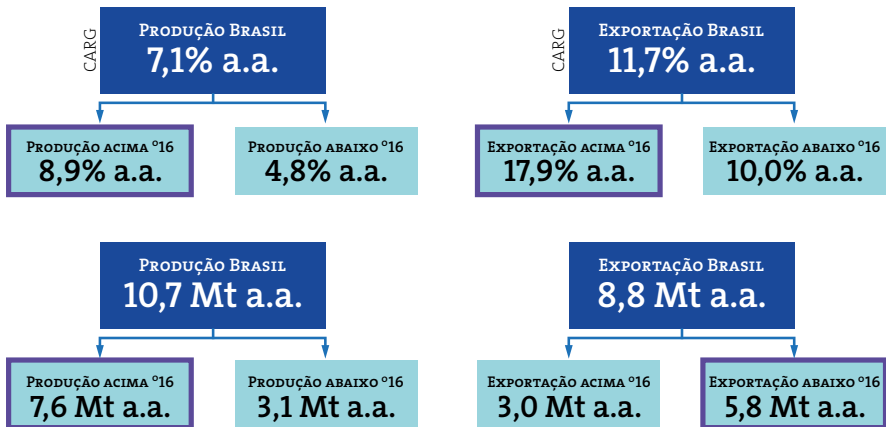
**Gráfico 2: Evolução da Exportação do Complexo Soja e Milho pelos Portos do Sul e Sudeste (milhões de toneladas)**



Fonte: CNA (2020).

É possível notar, no Gráfico 2, crescimento das movimentações no Porto de Santos, quatro vezes maior que há dez anos. Expansões, melhor reorganização espacial dos terminais (por tipo de carga), aprimoramento da eficiência operacional e dos acessos marítimos e terrestres são algumas ações adotadas pelas autoridades portuárias das regiões Sul e Sudeste que contribuíram para esse cenário. Adicionalmente à análise, a CNA (2020), com base nos levantamentos da safra de grãos da Conab e das exportações do complexo soja e milho disponibilizados pela Associação Nacional dos Exportadores de Cereais (ANEC), calculou a Taxa de Crescimento Anual Composta (CAGR). Os resultados apontaram a performance da produção e comercialização de soja e milho entre 2009 e 2019 (Figura 1).

**Figura 1: Taxa de Crescimento Anual Composta (CARG) da Produção e Exportação do Complexo Soja e Milho (2009-2019).**



Legenda: CARG: Compound Annual Growth Rate ou Taxa Composta Anual de Crescimento  
 Mt: Milhões de tonelada (média anual)  
 Fonte: CNA (2020), com base em dados da Conab e ANEC.

A produção de soja e milho apresentou crescimento anual de 7,1% entre 2009 e 2019. Acima do “Paralelo 16”, a taxa foi de 8,9% ao ano, superior à nacional. Nas exportações, observou-se desempenho positivo de 11,7% ao ano, para igual período. Pela ótica da quantidade movimentada, a produção permanece em crescimento de 10,7 milhões de toneladas por ano, sendo a média das regiões acima do “Paralelo 16” de 7,6 milhões de toneladas por ano. Mas, as exportações, que representaram acréscimo de 8,8 milhões de toneladas ano no Brasil, descaíram acima do “Paralelo 16”, atingindo o crescimento de 3,0 milhões de toneladas por ano. Quando subtraída da

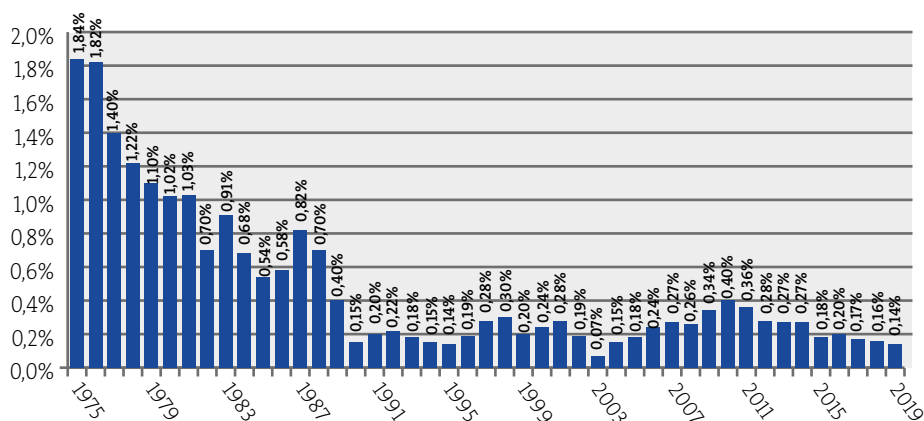
média de crescimento da produção na região, relata-se o déficit de 4,6 milhões de toneladas anuais. Para suprir a demanda nas novas fronteiras, deveria ser instalado pelo menos um terminal portuário por ano, com capacidade de 5 milhões de toneladas, no Arco Norte.

## 1.2 LOGÍSTICA DOS PRODUTOS AGROPECUÁRIOS: DESEQUILÍBRIO DA MATRIZ DE TRANSPORTE

A contribuição do agronegócio para a economia poderia ter sido mais efetiva no histórico de superávits na balança comercial ou das supersafras não fossem os custos e desperdícios excessivos gerados pela falta de infraestrutura adequada. Essa deficiência se caracteriza como entrave ao escoamento da produção agrícola e motivo de perda de competitividade internacional. Altas cargas tributárias, políticas ineficientes, baixos investimentos no setor e desequilíbrio na matriz de transporte são alguns problemas enfrentados pela cadeia produtiva. A malha rodoviária é deficiente e o transporte por ferrovias e hidrovias é insignificante. O perfil geral dos corredores logísticos estratégicos de exportação revela o modo rodoviário como a principal via de escoamento da soja e do milho, respondendo por 85%. As ferrovias participam com 11% e o sistema aquaviário, com 4% (CNT, 2019).

Quando o assunto é investimento em infraestrutura, os recursos dispendidos são aquéns da demanda e insuficientes para impulsionar o crescimento econômico. A tendência, quando se analisa a série histórica entre 1975 e 2019, é de trajetória decrescente, com base no previsto no Orçamento Geral da União. De acordo com a Confederação Nacional dos Transportes (CNT, 2019), o pico de investimentos públicos federais em transportes ocorreu na segunda metade da década de 1970, com média de 1,48% do Produto Interno Bruto (1975-1979). No período de 1980 a 1989, o volume médio reduziu para 0,74%, atingindo o menor valor, de 0,20%, na década de 1990. Embora tenha sido registrada aceleração entre 2003 (0,07%) e 2010 (0,40%), desde 2011, a tendência mudou de direção e, em 2019, os aportes públicos alcançaram apenas 0,14% do PIB, menor valor desde 2004 (Gráfico 2).

**Gráfico 3: Evolução do Investimento Federal em Infraestrutura de Transportes (investimento/PIB)**



Fonte: CNT (2019).

A situação do modal rodoviário é preocupante na relação segurança viária, nos níveis de acidentes, nos custos de transportes e na emissão de poluentes. Apenas 12,4% da malha rodoviária é pavimentada. A análise da Pesquisa CNT de Rodovias, entre 2004 e 2019, constatou que o estado geral das rodovias públicas melhorou, porém, do total, no último ano, 60,8% apresenta condições inadequadas de tráfego. Segundo a CNT (2019), nos 66,2 mil quilômetros estudados há deficiência no pavimento, sinalização e geometria da via. Os problemas incluem buracos, falta de sinalização, ausência de acostamentos e terceiras faixas.

Com base na amostra avaliada, é importante ressaltar que houve leve melhora nas condições das estradas brasileiras – federais, estaduais e concedidas à iniciativa privada. As rodovias avaliadas como ótimas ou boas passaram de 18,7% para 41,0%. Mesmo diante da melhora, o percentual de estradas em condições de tráfego apresenta-se aquém do adequado e desejável. A CNT (2019) afirma que a má qualidade verificada nas rodovias brasileiras eleva os custos operacionais do transporte, em média, em 28,5% do que em condições ideais.

A CNT (2019) também sinaliza a variação de 14,9 pontos percentuais de acréscimo dos custos entre as regiões Sudeste (23,5%) e Norte (38,4%), verificando, respectivamente, o melhor e pior resultado. Os modos de transportes mais indicados para *commodities* – ferroviário e hidroviário – são pouco utilizados quando comparados

à matriz de transportes de outros países com dimensões parecidas com o Brasil (Estados Unidos, China e Rússia). Esses modos de transportes – trens e barcas – têm capacidade mais elevada e, quando disponíveis, sua utilização resulta em diminuição de custos com o frete.

Nas ferrovias, as cargas destinadas aos produtos agropecuários correspondem a 16,4% do transportado (ANTT, 2020). Dos 28,6 mil quilômetros de ferrovias, somente 1/3 encontra-se em operação. O modelo de concessão ferroviária é caracterizado pela concentração de mercado: oferta reduzida de serviços, elevadas tarifas e quebra de contratos. Em média, o valor do frete ferroviário é próximo ao praticado pelos caminhões. Um exemplo é o frete rodoviário entre Rondonópolis/MT e Santos/SP. O valor médio cobrado pelos caminhoneiros em 2015 foi de R\$ 201,00 por tonelada de soja, enquanto a concessionária cobrou R\$ 195,00 por tonelada de soja, cerca de 3% a menos, quando deveria ser 20 a 30% menor (ANUT, 2016).

O modal hidroviário, com o custo do frete considerado três vezes menor que o rodoviário, continua o menos utilizado. Um problema grave é a priorização do uso das águas para o setor energético, o que tem prejudicado o transporte pelos rios. Na última paralisação da Hidrovia do Tietê-Paraná (2013-2016), o agronegócio deixou de movimentar, por ano, 6,5 milhões de toneladas de produtos.

### 1.3 INTEGRAÇÃO DOS MODOS DE TRANSPORTES: SOLUÇÃO PARA REDUÇÃO DE CUSTOS

Para dimensionar a diferença dos custos entre os modos de transportes, vale recorrer aos dados coletados no estudo da Câmara Temática de Infraestrutura e Logística do Agronegócio do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – CTLOG/Mapa. Relata Lopes (2016) que, em 2016, na CTLOG, foi criado grupo de trabalho formado por representantes do setor produtivo e usuários de transportes de cargas. O objeto era realizar diagnóstico das alternativas logísticas para abastecimento de grãos, no caso específico do milho, para os principais estados consumidores do Nordeste. Como a produção da região do Matopiba não é suficiente para abastecer outros estados do Nordeste, também foi analisada a possibilidade de envio de milho de Mato Grosso e Goiás. No Centro-Oeste, foram abrangidos produtores de milho dos municípios de Cristalina/GO, Jataí/GO, Primavera do Leste/MT, Sorriso/MT e Sapezal/MT. Neste artigo, será utilizado o trecho que compreende o milho proveniente do município de Sorriso/MT com destino ao porto de Vila do

Conde, em Belém/PA, de onde, supostamente, segue para o mercado internacional (Tabela 2).

**Tabela 2. Rotas Alternativas para escoamento de Grãos (milho) com Destino ao Mercado Internacional**

SORRISO/MT AO PORTO DE VILA DO CONDE/PA	MODOS E TIPO DE TRANSBORDO	DISTÂNCIA (KM)	CUSTO ESTIMADO (R\$/T)
A UTILIZANDO-SE AS RODOVIAS BR-163, BR-070, BR-158, BR-155, PA-475 E BR-150	Rodoviário	2.919	337,50
<b>TOTAL ALTERNATIVA A</b>		<b>2.919</b>	<b>337,50</b>
B UTILIZANDO-SE AS RODOVIAS BR-163, BR-070, BR-158, BR-155 E O RIO TOCANTINS A PARTIR DE MARABÁ/PA	Rodoviário	2.366	270,10
	Rodoviário-fluvial (transbordo)	-	9,23
	Fluvial	500	11,80
<b>TOTAL ALTERNATIVA B</b>		<b>2.866</b>	<b>291,13</b>
C UTILIZANDO-SE A RODOVIA BR-364, RIO MADEIRA A PARTIR DE PORTO VELHO/RO E CABOTAGEM NO RIO AMAZONAS A PARTIR DE SANTARÊM/PA	Rodoviário	959	116,40
	Rodoviário-fluvial (transbordo)	-	9,23
	Fluvial	1.676	38,00
<b>TOTAL ALTERNATIVA C</b>		<b>2.638</b>	<b>163,63</b>
D UTILIZANDO-SE AS RODOVIAS BR-163 E BR-230 E RIOS TAPAJÓS E AMAZONAS A PARTIR DE MIRITITUBA/PA	Rodoviário	1.070	129,00
	Rodoviário-fluvial (transbordo)	-	9,23
	Fluvial	872	21,50
<b>TOTAL ALTERNATIVA D</b>		<b>1.942</b>	<b>159,73</b>
E UTILIZANDO-SE A RODOVIA BR-163, FERROGRÃO E RIOS TAPAJÓS E AMAZONAS A PARTIR DE MIRITITUBA/PA	Rodoviário	85	17,50
	Rodoviário-ferroviário	-	9,38
	Ferroviário	940	56,40
	Rodoviário-fluvial (transbordo)	-	9,66
	Fluvial	872	21,50
<b>TOTAL ALTERNATIVA E</b>		<b>1.897</b>	<b>114,44</b>

Fonte: adaptado da Empresa de Planejamento e Logística S/A – EPL (2016).

A Tabela 2 confirma que, para distâncias maiores de 1.000 quilômetros, o transporte rodoviário é oneroso (Alternativa A). À medida que o percurso aumenta, os custos de transporte também se elevam. Para a rota Sorriso/MT com destino ao porto de Vila do Conde/PA, foram verificadas cinco alternativas. A primeira diz respeito ao corredor de exportação que utiliza o modal rodoviário, com o uso das BR-163, BR-070, BR-158, BR-155, PA-475 e BR-150. Embora seja transporte porta a porta, a distância de 2.919 quilômetros resulta no maior custo de transportes, isto é, R\$ 337,50 por tonelada (Alternativa A).

Inserida a possibilidade do uso de outros modos de transportes, com destaque

para as hidrovias, os custos de frete tendem a diminuir consideravelmente. Esse comportamento pode ser observado na segunda rota (Alternativa B), que substitui as rodovias PA-475 e PA-150 pelo trecho de 500 quilômetros do rio Tocantins que vai de Marabá/PA a Vila do Conde/PA. O custo é reduzido para R\$ 291,13 por tonelada. A consolidação dessa rota depende do derrocamento do Pedral do Lourenço, orçado em R\$ 520,6 milhões. Com a conclusão, a previsão é que o rio Tocantins tenha capacidade para movimentar cerca de 20 milhões de toneladas de produtos agropecuários.

O mesmo acontece com a Alternativa C, rota bastante utilizada atualmente pela BR-364 e os rios Madeira e Amazonas. Ao todo, são 2.638 quilômetros ao custo de R\$ 163,63 por tonelada. Já a opção seguinte (Alternativa D) inclui a BR-163, a BR-230 e os rios Tapajós e Amazonas, a partir de Miritituba/PA. A distância a ser percorrida é de 1.942 quilômetros, ao custo de R\$ 159,73 por tonelada. Ressalta-se que, no cálculo do frete, considerou-se o custo de transbordo de um modal para o outro e, ainda, variáveis como o tempo de descanso do motorista e as condições das vias, como o tipo de pavimento, quantidade de faixas e fluxo de veículos.

Por último, o menor custo observado é o da Alternativa E, que se valida com o uso da rodovia em menor proporção e a integração das ferrovias e hidrovias. A BR-163 junto à navegação no rio Tapajós e Amazonas, a partir de Miritituba/PA e somando-se 1.897 quilômetros de percurso, resulta em custos menores que as quatro opções apresentadas anteriormente, ou seja, de R\$ 114,44 por tonelada. Todavia, a rota que se apresenta mais viável depende não somente da conclusão da BR-163, mas da construção da Ferrogrão, isto é, trecho ferroviário de 930 quilômetros ligando Sinop/MT a Miritituba/PA. É um projeto *greenfield* das *tradings* Amaggi, Bunge, Cargill e Louis Dreyfus Commodities. Sua concepção surgiu da carência do agrogócio por alternativas logísticas de menores custos de transporte para o escoamento dos grãos produzidos na região central de Mato Grosso e com destino aos portos do Arco Norte. A Tabela 3 apresenta resumo para melhor visualização dos resultados.



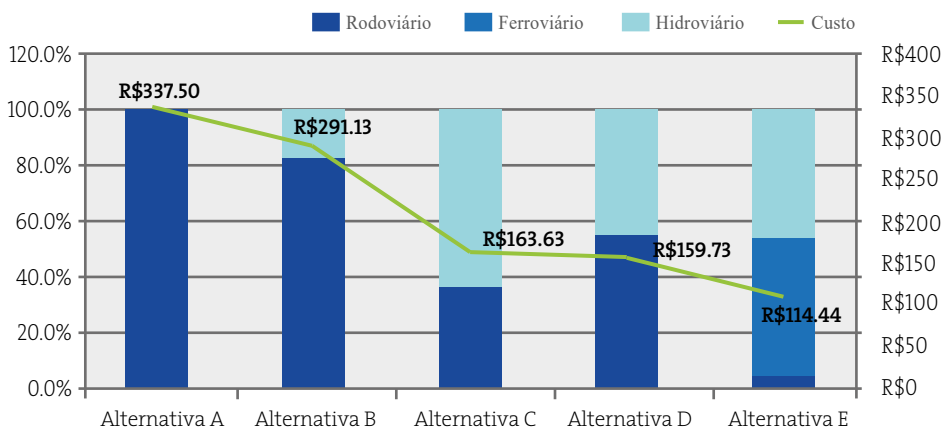
**Tabela 3. Resumo dos Custos de Transportes nas Alternativas para escoamento de Grãos (milho) com Destino ao Mercado Internacional**

ALTERNATIVAS	DISTÂNCIA (KM)	CUSTO (R\$/T)	REDUÇÃO DE CUSTO/OPÇÃO A
(A) BR-163/070/158/155 e PA-475/150	2.929	337,50	-
(B) BR-163/070/158/155 e RIO TOCANTINS A PARTIR DE MARABÁ/PA	2.866	291,13	13,7%
(C) BR-364, RIO MADEIRA A PARTIR DE PORTO VELHO/RO e CABOTAGEM NO RIO AMAZONAS A PARTIR DE SANTARÉM/PA	2.638	163,63	51,5%
(D) BR-163 e BR-230 e RIOS TAPAJÓS e AMAZONAS A PARTIR DE MIRITITUBA/PA	1.942	159,73	52,7%
(E) BR-163, FERROGRÃO e RIOS TAPAJÓS e AMAZONAS EM MIRITITUBA (PA)	1.897	114,44	66,1%

Fonte: Adaptado da metodologia EPL.  
Nota: \*Opção futura

Como visualizado na Tabela 3, a Alternativa E, que utiliza três modos de transportes distintos, constitui-se aquela com menor custo de transporte (R\$ 114,44 por tonelada). A redução do custo de transporte pode atingir até 66,1% quando comparada à Alternativa A, predominantemente rodoviária. A integração entre os modos rodoviário, ferroviário e aquaviário, nesse caso, além de permitir a entrega do produto porta a porta, tem o menor custo observado que as outras quatro alternativas. Embora o *transit time* aumente em relação à Alternativa A, como o milho é um produto de baixa perecibilidade, não há prejuízos pelo uso de percursos maiores e demorados, pelo contrário, observam-se os custos de transporte mais competitivos.

**Gráfico 4. Relação Modo e Custo de Transportes nas Alternativas para Escoamento de Grãos (milho) com Destino ao Mercado Internacional**



Fonte: CNA (2020).

Por último, a relação entre o uso predominante do modal rodoviário e os elevados custos de transportes são demonstrados no Gráfico 4. A Alternativa A, em que se percorrem quase 3.000 quilômetros de caminhão, constitui-se a opção mais onerosa. À medida que é colocada em prática a intermodalidade e/ou multimodalidade,

quer rodo-hidroviária, quer rodo-hidro-ferroviária, os custos são reduzidos significativamente. Tais apontamentos deixam claro que o país necessita de rede de infraestrutura de transportes consolidada que, na maioria das vezes, apresenta dificuldades em se concretizar e induz à perda de competitividade quando comparada ao mercado global. Esse cenário indica a necessidade de investimentos na melhoria da infraestrutura logística existente e na viabilização de novas rotas de escoamento, com a integração dos modos rodoviário, ferroviário e hidroviário.

## 2 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Logística, infraestrutura de transporte e armazenagem constituem elementos importantes para que o setor agropecuário alcance melhores resultados no mercado interno e no comércio exterior. Na relação menor custo de transportes e crescimento econômico, é fundamental definir marcos regulatórios, com regras claras, que estabeleçam segurança jurídica e transparência, aderentes aos riscos de investimentos. Faz-se relevante, ainda, implementar modelos de parceria com a iniciativa privada, que viabilizem aplicação de recursos em infraestrutura e criem ambiente de competição, evitando práticas monopolísticas e promovendo a livre iniciativa.

Nesse sentido, a CNA recomenda ações que reduzam a dependência do transporte rodoviário para a movimentação de produtos agropecuários, como a implantação de programas de recuperação e melhoria das rotas e escoamento da produção. Recomenda também a adoção de modelos de concessão em rodovias que garantam menor valor de tarifa, como critério de julgamento, e investimentos em expansão de capacidade em função da evolução do tráfego, entre outros. É necessário, ainda, manutenção dos princípios básicos de livre mercado no novo marco regulatório do Transporte Rodoviário de Cargas (TRC), priorizando-se a livre negociação e vedando o tabelamento de fretes rodoviários.

No modo ferroviário, faz-se importante aumentar a capacidade e extensão das redes ferroviárias de acesso aos portos e terminais (novas linhas e reativação de trechos paralisados ou considerados inviáveis), que resultem em maior oferta de serviços. Quanto às novas concessões e contratos, em fase de repactuação ou renovação, deve-se garantir que sejam adequados aos novos marcos regulatórios, introduzindo-se mecanismos de competição modal e intermodal. E, não menos im-

portante, é imperioso ampliar o compartilhamento da infraestrutura ferroviária, regulando-se e priorizando-se o direito de passagem e permitindo a utilização da malha por Operadores Ferroviários Independentes (OFIs).

Para portos e hidrovias, a manutenção de rios e mares (dragagem, derrocamento e sinalização) permite a navegação adequada e contínua. A definição de modelo de gestão e a garantia do uso múltiplo dos rios promoverão o desenvolvimento das hidrovias. Em termos de portos, há que se olhar para a reestruturação da navegação de cabotagem, a fim de torná-la competitiva e em condições isonômicas à navegação de longo curso. E, por último, e tão relevante como os modos de transportes, urge a necessidade de ampliação da capacidade de armazenamento privado em todas as regiões agrícolas, com disponibilidade de linhas de créditos acessíveis.

### 3 REFERÊNCIAS

ANTT - AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Anuário do Setor Ferroviário 2020**: Tabela Excel. Brasília, DF: ANTT, 2020.

ANUT - ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS USUÁRIOS DO TRANSPORTE DE CARGA. **Desafios da Infraestrutura Logística do Brasil: rodovias, ferrovias e portos**: Apresentação na ABM Week. Rio de Janeiro: ANUT, 2016.

CNT - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES. **Pesquisa CNT de Rodovias 2019**. Brasília, DF: CNT; SEST/SENAT, 2019. 236p.

CNA - CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Dados Macroeconômicos do Setor Agropecuário Brasileiro**. Brasília, DF: CNA, 2020.

CNT- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES. **Investimentos em Transportes como Proporção do PIB cai pelo Terceiro Ano Consecutivo**. Economia em Foco. Brasília, DF: CNT, 2020. 4 p.

DIAS, G. L. da S.; BARROS, J. R. M. de. **Fundamentos para uma Nova Política Agrícola**. Brasília, DF: CFP, 1983. 39 p. (CFP. Coleção Análise e Pesquisa, 26).

LOPES, E. P. **Milho no nordeste em tempos de estiagem**: como a logística e infraestrutura adequada podem garantir o abastecimento? Brasília, DF: Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, 2016.

# Perdas por qualidade nos grãos de soja nas safras 2014-15 a 2016-17<sup>1</sup>

IRINEU LORINI

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA – EMBRAPA SOJA

ARTIGO RECEBIDO PARA PUBLICAÇÃO EM 15/05/2020

**RESUMO.** Os defeitos dos grãos de soja colhidos permitem avaliar a qualidade da safra e determinar seu uso em função das necessidades de cada cadeia alimentar associada. O trabalho foi realizado no Laboratório de Pós-colheita do Núcleo Tecnológico de Sementes e Grãos “Dr. Nilton Pereira da Costa” da Embrapa Soja em Londrina, PR. As amostras de soja usadas para determinar os defeitos dos grãos foram provenientes das safras 2014/15 a 2016/17, coletadas em vários municípios de dez estados brasileiros. As amostras foram coletadas durante o recebimento dos grãos nas unidades armazenadoras, logo após serem padronizados os níveis de umidade e destinadas ao armazenamento. São apresentados os resultados da caracterização dos defeitos, considerados os avariados totais, além de detalhar os defeitos nos grãos de soja fermentados e danificados por percevejos, ao longo das safras de soja 2014/15 a 2016/17, de acordo com os conceitos e definições do Regulamento Técnico da Soja, da Instrução Normativa Nº 11. Também foi determinada a presença de insetos-praga de armazenamento de grãos nas amostras coletadas. A média brasileira de grãos avariados foi de 6,62% (máximo de 30,71%) na safra 2014/15, de 5,44% (máximo de 67,26%) na safra 2015/16, e de 3,68% (máximo de 21,22%) na safra 2016/17. A presença de insetos-praga

<sup>1</sup> Síntese dos trabalhos publicados pelo autor e outros, nos Anais da VII Conferência Brasileira de Pós-colheita, realizada de 16 a 18 de outubro de 2018 no Villa Planalto em Londrina, PR

contaminantes na soja evidenciou a presença principalmente de *Ephestia* sp., *Sitophilus* sp., *Cryptolestes ferrugineus*, *Ahasverus advena*, *Lasioderma serricorne*, *Liposcelis* spp. e *Lophocateres pusillus*. As perdas econômicas pelos descontos aplicados aos grãos avariados são superiores a um bilhão de reais por safra agrícola.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade de soja; Perdas econômicas; Perdas por grãos avariados; Presença de insetos-praga.

## 1. INTRODUÇÃO

A soja é um dos produtos de maior importância na agricultura nacional, com 35,8 milhões de hectares de área cultivada na safra 2018/19, e estimativa de produção de 115 milhões de toneladas (CONAB, 2019).

Os defeitos dos grãos de soja colhidos permitem avaliar a qualidade da safra e determinar seu uso em função das necessidades de cada cadeia alimentar associada. No Brasil, a classificação da soja é regulamentada pela Instrução Normativa Nº 11, de 15 de maio de 2007 e Instrução Normativa Nº 37 de 27 de julho de 2007, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2007a; 2007b), permitindo identificar entre os fornecedores de matéria-prima aqueles que atendem às exigências do mercado. Isto garante que o produto adquirido seja realmente o ofertado e possibilita o reconhecimento do produto de melhor qualidade. Estas normativas determinam os defeitos, regras e limites de enquadramento da soja que será comercializada. Por estas normativas a soja é classificada pela aptidão de uso, sendo aplicados os descontos para os itens que ultrapassarem os limites estabelecidos no momento da comercialização.

Dentre os principais defeitos dos grãos, estabelecidos na IN Nº11 do Mapa (BRASIL, 2007a), podem-se citar: ardidos (grãos ou pedaços de grãos que se apresentam visivelmente fermentados em sua totalidade e com coloração marrom escura acentuada, afetando o cotilédone); mofados (grãos ou pedaços de grãos que se apresentam com fungos -mofo ou bolor- visíveis a olho nu); fermentados (grãos ou pedaços de grãos que, em razão do processo de fermentação, tenham sofrido alteração visível na cor do cotilédone que não aquela definida para os ardidos); danificados (grãos ou pedaços de grãos que se apresentam com manchas na polpa al-

terados e deformados, perfurados ou atacados por doenças ou insetos, em qualquer de suas fases evolutivas); imaturos (grãos de formato oblongo, que se apresentam intensamente verdes, por não terem atingido seu desenvolvimento fisiológico completo e que podem se apresentar enrugados); chochos (grãos com formato irregular que se apresentam enrugados, atrofiados e desprovidos de massa interna); esverdeados (grãos ou pedaços de grãos com desenvolvimento fisiológico completo que apresentam coloração totalmente esverdeada no cotilédone).

Os grãos avariados compreendem a soma dos ardidos, mofados, fermentados, danificados por percevejos e outras pragas, imaturos, chochos, germinados e queimados, com tolerância de 8% na comercialização dos grãos (BRASIL, 2007a). Como a maior porcentagem (cerca de 85%) de defeitos no grupo dos avariados ocorre nos fermentados e danificados por percevejos (HIRAKURI *et al.*, 2018), estes foram destacados no trabalho descrito.

A qualidade de grãos de soja na armazenagem pode ser influenciada pela ação de diversos fatores. Entre estes, as pragas que ocorrem durante o armazenamento, em especial os besouros *Lasioderma serricorne*, *Oryzaephilus surinamensis* e *Cryptolestes ferrugineus* e as traças *Ephestia kuehniella* e *E. elutella*, podem ser responsáveis pela deterioração física dos grãos e sementes (LORINI, 2012; LORINI *et al.*, 2015).

São apresentados os resultados da caracterização dos defeitos, considerados os avariados totais, além de detalhar os defeitos nos grãos de soja fermentados e danificados por percevejos, nas amostras de soja colhidas e armazenadas nas principais regiões produtoras do Brasil, ao longo das safras de soja 2014/15 a 2016/17, de acordo com os conceitos e definições do Regulamento Técnico da Soja, da Instrução Normativa Nº 11. Também foi determinada a presença de insetos-praga de armazenamento de grãos nas amostras coletadas.

## 2 METODOLOGIA

O trabalho foi realizado no Laboratório de Pós-colheita do Núcleo Tecnológico de Sementes e Grãos “Dr. Nilton Pereira da Costa” da Embrapa Soja em Londrina, PR. As amostras de soja usadas para determinar os defeitos dos grãos foram provenientes das safras 2014/15 a 2016/17, coletadas em vários municípios brasileiros. Estas amostras analisadas fazem parte do projeto da Embrapa: QUALIGRÃOS- Caracteri-

zação da qualidade dos grãos de soja colhidos e armazenados no Brasil, o qual prevê o mapeamento da qualidade dos grãos nas regiões produtoras do país.

As amostras de grãos de soja foram coletadas durante o recebimento dos grãos nas unidades armazenadoras, logo após serem padronizados os níveis de umidade e destinadas ao armazenamento. Para garantir a representatividade da amostra, a coleta foi realizada conforme preconiza o Regulamento Técnico da Soja da Instrução Normativa N° 11 (BRASIL, 2007a). Na unidade armazenadora de grãos, selecionada dentro do município de amostragem, foi retirada uma amostra composta de acordo com o período de recebimento da produção. Em seguida, a amostra foi reduzida por quarteamento até atingir aproximadamente 3,0 kg, sendo imediatamente identificadas e enviadas à Embrapa Soja para realização das análises. As amostras foram provenientes dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Bahia e Tocantins.

No laboratório na Embrapa Soja, cada amostra de 3,0 kg foi dividida em duas partes iguais em equipamento homogeneizador/quarteador, destinando uma das sub-amostras de aproximadamente 1,5 kg para a análise dos defeitos, conforme a Instrução Normativa N° 11 (BRASIL, 2007a), e outra similar para a análise de insetos-praga contaminantes. A sub-amostra para análise de insetos-praga foi peneirada em peneira de 2,0 mm (mesh 10) e contados o número de insetos-praga presentes com identificação do grupo taxonômico (espécie, gênero, família ou ordem), também foram contadas as partes do corpo dos insetos encontrados, como cabeça, antenas, pernas, asas, etc. A porcentagem de defeitos nos grãos e o número de insetos por estado e por microrregião foram apresentados em tabelas e figuras para melhor visualização e análise.

## 3 RESULTADOS

### 3.1 AVARIADOS TOTAIS

Como esperado, houve uma grande variação na porcentagem de defeitos encontrados nas amostras de grãos de soja coletadas nas safras avaliadas, sendo o principal fator de variação a região de produção, que é influenciada pelas condições climáticas da safra, além do efeito da genética de cada cultivar. A média brasileira

de grãos avariados foi de 6,62% (máximo de 30,71%) na safra 2014/15, de 5,44% (máximo de 67,26%) na safra 2015/16, e de 3,68% (máximo de 21,22%) na safra 2016/17. Considerando as médias em cada safra é possível verificar que ficaram dentro da tolerância permitida pela IN 11 do MAPA (BRASIL, 2007a), porém, em várias regiões do país, essa tolerância foi excedida justificando os descontos da normativa (Tabela 1, Figuras 1 a 3).

Houve variações de grãos avariados entre os estados e nas diferentes safras. Mato Grosso do Sul apresentou a maior percentagem média de avariados nas safras 2014/15 e 2015/16, enquanto que o Paraná foi o estado de maior média na safra 2016/17. Já as menores médias de avariados foram encontradas em Santa Catarina na safra 2014/15, e na Bahia nas safras 2015/16 e 2016/17 (LORINI, 2016; 2017; 2018). Considerando as três safras de soja pode-se dizer que houve uma diminuição nas médias de grãos avariados da safra 2014/15 para a safra 2016/17, tanto nacionalmente como na maioria dos estados brasileiros, indicando uma melhoria no manejo das lavouras por parte dos agricultores.

### 3.2 FERMENTADOS

Os resultados mostraram que houve grande variação na percentagem de grãos fermentados nas amostras das três safras, com amostras sem nenhum grão fermentado até amostras com mais de 40% de fermentados (Tabela 2, Figuras 4 a 6). A média brasileira de grãos fermentados foi de 2,62% (máximo de 22,58%) na safra 2014/15, de 1,80% (máximo de 40,69%) na safra 2015/16, e de 1,30% (máximo de 12,45%) na safra 2016/17. O estado de Mato Grosso do Sul apresentou os maiores índices de grãos fermentados nas safras 2014/15 e 2015/16, e muito próximo as médias dos estados de Mato Grosso e Paraná, que foram os mais elevados na safra 2016/17, já as menores médias de fermentados ocorreram nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Bahia, nas três safras, além de Minas Gerais na safra 2016/17 (LORINI, 2016; 2017; 2018).

Este defeito é influenciado pelas condições meteorológicas da safra, principalmente chuvas próximo à colheita, e tem significativa importância na determinação dos descontos aplicados na comercialização da soja em função da Instrução Normativa Nº 11, de 15 de maio de 2007 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, pois é um dos defeitos que se somam aos avariados.



### 3.3 DANIFICADOS POR PERCEVEJOS

Os resultados indicaram grande porcentagem de grãos danificados por percevejos nas três safras avaliadas, com amostras apresentando desde nenhum dano por percevejo até amostras com mais de 60% dos grãos danificados, considerando a real porcentagem de grãos danificados (Tabela 3 e Figuras 7 a 9). A média brasileira de grãos danificados por percevejos foi de 2,94% (máximo de 15,42%) na safra 2014/15, de 2,52% (máximo de 13,33%) na safra 2015/16, e de 2,09% (máximo de 11,69%) na safra 2016/17, considerando as porcentagens médias já divididas por quatro, conforme estabelece a IN N°11 do Mapa (BRASIL, 2007a).

Houve uma redução na média brasileira da porcentagem de grãos danificados por percevejos ao longo das três safras, porém esta não foi a mesma tendência para todos os estados, como os estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul que aumentaram a porcentagem média de grãos danificados por percevejos na safra 2015/16 (LORINI, 2016; 2017; 2018). Considerando as três safras de soja avaliadas, pode-se dizer que a praga percevejo em lavoura de soja causa danos importantes nos grãos, que podem influenciar a remuneração aos produtores na comercialização da soja, por causar descontos devido aos defeitos provocados no grão.

### 3.4 PRESENÇA DE INSETOS-PRAGA NOS GRÃOS DE SOJA

A presença de insetos-praga contaminantes nas amostras de soja, coletadas nas regiões produtoras do Brasil nas safras 2014/15 a 2016/17, evidenciou um problema relevante para o armazenamento e comercialização da soja. As espécies de maior ocorrência na safra 2014/15 foram *Ephestia* sp., *Sitophilus* sp., *C. ferrugineus* e *Ahasverus advena*, com quantidades superiores a 100 exemplares. Na safra 2015/16 houve predominância das espécies *Ephestia* spp., *Sitophilus* spp., *C. ferrugineus* e *L. serricorne*. Já na safra 2016/17 as espécies de maior ocorrência, com mais de 100 exemplares, foram *Ephestia* sp., *Sitophilus* sp., *C. ferrugineus*, *Liposcelis* spp. e *L. serricorne* (Figura 10 e Gráfico 1). *Lophocateres pusillus* também foi encontrado em algumas amostras em todas as três safras (Gráfico 1 a 3), demonstrando preocupação no setor de armazenamento de soja, uma vez que foi detectado no Brasil em grãos de soja no ano de 2011, nos estados do PR e RS, o que até então era considerada praga quarentenária (FRANÇA-NETO *et al.*, 2011).

A presença de partes do corpo de insetos nas amostras indica a ocorrência de

uma infestação na estrutura armazenadora e nos produtos anteriormente armazenados, da qual restaram as evidências, como cabeça, antenas, pernas, asas e outras partes do corpo, que não permitiram a identificação da espécie. Na safra 2014/15 foram 4.325 partes, na safra 2015/16 foram 5.870 partes e na safra 2016/17 foram 8.110 partes. Não foram encontrados nenhum inseto ou parte deste em 239, 133 e 119 amostras de soja, nas safras 2014/15, 2015/16 e 2016/17, respectivamente (Figuras 10 e 13).

Verifica-se, assim, a importância da avaliação de insetos-praga na soja, uma vez que, no momento da comercialização e/ou exportação, poderão trazer transtornos técnicos e econômicos, com reflexo direto no preço do produto pago aos produtores de soja. Com a ocorrência das pragas pode-se intensificar as ações do manejo integrado de pragas na unidade armazenadora para garantir qualidade e competitividade da soja. O manejo integrado de pragas é uma estratégia que deve ser praticada por todos os armazenadores para minimizar os efeitos das pragas no armazenamento e comercialização dos grãos.

### 3.5 PERDAS ECONÔMICAS

O trabalho de Hirakuri *et al.*, (2018) caracteriza as perdas econômicas de soja, deste mesmo projeto Qualigrãos, pelos defeitos dos grãos avariados, que inserimos aqui. Mesmo que o cenário mercadológico seja favorável, e o agricultor tenha o domínio técnico da sua produção e a gestão de custos, receitas e comercialização da safra seja eficiente, um determinado fator pode afetar o negócio agrícola: descontos por grãos avariados. Nesse contexto, foram levantados três parâmetros estaduais para a soja produzida no Brasil: (a) o percentual médio de grãos avariados; (b) o percentual médio de grãos colhidos que excederam o limite de 8% de avariados; (3) o percentual médio de grãos avariados, entre aqueles que excederam o limite de 8%. Além disso, houve a segmentação dos grãos avariados conforme os possíveis defeitos.

A Tabela 4 aponta o percentual da soja colhida cujos avariados excederam o limite de 8%, a média de avariados entre estes grãos que excederam o limite e a consequente perda gerada por hectare. Estes parâmetros propiciaram estimar o impacto de grãos avariados na produção de soja brasileira, tendo como base a safra 2016/17. As menores perdas econômicas foram observadas nos estados de Santa

Catarina e Rio Grande do Sul, uma vez que apenas uma pequena parcela da soja colhida excedeu o limite tolerado e a média de avariados destes grãos que excederam a tolerância foi pouco superior a 8,0% (10,7% e 10,5%, respectivamente, para SC e RS). Os estados de Minas Gerais, São Paulo, Bahia e Tocantins tiveram perdas econômicas entre R\$ 10,4 milhões e R\$ 19,5 milhões. Uma ressalva é que São Paulo apresentou um percentual significativo de soja colhida cujos grãos avariados excederam o limite de 8%, de tal forma, que se o estado mantiver o crescimento de área e alcançar uma escala produtiva substancial, as perdas econômicas tendem a se tornar significativas. Em Mato Grosso, principal sojicultor nacional, a perda por hectare ficou próximo àquela observada no estado de São Paulo. Todavia, a escala de produção de grão no estado do Centro-Oeste faz com que seus agricultores tenham uma perda bastante elevada em decorrência de grãos avariados (R\$ 179,5 milhões). As maiores perdas econômicas foram observadas nos estados de Mato Grosso do Sul e Paraná. Em primeiro lugar, um percentual elevado da soja colhida nos dois estados excedeu o limite de 8%, sendo que em Mato Grosso do Sul quase metade dos grãos estiveram sob esta condição. Além disso, no estado do Centro-Oeste, a média de grãos avariados entre aqueles que excederam tal tolerância foi significativamente alta (17,5%). Estes aspectos, somados à escala de produção da soja dos estados, fizeram com que os agricultores de Mato Grosso do Sul e Paraná alcançassem perdas de R\$ 392,9 milhões e R\$ 307,1 milhões respectivamente.

**Tabela 1 - Grãos avariados (%) nas amostras de grãos de soja dos diferentes estados do Brasil, nas safras 2014/15 a 2016/17**

ESTADO	NÚMERO DE AMOSTRAS	MÉDIA (%)	MÁXIMO (%)	MÍNIMO (%)
Safrá 2014/15				
Santa Catarina	60	3,01	7,72	0,00
Rio Grande do Sul	74	3,36	8,08	0,46
Bahia	24	4,00	18,30	0,00
Mato Grosso	152	5,53	22,90	0,00
São Paulo	60	6,30	20,64	1,86
Minas Gerais	61	6,42	20,27	0,34
Goiás	128	6,68	24,63	1,00
Paraná	186	7,72	24,48	0,36
Mato Grosso do Sul	70	13,11	30,71	2,94
Brasil	815	6,62	30,71	0,00

Cont.

ESTADO	NÚMERO DE AMOSTRAS	MÉDIA (%)	MÁXIMO (%)	MÍNIMO (%)
Safrá 2015/16				
Bahia	59	1,60	5,95	0,00
Santa Catarina	60	2,32	10,22	0,00
Rio Grande do Sul	146	2,38	9,64	0,00
Minas Gerais	60	2,93	13,62	0,00
Tocantins	14	4,24	13,80	0,90
Goiás	110	5,26	16,23	0,59
São Paulo	32	5,57	17,60	1,69
Mato Grosso	144	6,02	25,43	0,00
Paraná	170	7,68	54,08	0,19
Mato Grosso do Sul	68	13,84	67,26	0,05
<b>Brasil</b>	<b>863</b>	<b>5,44</b>	<b>67,26</b>	<b>0,00</b>
Safrá 2016/17				
Bahia	55	0,87	13,15	0,00
Minas Gerais	59	1,61	11,71	0,00
Rio Grande do Sul	150	2,15	13,69	0,00
Tocantins	8	2,33	3,80	0,13
Santa Catarina	59	2,58	12,97	0,06
Goiás	133	3,84	21,22	0,17
Mato Grosso	148	4,09	14,23	0,05
São Paulo	53	4,54	13,51	0,00
Mato Grosso do Sul	58	5,50	16,09	1,59
Paraná	180	5,62	17,67	0,00
<b>Brasil</b>	<b>903</b>	<b>3,68</b>	<b>21,22</b>	<b>0,00</b>

Fonte: HIRAKURI et al. (2018)

**Tabela 2 - Grãos fermentados (%) nas amostras de grãos de soja dos diferentes estados do Brasil, nas safras 2014/15 a 2016/17**

ESTADO	NÚMERO DE AMOSTRAS	MÉDIA (%)	MÁXIMO (%)	MÍNIMO (%)
Safrá 2014/15				
Rio Grande do Sul	74	0,36	3,16	0,00
Bahia	24	1,14	12,36	0,00
Santa Catarina	60	1,16	4,22	0,00
Mato Grosso	152	1,96	15,35	0,00
São Paulo	60	2,15	11,89	0,00
Minas Gerais	61	2,71	13,21	0,00
Paraná	186	3,00	19,48	0,00
Goiás	128	3,17	15,64	0,00
Mato Grosso do Sul	70	6,47	22,58	0,72
<b>Brasil</b>	<b>815</b>	<b>2,62</b>	<b>22,58</b>	<b>0,00</b>

Cont.

ESTADO	NÚMERO DE AMOSTRAS	MÉDIA (%)	MÁXIMO (%)	MÍNIMO (%)
Safrá 2015/16				
Bahia	59	0,22	3,64	0,00
Rio Grande do Sul	146	0,35	7,73	0,00
Santa Catarina	60	0,77	5,81	0,00
Minas Gerais	60	1,06	8,41	0,00
Tocantins	14	1,23	5,08	0,00
Goiás	110	1,37	14,51	0,00
São Paulo	32	1,83	14,03	0,00
Mato Grosso	144	1,85	15,80	0,00
Paraná	170	2,78	23,43	0,00
Mato Grosso do Sul	68	5,57	40,69	0,00
<b>Brasil</b>	<b>863</b>	<b>1,80</b>	<b>40,69</b>	<b>0,00</b>
Safrá 2016/17				
Bahia	55	0,17	2,93	0,00
Minas Gerais	59	0,34	4,87	0,00
Santa Catarina	59	0,84	8,73	0,00
Rio Grande do Sul	150	0,94	9,13	0,00
São Paulo	53	1,43	12,45	0,00
Tocantins	8	1,47	3,07	0,00
Goiás	133	1,49	10,80	0,00
Mato Grosso do Sul	58	1,60	10,45	0,00
Mato Grosso	148	1,72	9,94	0,00
Paraná	180	1,77	9,68	0,00
<b>Brasil</b>	<b>903</b>	<b>1,30</b>	<b>12,45</b>	<b>0,00</b>

Fonte: HIRAKURI et al. (2018)

**Tabela 3 - Grãos danificados por percevejos (%) nas amostras de grãos de soja dos diferentes estados do Brasil, nas safras 2014/15 a 2016/17**

ESTADO	NÚMERO DE AMOSTRAS	MÉDIA (%)	MÁXIMO (%)	MÍNIMO (%)
Safrá 2014/15				
Santa Catarina	60	1,25	5,54	0,00
Rio Grande do Sul	74	1,87	4,55	0,18
Goiás	128	2,38	7,75	0,14
Bahia	24	2,68	15,42	0,00
Mato Grosso	152	3,02	13,35	0,00
Minas Gerais	61	3,09	9,22	0,29
Paraná	186	3,55	8,35	0,06
Mato Grosso do Sul	70	3,56	8,80	0,85
São Paulo	60	3,67	8,05	1,10
<b>Brasil</b>	<b>815</b>	<b>2,94</b>	<b>15,42</b>	<b>0,00</b>

Cont.

ESTADO	NÚMERO DE AMOSTRAS	MÉDIA (%)	MÁXIMO (%)	MÍNIMO (%)
Safrá 2015/16				
Bahia	59	0,77	4,77	0,00
Santa Catarina	60	1,01	3,78	0,00
Minas Gerais	60	1,47	4,58	0,00
Rio Grande do Sul	146	1,64	4,95	0,00
Tocantins	14	2,29	6,66	0,42
São Paulo	32	2,78	5,67	0,96
Paraná	170	2,92	10,06	0,18
Goiás	110	3,10	12,12	0,19
Mato Grosso	144	3,46	13,26	0,00
Mato Grosso do Sul	68	4,55	13,33	0,00
<b>Brasil</b>	<b>863</b>	<b>2,52</b>	<b>13,33</b>	<b>0,00</b>
Safrá 2016/17				
Bahia	55	0,64	10,22	0,00
Tocantins	8	0,67	1,82	0,00
Rio Grande do Sul	150	0,92	6,35	0,00
Minas Gerais	59	1,10	6,24	0,00
Santa Catarina	59	1,66	7,11	0,00
Mato Grosso	148	2,11	11,26	0,00
Goiás	133	2,14	10,42	0,12
São Paulo	53	2,82	9,39	0,00
Paraná	180	3,31	11,69	0,00
Mato Grosso do Sul	58	3,57	9,94	0,83
<b>Brasil</b>	<b>903</b>	<b>2,09</b>	<b>11,69</b>	<b>0,00</b>

Nota: As percentagens de grãos danificados (picados) por percevejos apresentados na tabela estão divididos por quatro, conforme estabelece a IN Nº11.

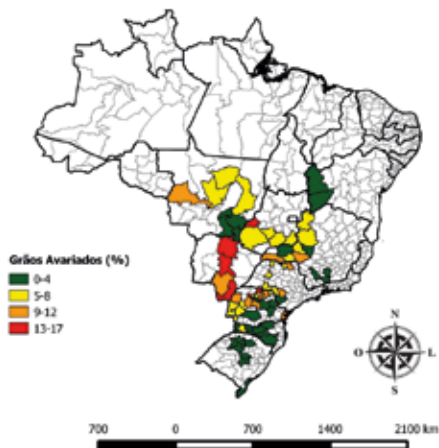
Fonte: HIRAKURI et al. (2018)

Tabela 4 - Perdas por grãos avariados

UF	ACIMA DE 8%	MÉDIA ACIMA DE 8%	PERDA (R\$ HA-1)	ÁREA (MILHÕES HA)	PERDA (MILHÕES R\$)
MS	49,0%	17,5%	155,8	2,522	392,9
PR	34,7%	12,4%	58,5	5,250	307,1
MT	18,5%	11,4%	19,3	9,323	179,5
GO	18,9%	11,7%	22,4	3,279	73,3
MG	10,0%	11,8%	13,4	1,456	19,5
SP	22,8%	10,5%	20,2	0,895	18,0
BA	3,6%	15,3%	8,6	1,580	13,6
TO	9,1%	12,0%	10,8	0,964	10,4
RS	1,1%	10,5%	1,0	5,570	5,3
SC	3,4%	10,7%	3,4	0,640	2,2
Impacto nos dez estados					1.021,8

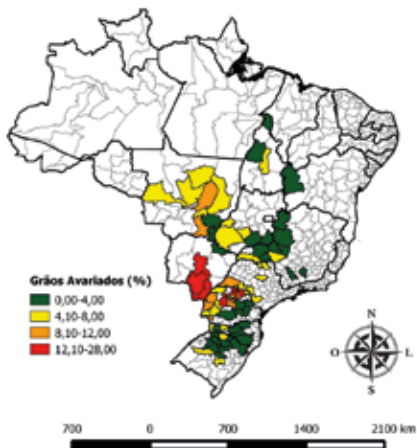
Fonte: HIRAKURI et al. (2018)

Figura 1 - Grãos avariados (%) nas amostras de grãos de soja dos diferentes estados do Brasil, na safra 2014/15.



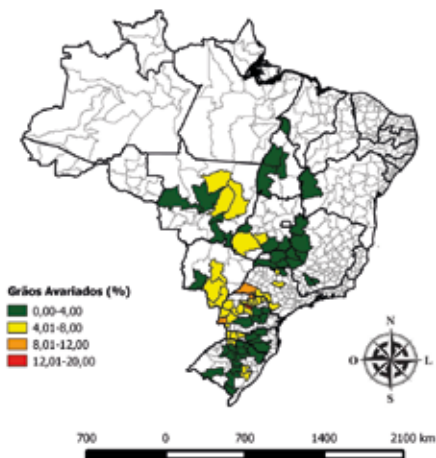
Fonte: HIRAKURI et al. (2018)

Figura 2 - Grãos avariados (%) nas amostras de grãos de soja dos diferentes estados do Brasil, na safra 2015/16



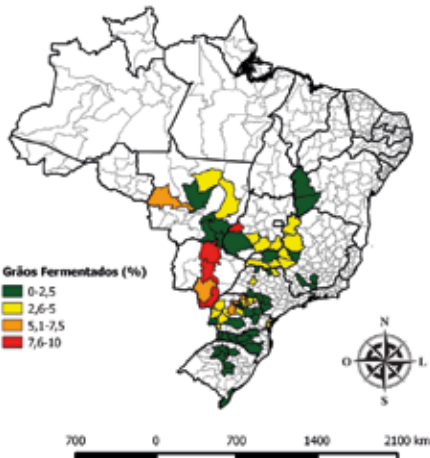
Fonte: HIRAKURI et al. (2018)

Figura 3 - Grãos avariados (%) nas amostras de grãos de soja dos diferentes estados do Brasil, na safra 2016/17



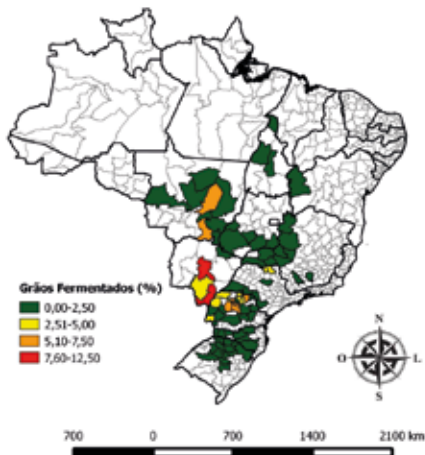
Fonte: HIRAKURI et al. (2018)

Figura 4 - Grãos fermentados (%) nas amostras de grãos de soja dos diferentes estados do Brasil, na safra 2014/15



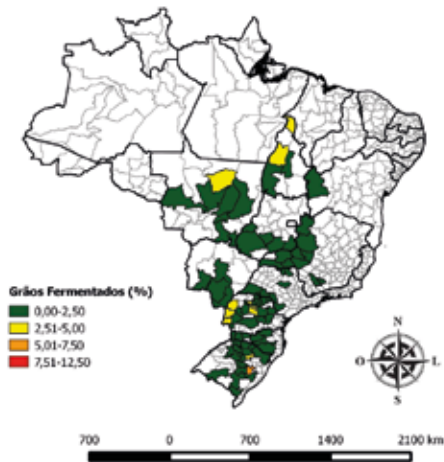
Fonte: HIRAKURI et al. (2018)

Figura 5 - Grãos fermentados (%) nas amostras de grãos de soja dos diferentes estados do Brasil, na safra 2015/16



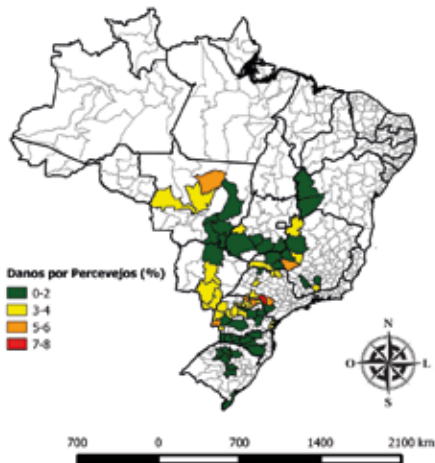
Fonte: HIRAKURI et al. (2018)

Figura 6 - Grãos fermentados (%) nas amostras de grãos de soja dos diferentes estados do Brasil, na safra 2016/17



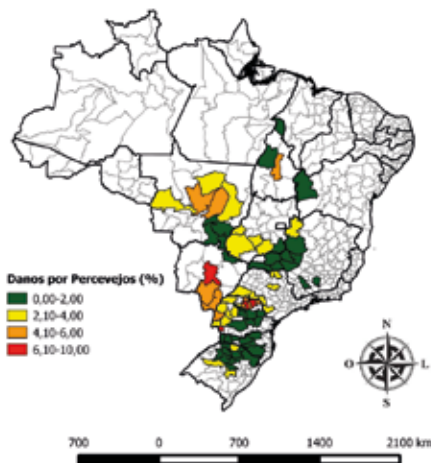
Fonte: HIRAKURI et al. (2018)

Figura 7 - Grãos danificados por percevejos (%) nas amostras de grãos de soja dos diferentes estados do Brasil, na safra 2014/15



Fonte: HIRAKURI et al. (2018)

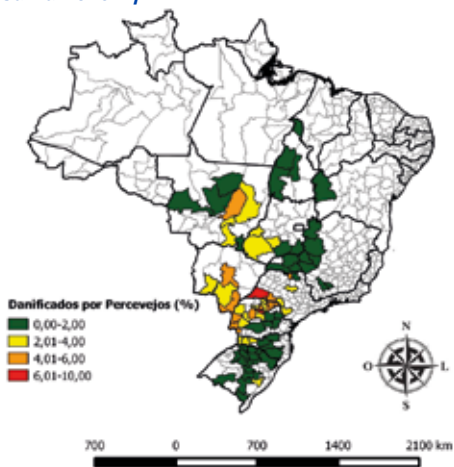
Figura 8 - Grãos danificados por percevejos (%) nas amostras de grãos de soja dos diferentes estados do Brasil, na safra 2015/16



Fonte: HIRAKURI et al. (2018)

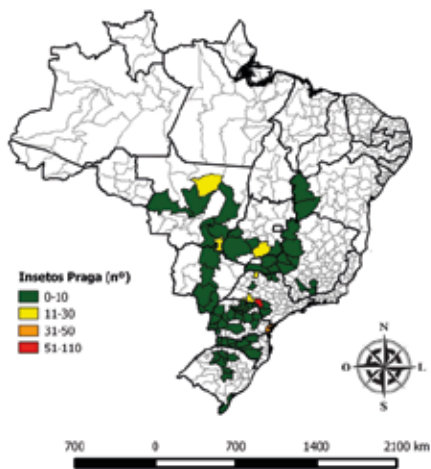


Figura 9 - Grãos danificados por percevejos (%) nas amostras de grãos de soja dos diferentes estados do Brasil, na safra 2016/17

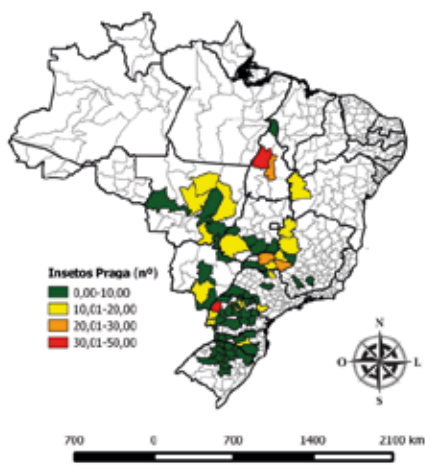


Fonte: HIRAKURI et al. (2018)

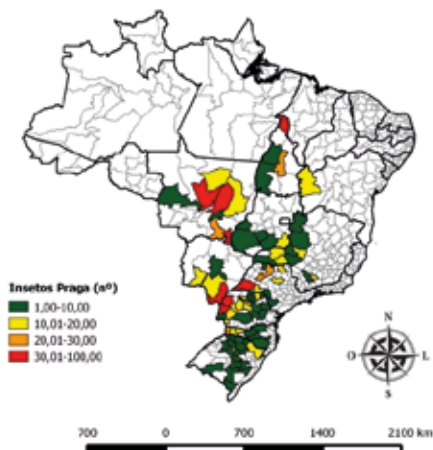
Figura 10 - Presença de Insetos-praga nas amostras de grãos de soja coletadas nos estados produtores do Brasil, nas safras de 2014/15 a 2016/17



Safra 2014/15



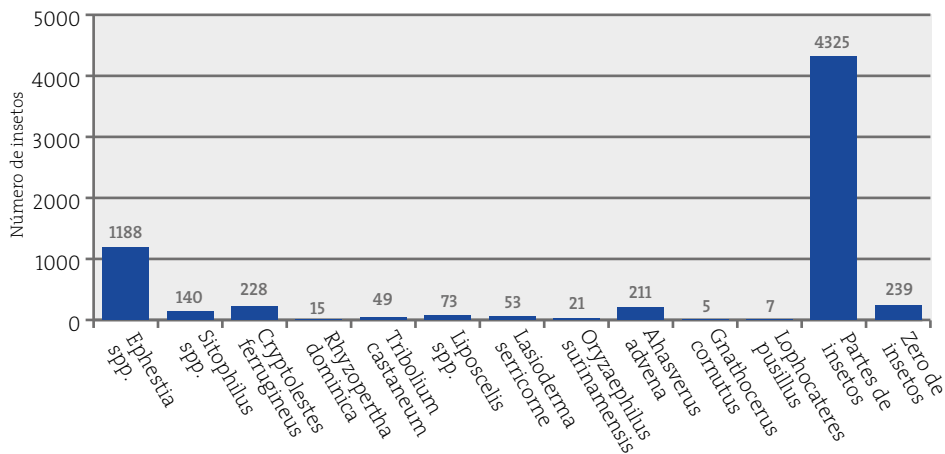
Safra 2015/16



Safra 2016/17

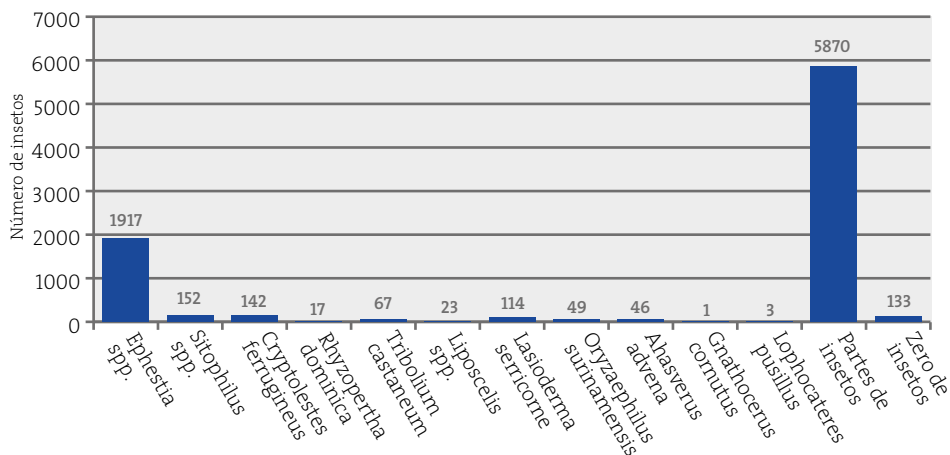
Fonte: HIRAKURI et al. (2018)

**Gráfico 1 - Número total de insetos-praga (6315) identificados por espécie nas amostras de grãos de soja produzidos no Brasil (n=867), na safra 2014/15, em dez estados produtores de soja**



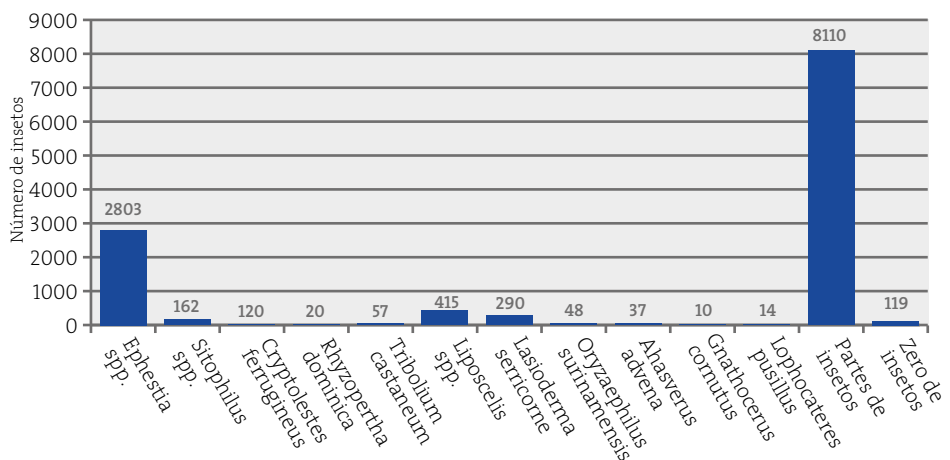
Fonte: HIRAKURI et al. (2018)

**Gráfico 2 - Número total de insetos-praga (8.401) identificados por espécie nas amostras de grãos de soja produzidos no Brasil (n=921), na safra 2015/16, em dez estados produtores de soja**



Fonte: HIRAKURI et al. (2018)

**Gráfico 3 - Número total de insetos-praga (12.086) identificados por espécie nas amostras de grãos de soja produzidos no Brasil (n=954), na safra 2016/17, em dez estados produtores de soja**



Fonte: HIRAKURI et al. (2018)

#### 4 REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 11, de 15 de maio de 2007. Estabelece o Regulamento Técnico da Soja, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade intrínseca e extrínseca, a amostragem e a marcação ou rotula-

gem. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 93, p. 13-15, 16 maio 2007a. Seção 1. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=-visualizar&id=17751>. Acesso em: 16 mai. 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa n. 37, de 27 de julho de 2007. Altera o inciso IV, do art. 2º, do Capítulo I, do anexo da Instrução Normativa n. 11, de 15 de maio de 2007, que passa a vigorar com alterações, dando-se nova redação às alíneas “b” e “g” e acrescentando-se a alínea “h”. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 145, p. 9, 30 jul. 2007b. Seção 1. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/core/consulta.action>. Acesso em: 27 abr. 2013.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 6, safra 2018/19, n. 12, décimo segundo levantamento, set. 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 8 out 2019.

FRANÇA-NETO, J.B.; LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A.; MALLMANN, C.A. Ocorrência de contaminantes em sementes e grãos de soja armazenados em diferentes regiões brasileiras no período de 2008-2010. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 32., 2011, São Pedro, SP. **Resumos expandidos...** Londrina: Embrapa Soja, 2011. p. 342-344.

HIRAKURI, M. H.; LORINI, I.; FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A.; HENNING, F. A.; MANDARINO, J. M. G.; OLIVEIRA, M. A. de; BENASSI, V. T. **Análise de aspectos econômicos sobre a qualidade de grãos no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2018.(Embrapa Soja. Circular técnica, 145). 22p.

LORINI, I. **Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil - safra 2014/15**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 190p. il. color. (Embrapa Soja. Documentos, 378).

LORINI, I. **Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil - safra 2015/16**. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 227p. il. color. (Embrapa Soja. Documentos, 393).

LORINI, I. **Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil - safra 2016/17**. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 234p. il. color. (Embrapa Soja. Documentos, 403).

LORINI, I. Insetos que atacam grãos de soja armazenados. In: HOFFMANN-CAMPO, C. B., CORRÊA-FERREIRA, B. S.; MOSCARDI, F. **Soja: manejo integrado de insetos e outros artrópodes-praga**. Brasília, DF, 2012. Embrapa. p. 421-444.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; HENNING, F. A. **Manejo Integrado de Pragas de Grãos e Sementes Armazenadas**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 84 p.

# Perdas na logística de graneis sólidos agrícolas no Brasil

THIAGO GUILHERME PÉRA, JOSÉ VICENTE CAIXETA FILHO

GRUPO DE PESQUISA E EXTENSÃO EM LOGÍSTICA AGROINDUSTRIAL (ESALQ-LOG)  
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ” (ESALQ)  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP)

ARTIGO RECEBIDO PARA PUBLICAÇÃO EM 05/10/2020

**RESUMO.** O objetivo geral deste breve artigo é apresentar um panorama sobre as perdas físicas na logística de graneis sólidos agrícolas no Brasil. Nesse sentido, as perdas de grãos no país atingem o patamar de 1,303% da produção incorrendo em uma perda econômica na ordem de R\$ 2,04 bilhões (US\$ 610,78 milhões). Os cinco maiores estados produtores de grãos apresentam perdas que variam de 0,995% (Mato Grosso do Sul) a 1,671% (Rio Grande do Sul) em relação à quantidade produzida. Particularmente, para os estados da fronteira agrícola brasileira denominada de “MATOPIBA” (Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia), a perda máxima observada para os grãos é de 1,257% (Tocantins) e a menor é de 0,220% (Piauí). Estratégias de mitigação demonstraram um potencial significativo de redução de perdas: melhoria nas condições rodoviárias, aumento do nível da capacidade de armazenagem na fazenda e investimentos e melhor gestão do transporte rodoviário de transferência entre fazenda e armazém.

**PALAVRAS-CHAVE:** Perdas; Logística; Granéis Sólidos.

## 1. INTRODUÇÃO

A agricultura do século 21 traz uma série de desafios envolvendo o aumento da produção de alimentos para suprir uma população em crescimento com uma força de trabalho rural mais reduzida, além da adoção de técnicas e métodos de produção mais sustentáveis e adaptações às mudanças climáticas.

Por outro lado, a sociedade tem aumentado sua preocupação em relação à segurança alimentar, em termos de qualidade e quantidade de alimentos que abastecem a população, sendo que tal segurança alimentar é garantida quando as pessoas conseguem ter acesso aos alimentos com os nutrientes necessários de forma a satisfazê-la.

Diante disso, a responsabilidade em como aumentar a oferta de alimentos tem se intensificado em diversas esferas das cadeias de suprimentos agroalimentares, desde a fase do “antes da porteira” (com a pesquisa e desenvolvimento de tecnologias direcionadas para o aumento da produção e produtividade no campo), passando pelo “dentro da porteira” (com o melhor aproveitamento das áreas, bom uso de tecnologias, gestão integrada dos negócios agropecuários, aumento do número de safras) até chegar no “pós-porteira” (com o transporte e armazenagem eficientes, tecnologias de processamento, agregação de valor, embalagens, dentre outros fatores) e daí ao consumidor final.

Particularmente, dentro da cadeia de suprimentos agroalimentar tem ganhado destaque a gestão da minimização das perdas ao longo dos processos. As perdas podem ser entendidas como uma externalidade no processo produtivo, logístico e comercial que afeta negativamente a sustentabilidade econômica, ambiental e social de uma cadeia agroalimentar, principalmente por incorrer em desperdícios de recursos (físicos e financeiros) além de provocar a redução da oferta de alimentos.

Nesse contexto, a logística tem um papel importante em contribuir com a mitigação das perdas e consequentemente com a segurança alimentar, envolvendo o conceito de entregar insumos e produtos no lugar certo, na hora certa, em condições adequadas e econômicas e com o menor nível de perda possível, como forma de estabilizar a oferta da produção agropecuária ao longo da cadeia de suprimentos.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Os estudos de perdas de pós-colheita de produtos agrícolas como um todo, no Brasil, apresentam uma série de variações envolvendo grupos de produtos estudados, elos ao longo da cadeia, métricas de perdas, métodos de mensuração, dentre outras. Dessa forma, Péra, Gameiro e Caixeta-Filho (2015) realizaram uma meta-análise para construção de indicadores dos estudos de perdas de pós-colheita a partir de sessenta artigos científicos que tratavam da agricultura brasileira. Dessa forma, as seguintes informações foram obtidas:

- Existe uma predominância forte de estudos na área de perdas de frutas (45,9%), vegetais (27,9%), frente aos grãos (23%) e demais produtos (3,2%).
- No caso, a maior parte dos estudos focou em perdas quantitativas (83,8%), envolvendo perda física, frente às perdas qualitativas, contemplando perdas nutricionais, visuais etc.
- Em relação à causa da perda, a maior parte dos estudos identificados focaram nas atividades de armazenagem (43,2%), manuseio (17,6%), transporte (17,6%) e infestações biológicas (16,2%).

Referente aos métodos utilizados para quantificação das perdas predominam os experimentos conduzidos no campo e laboratório – principalmente para produtos perecíveis (55,7%), amostragem em campo (23%), revisão de literatura (9,8%), entrevistas e questionários (8,2%) e outros (3,3%).

Outro indicador avaliado foi a métrica utilizada como perda de pós-colheita. No caso, a predominância nos estudos estava relacionada às perdas de massa (40,6%), infestações biológicas (26,4%), físico-químicas (22,6%), nutricionais (9,4%) e econômicas (0,9%).

Especificamente para as perdas nas operações agrologísticas de grãos, os indicadores de perdas identificados na literatura apresentam uma alta amplitude e lacunas, principalmente para o transporte ferroviário, hidroviário e terminais multimodais (portuários, ferroviários e hidroviários).

Nesse contexto, as perdas no transporte rodoviário ocorrem em função de uma série de fatores envolvendo a utilização de vias precárias, velocidade do veículo, caminhões antigos e/ou com avarias na carroceria, falta de qualificação do mo-

torista, tipos de implementos do equipamento de transporte, dentre outros fatores (CANEPPELE; SARDINHA, 2014).

Em relação à armazenagem de grãos em nível de fazenda, prestadores de serviços, terminais multimodais, o nível de perda pode variar em função de: infestação biológica através de microorganismos, principalmente pela falta de manejo no controle de temperatura e umidade; infestação de pragas de armazenagem, as quais afetam caso não se faça o adequado expurgo de forma regular; manuseio adequado dos equipamentos da infraestrutura de armazenagem, principalmente na etapa de secagem do produto (BOXALL, 2011; EMBRAPA, 1997). Por exemplo, Dalpasquale (2006) identificou que um superaquecimento dos grãos na etapa de secagem pode causar perdas na ordem de 1,21% de peso no grão.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O material e métodos deste artigo envolveram o levantamento de informações primárias e secundárias em diferentes fontes, geração de indicadores de perdas e usos de modelos matemáticos de otimização para quantificação das perdas em nível Brasil. O detalhamento desta seção pode ser consultado em Péra (2017).

### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.1 INDICADORES DE PERDAS NAS ATIVIDADES LOGÍSTICAS DE GRANÉIS SÓLIDOS

A partir dos levantamentos primários e secundários sobre perdas nas diversas operações agrologísticas de grãos e de algumas premissas, foram definidos os valores referências de perdas, conforme apresentado pela Tabela 1.



**Tabela 1 - Indicadores de perdas nas diversas operações agrologísticas de grãos no Brasil, consideradas para modelagem**

OPERAÇÃO AGROLOGÍSTICA		INDICADOR DE PERDA (%)
Transporte rodoviário de transferência (fazenda-armazém externo) <sup>1</sup>		-0,500%
Transporte rodoviário (destino: portos, centros consumidores e terminais multimodais)	Vias de “boa qualidade” <sup>2</sup>	0,132%
	Vias de “não boa” qualidade <sup>2</sup>	0,267%
Transporte Ferroviário <sup>2</sup>		0,170%
Transporte Hidroviário <sup>2</sup>		0,170%
Armazenagem (nível fazenda ou externa) <sup>3</sup>		0,900%
Terminais Portuários, Ferroviários e Hidroviários <sup>2</sup>		0,250%

Fontes: (1) APROSOJA (2015), Nascimento et al. (2016) e EMBRAPA (1997)  
 (2) Pesquisa com agentes do setor a partir das premissas consideradas  
 (3) SIARMA (2015).

A partir dos indicadores de perdas nas diferentes operações agrologísticas de grãos no Brasil (Tabela 1) foram elaborados os índices de perdas para diferentes combinações entre armazenagem (sem armazenagem, armazenagem em nível de fazenda ou armazenagem externa à fazenda), qualidade das rodovias que conectam fazendas/armazéns aos portos, terminais e centros consumidores (qualidade da via “boa” ou “não boa”), modalidade de transporte utilizada (transporte multimodal envolvendo ferrovia/hidrovia e rodovia ou somente rodoviário) e canal de comercialização (exportação – destino porto ou mercado doméstico e/ou destino centros consumidores).

A Tabela 2 apresenta os resultados consolidados dos índices de perdas acumulados nas diferentes agrologísticas de grãos. Nesse contexto, observa-se o seguinte:

- A agrologística de maior perda envolve a armazenagem externa à fazenda (pois há o acúmulo de perda do transporte entre a fazenda e o armazém, além da perda no armazenamento), com “não boa” qualidade das vias rodoviárias envolvendo o transporte de grãos da fazenda até o terminal multimodal (ferrovia ou hidrovia), acrescida das perdas que ocorrem no terminal multimodal, no transporte ferroviário ou hidroviário e no terminal portuário. Nessa situação, a perda atinge o patamar de 2,32% da quantidade embarcada inicialmente.
- A agrologística de menor perda de grãos envolve a situação em que não ocorre armazenagem, ou seja, os grãos são transportados da fazenda até o centro consumidor (mercado doméstico) somente por rodovias classifica-

das com vias de boa qualidade. Nesse caso, a perda é de 0,132% da quantidade inicialmente embarcada na origem (fazenda).

- As demais situações intermediárias em termos de perdas são apresentadas a seguir.

**Tabela 2 - Resultados dos índices de perdas nas diferentes agrologísticas de grãos em função da armazenagem, qualidade das vias rodoviárias, modalidade de transporte e canal de comercialização (em % da quantidade da origem)**

AGROLOGÍSTICA DE GRÃOS	ARMAZENAGEM			QUALIDADE DAS VIAS RODOVIÁRIAS		MODALIDADE		CANAL DE COMERCIALIZAÇÃO		INDICADOR DE PERDA NA AGROLOGÍSTICA (%)
	SEM	EXTERNA À FAZENDA	NÍVEL DE FAZENDA	"BOA"	"NÃO BOA"	UNIMODAL	MULTIMODAL	EXPORTAÇÃO	MERCADO INTERNO	
1		•			•	•		•		1.905%
2			•		•	•		•		1.412%
3		•		•		•		•		1.772%
4			•	•		•		•		1.278%
5		•			•		•	•		2.316%
6			•		•		•	•		1.825%
7		•		•			•	•		2.184%
8			•	•			•	•		1.692%
9		•			•	•			•	1.659%
10			•		•	•			•	1.165%
11		•		•		•			•	1.526%
12			•	•		•			•	1.031%
13		•			•		•	•		2.071%
14			•		•		•	•		1.579%
15		•		•			•		•	1.939%
16			•	•			•		•	1.446%
17	•				•	•		•		0.516%
18	•			•		•		•		0.382%
19	•				•		•	•		0.934%
20	•			•			•	•		0.800%
21	•				•	•			•	0.267%
22	•			•		•			•	0.132%
23	•				•		•		•	0.685%
24	•			•			•		•	0.551%

Fonte: Péra (2017)

#### 4.2 QUANTIFICAÇÃO DAS PERDAS TOTAIS NA AGROLOGÍSTICA DE GRÃOS

Nesta seção são apresentados e discutidos os resultados gerados a partir do modelo matemático de otimização, de forma a quantificar as perdas totais considerando todo o volume movimentado de soja e de milho no Brasil em diferentes corredores logísticos, envolvendo os níveis de perdas obtidos nesta pesquisa para cada operação.

A partir dos resultados oriundos dos indicadores de perdas e do processamento das informações na programação matemática da plataforma agrologística brasileira, as perdas totais de grãos no país atingiram o patamar de 2,381 milhões de toneladas, de um total de 182,734 milhões de toneladas produzidas no ano de 2015, ou seja, uma perda relativa de 1,303%.

A Tabela 3 sumariza a quantificação das perdas físicas, econômicas e ambientais de grãos no Brasil para o ano de 2015.

**Tabela 3 – Quantificação das Perdas Físicas, Econômicas e Ambientais de Grãos no Brasil (2015)**

INDICADORES	SOJA	MILHO	GRÃOS (SOJA E MILHO)
Perdas físicas (milhão t)	1,076	1,304	2,381
Perdas físicas (% produção)	1,102	1,535	1,303
Perdas econômicas (milhão R\$)	1,317 (95,6% custos de oportunidade e 4,4% custos logísticos)	722 (92% custos de oportunidade e 8% custos logísticos)	2,039 (94,3% custos de oportunidade e 5,7% custos logísticos)
Perdas ambientais (t CO2 adicionadas)	21,533	17,368	39,901
Perdas ambientais (% de CO2 adicionadas)	1,53%	1,15%	1,33%

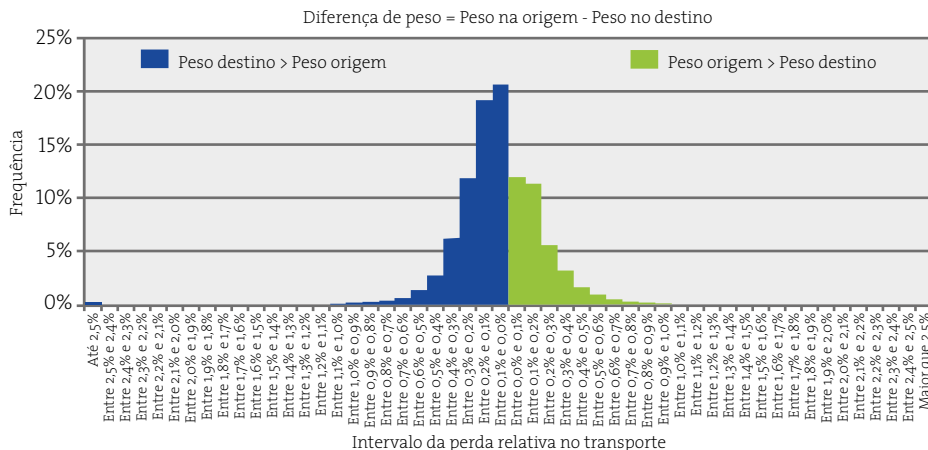
Fonte: Péra (2017)

Especificamente, da quantidade total perdida de grãos, 45,52% ocorreram na armazenagem; 21,67% no transporte rodoviário da fazenda até o armazém externo à fazenda; 13,31% no transporte rodoviário; 1,62% no transporte multimodal hidroviário; 8,84% no transporte multimodal ferroviário, e por fim, 9,04% no porto.

#### 4.3 O PROBLEMA DAS BALANÇAS

Um problema que afeta a quantificação das perdas nas atividades logísticas de transporte diz respeito ao método de aferição: a balança. Nesse contexto, a partir de uma análise de mais de 300 mil informações de diferença de peso entre a origem e o destino, foi possível identificar a distribuição dos dados no Gráfico 1. É interessante observar que praticamente metade das observações apresentam um peso no destino superior ao da origem e outra metade com peso na origem maior que o peso no destino, ilustrando uma evidência para erro de balança.

**Gráfico 1 – Diferenças de Peso na origem e destino**



Fonte: ESALQ-LOG (2016)

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo foi possível, a partir de uma série de estudos, trazer uma luz na quantificação das perdas físicas na logística de grãos sólidos no Brasil e desmistificar alguns pontos. Nesse contexto, merece destaque que a atividade de armazenagem tem uma contribuição elevada na geração de perdas; outro ponto de destaque envolve que as perdas relativas de grãos na logística brasileira não é tão elevada quanto relatado pelas diversas mídias. No caso, o setor de grãos no Brasil envolve uma cadeia bastante volumosa em termos de produção. Assim, apesar de uma perda isolada de uma operação logística assumir valor decimal, quando analisada de forma integrada com outras perdas até o elo final e ponderada pelo seu volume, as perdas absolutas tomam proporções significativas.

As estratégias para a mitigação de perdas envolvem: incentivo à renovação de frota no país, estabelecimento de protocolos e rotinas de fiscalização de operações logísticas, calibragem periódica de balanças, treinamento de profissionais, ampliação da capacidade de armazenagem principalmente em nível de fazenda, melhoria nas condições das rodovias brasileiras e melhoria nos coeficientes gerenciais e técnicos em todas as operações.

## REFERÊNCIAS

- APROSOJA - ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA – APROSOJA. **Aprosoja lança cartilha para minimizar perdas**. Disponível em: <http://www.aprosoja.com.br/comunicacao/release/aprosoja-lanca-cartilha-para-minimizar-perdas>. Acesso em: nov 16.
- BOXALL, R.A.. Post-harvest losses to insects – a World Review. **International Biodeteriorization & Biodegradation**, v. 48 (2001) 137-152.
- CAMPOS, M.G. **Avaliação da quebra técnica e qualidade do milho a granel, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento**. Tese (Doutorado) – Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- CANEPPELE, C.; SARDINHA, S.H.A. Fontes de perdas no transporte de milho da lavoura até a unidade armazenadora. **XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, 2013.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Capacidade estática de armazenagem**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1077&t=>. Acesso em: 05 out. 2016.
- DALPASQUALE, V.A. Post-harvesting corn losses indexes in a storage unit: A case study. **9th International Working Conference on Stored Product Protection**, Brazilian Post-harvest Association - ABRAPOS, Passo Fundo, RS, Brazil, 2006.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Perdas de grãos na cultura de milho: pré-colheita, colheita, transporte e armazenagem**. Circular Técnica (INFOTECA-E), nº 24, EMBRAPA-CNPMS, 1997.
- GRUPO DE PESQUISA E EXTENSÃO EM LOGÍSTICA AGROINDUSTRIAL – ESALQ-LOG. **Relatório Técnico sobre Perdas Físicas na Logística de Granéis Sólidos no Brasil**. Piracicaba, 2016.
- PÉRA, T.G. **Modelagem das perdas na agrologística de grãos no Brasil: uma aplicação de programação matemática**. 2017. 180p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- PÉRA, T.G.; GAMEIRO, A.H.; CAIXETA-FILHO, J.V. An overview of the state-of-the-art post-harvest losses in Brazil. **The First International Congress on Postharvest Loss Prevention**, Outubro de 2015, Roma, Itália.
- SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE ARMAZENAGEM – SIARMA. **Relatório de tarifas de armazenagem de 2015**. Disponível em: <http://esalqlog.esalq.usp.br/siarma/>. Acesso em: out. 2016.

IV



Estudo Conab/CNPq  
sobre perdas de grãos  
na Armazenagem e  
no transporte

# Armazenamento de arroz no Brasil – Avaliação, manejo operacional e tecnológico para redução de perdas<sup>1</sup>

MOACIR CARDOSO ELIAS, NATHAN LEVIEN VANIER, MAURÍCIO DE OLIVEIRA, RICARDO SCHERER POHNDORF E BIANCA PIO ÁVILA

RESPECTIVAMENTE: UFPPEL-LABGRÃOS; UFPPEL-LABGRÃOS; UFPPEL-LABGRÃOS; BOLSISTA DTI-A DO CNPQ E BOLSISTA DTI-A DO CNPQ.

(UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO)

ARTIGO RECEBIDO PARA PUBLICAÇÃO EM 07/04/2019

**RESUMO.** Perdas no armazenamento significam sempre grandes preocupações. Armazenar não se resume apenas a guardar: significa guardar conservando, mantendo quantidades e qualidade em níveis próximos do início do armazenamento. As cadeias produtivas de grãos exibem crescimentos com recordes expressivos, numa evolução que traz novo cenário, escancarando um dos mais preocupantes pontos de estrangulamento nas cadeias do agrogócio: deficiências de estruturas e poucos conhecimentos sobre armazenamento de grãos, em nível de produtor, armazenista, industrial e rede pública. Estudos apontam boas perspectivas pelo adequado uso dos manejos térmicos na secagem e tecnológico de práticas como controle fitossanitário, junto a processos de engenharia, aplicados em operações como aeração ou resfriamento, possibilitando superar gargalos e a incorporação, pelo setor produtivo, de avanços da fronteira do conhecimento para minimização de perdas na armazenagem. Os estudos representaram imenso desafio pelas peculiaridades e pela condução bastante diferente dos geralmente realizados pela equipe que os conduziram. Foram realizados estudos de caso com diagnóstico *in loco*, para buscar uma “radiografia do setor armazenador de

<sup>1</sup> Trabalho realizado no Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS) do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial (DCTA) da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” (FAEM) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), financiado pela Companhia Nacional de Abastecimento no Projeto da CHAMADA MCTI/Conab/CNPq Nº 18/2014 - Processo 473216/2014-0

arroz no Brasil” e desenvolver tecnologias e protocolos operacionais que preservem quantitativa e qualitativamente o arroz, durante o armazenamento, além de identificar causas e índices de avaliação de perdas e de outros parâmetros de interesse da cadeia produtiva. Os principais resultados identificam bom nível tecnológico no setor de armazenagem, perdas médias anuais próximas a 2% no Sul e a 4% no Norte.

**PALAVRAS-CHAVE:** Armazenamento de grãos; Perdas no armazenamento; Qualidade de grãos; Propriedades tecnológicas e industriais do arroz.

## 1. INTRODUÇÃO

A pesquisa, em especial a realizada em instituições públicas, deve buscar respostas e soluções sustentáveis sob aspectos científico, tecnológico, econômico, social e estratégico, em vista da perseguição da sustentabilidade do setor. Assim como acontece no feijão, com a presença de bandinhas (grãos partidos com separação dos cotilédones) e defeitos graves, no arroz (*Oryza sativa*, L.) são os grãos quebrados e a incidência de defeitos os principais parâmetros de influência na comercialização com as indústrias, sendo esses muito dependentes das operações de pós-colheita e dos processos de beneficiamento industrial. A manutenção da qualidade dos alimentos é cada vez mais relevante, pois, a exigência do consumidor aumenta cada vez mais.

Em atendimento aos termos da CHAMADA MCTI/CONAB/CNPq N° 18/2014, constantes do respectivo Edital do CNPq e, objetivando realizar um levantamento de avaliação de perdas no armazenamento, identificar suas principais causas e desenvolver tecnologias capazes de provocar seu controle e suas conseqüentes reduções, o projeto foi estruturado em dois estudos diferentes entre si, pelas respectivas metodologias de execução, mas completamente integrados pela complementariedade de seus resultados.

Enquanto no Estudo 1 foram realizados estudos de caso na busca de um diagnóstico, com identificação e qualificação tecnológica da rede armazenadora de arroz no país, pelo estudo *in loco* em unidades armazenadoras na região Norte e na região Sul, no Estudo 2 foram realizadas pesquisas experimentais, visando ao desenvolvimento, em escala-piloto, no Laboratório de Pós-Colheita, Industrializa-



ção e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS), da Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel” (Faem) da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), no Campus de Capão do Leão, no Rio Grande do Sul, para posterior validação em escala industrial, de parâmetros tecnológicos e operacionais de secagem, controle de pragas, aeração e uso de resfriamento no armazenamento de arroz. Em ambos, as avaliações de efeitos das tecnologias estudadas incluíram parâmetros quantitativos e de qualidade tecnológica, de tipificação, de desempenho industrial e de qualidade de consumo.

Para superar os entraves operacionais e logísticos, os estudos de caso foram realizados *in loco* nas respectivas unidades armazenadoras, enquanto a parte experimental foi acoplada a outros estudos realizados pela equipe do LABGRÃOS, especialmente em dissertações de mestrado, teses de doutorado e estágios de pós-doutorado do Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos (CMPCTA) e do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA).

Esses estudos apontam, por exemplo, boas perspectivas de sucesso pela aplicação de métodos de secagem em sistema gradualmente escalonado e pelo adequado uso do manejo térmico dos grãos no armazenamento, bem como na etapa de pré-armazenamento. No projeto foram tratados integralmente temas como secagem, manejo tecnológico de armazenamento, incluindo também seus efeitos na industrialização, de modo a facilitar a absorção das informações pelo setor produtivo na busca de superação de gargalos tecnológicos e operacionais.

De concepção e execução interinstitucional, o estudo integra aspectos operacionais, parâmetros de avaliações nutricional, tecnológica e sensorial, representando uma visão de abordagem sistêmica de problemas na busca de soluções mais abrangentes e integra a Rede de Qualidade de Arroz do LABGRÃOS.

É parte da Linha de Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Grãos do CMPCTA e do PPGCTA da UFPel, com ações de instituições científicas públicas como Embrapa, Irga, Epagri, Universidades e Institutos Federais de Educação Tecnológica (UFPel, UFSM, IFSul e IF-Farroupilha), tendo também ações de parcerias com a iniciativa privada, em especial com as Associações Brasileiras das Indústrias de Arroz (Abiarroz) e a de Arroz Parboilizado (Abiap) e os Sindicato das Indústrias de Arroz de Pelotas (Sindapel), do Rio Grande do Sul (Sindarroz-RS), de Santa Catarina (Sindarroz-SC) e do Tocantins (Sindiato), por ser o LABGRÃOS o órgão responsável no país pelo Selo

de Qualidade das Indústrias de Arroz Parboilizado (Selo Abiap).

A Conab disponibilizou recursos financeiros por intermédio de Edital específico do CNPq. Na forma em que foi executado, o projeto engloba informações que buscaram uma “radiografia do setor armazenador de arroz no Brasil” e desenvolveu tecnologias e protocolos operacionais para melhor preservar quantitativa e qualitativamente o arroz no armazenamento, bem como a identificação de índices de avaliação de perdas no Norte e no Sul, abordando, também, outros parâmetros de interesse da cadeia produtiva.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

O arroz, produto de cesta básica, é o componente do prato mais típico da gastronomia nacional, representando a principal fonte de energia na alimentação de mais de 90% dos brasileiros que o consomem pelo menos numa refeição diária. O arroz e o feijão (na mesa diariamente de mais de 80% dos brasileiros) formam uma interessante combinação de carboidratos e proteínas de excelente qualidade, ao compensarem reciprocamente as deficiências proporcionais individuais dos aminoácidos lisina e metionina, constituindo a base alimentar da maioria da população em todas as regiões do Brasil. É, certamente, um dos mais democráticos entre os alimentos, por estar nas mesas dos cidadãos de mais baixa renda, dos consumidores da classe média e dos ricos, variando a proporção nos custos de alimentação em ordem decrescente nos lares dos pobres até os dos mais abastados (ELIAS *et al.*, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Nos aspectos abordados, o arroz é componente estratégico do complexo alimentar do país (AMATO, 2017). Como alimento com essas características, em suas principais funções, deve atender a dois preceitos fundamentais: garantir a segurança alimentar (disponibilidade pela quantidade ofertada e acessibilidade pelo custo de comercialização) e ser alimento seguro para o consumidor (inocuidade garantida e qualidade nutricional preservada). Na cadeia produtiva, a quantidade ofertada é dependente da etapa de produção, pois o Brasil é autossuficiente, enquanto a inocuidade e a preservação nutricional são mais dependentes da pós-colheita, principalmente no armazenamento, e da industrialização (ELIAS *et al.*, 2016). Transporte e distribuição, que fazem parte da logística, não serão abordados no presente texto.

Arroz é fonte de renda importante para agricultores, armazenistas, indústrias, transportadores e comerciantes, assim como dos diferentes níveis de governo, pelos tributos que geram os complexos entrelaçados que constituem o que atualmente é conhecido como agronegócio, formado pela integração das cadeias agroindustriais. É importante ressaltar que as cadeias produtivas de grãos e produtos derivados são as que exibem crescimentos mais expressivos no Brasil nas últimas décadas, a exemplo das quebras de recordes de safra a cada ano, mas é igualmente importante ressaltar que há notórios desequilíbrios entre a estrutura, o conhecimento e as tecnologias empregadas na etapa de produção com o que ocorre na pós-colheita, principalmente no armazenamento (OLIVEIRA *et al.*, 2014), e também na industrialização.

Ao final do último século, o Brasil alcançou a autossuficiência na produção orizícola passando a ser exportador de arroz de alta qualidade, especialmente parboilizado, para a Europa e outras partes do mundo, diferentemente do que ocorria um pouco antes, em que grãos quebrados representavam cerca de 75% do que exportava. O cenário mudou e setores vinculados à melhoria da qualidade e de sua preservação passaram a se constituir em fator de competitividade. Não bastam somente os avanços em genética, biotecnologia e manejo agrônômico de produção, sendo necessária a atenção com o que ocorre depois da colheita.

O Brasil tem vivido, nos últimos anos, um momento importante e diferenciado em relação à pós-colheita de grãos: crescimento anual das exportações como já referido, a promulgação e a implantação da lei nº 9.973/2000 – Dispõe sobre o Sistema de armazenagem de produtos agropecuários e a implantação do Sistema Nacional de Certificação de Unidades Armazenadoras – Instruções Normativas (IN) nº 29/2011, 24/2013 e 22/2017 (BRASIL, 2000, 2017; ELIAS *et al.*, 2017).

Ambos os fatos estão vinculados à preservação da qualidade na pós-colheita. Somou-se, há pouco tempo, outro fato também importante: a entrada em vigor desde 01/03/2011, da Instrução Normativa 12/2009, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009), que “aprova o Regulamento Técnico do Arroz, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem”, alterando substancialmente na última década os critérios até então utilizados para avaliação da qualidade e da tipificação tanto de grãos em casca quanto industrializados e seus produtos (VANIER *et al.*, 2017).

No aprimoramento dos processos agroindustriais tem sido intensificada a implantação de tecnologias que visem preservar a qualidade dos alimentos, como o arroz, e aumentar a eficiência do setor. Arroz é um dos poucos alimentos que não pode ser consumido sem ser industrializado e, no preparo da matéria-prima para o beneficiamento industrial, os efeitos dos métodos anteriormente aplicados podem ser transferidos ao produto final e influenciar em seu comportamento tecnológico e em parâmetros de qualidade (ELIAS *et al.*, 2015; LORINI *et al.*, 2018). Soma-se a isso o fato de que o valor comercial dos grãos destinados à alimentação humana direta como arroz e feijão, depende das propriedades de consumo, como comportamento na cocção e atributos sensoriais, que refletem processos e métodos de conservação empregados e se expressam em sua qualidade tecnológica e no conseqüente valor comercial (KAMINSKI *et al.*, 2013; ZIEGLER, *et al.*, 2018).

Nos últimos anos, a etapa de pós-colheita de grãos vem ganhando novas perspectivas de inovações como armazenagem em locais onde é possível controlar as condições psicrométricas do ar e manejo tecnológico dos grãos, como armazenamento em temperaturas baixas através de insuflação de ar, pela aeração condicionada de silos e armazéns graneleiros, com melhor controle tecnológico (SILVA *et al.*, 2018; ROCHA *et al.*, 2020).

Tanto para o arroz produzido em sistema irrigado de terras baixas, predominante na região Sul, como no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, em parte da região Norte, como em Tocantins, ou em terras altas como é em parte do Centro-Oeste e demais regiões, o resfriamento é uma alternativa promissora não só no armazenamento, como também como forma de conservar os grãos enquanto há espera para a secagem, e assim dinamizar o processo de recepção e maximizar o uso das instalações de secagem, racionalizando os gastos com as operações de pré-armazenamento (LAZZARI *et al.*; SCHIAVON *et al.*, 2018).

Com a produção de grãos aumentando ano após ano, não há capacidade de secagem e de armazenamento para acompanhar tal situação, o que tem agravado os problemas de pós-colheita. O diagnóstico operacional realizado diretamente nas unidades armazenadoras, nas regiões de maior produção, buscou indicar as necessidades de ajustes e desenvolvimentos de tecnologias que minimizem perdas quantitativas e qualitativas de grãos durante o armazenamento. O estudo incluiu pesquisas também em escalas-piloto e laboratorial.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 MATERIAL

Para execução do Estudo 1, em cada região selecionada, conforme indicação do Edital da Chamada MCTI-CONAB-CNPq 18-2014, atualizada de comum acordo entre a Conab e a Coordenação do Projeto, o LABGRÃOS utilizou grãos dos genótipos típicos da região e do respectivo sistema de cultivo. Para execução do Estudo 2, foram utilizados grãos de arroz da classe longo fino, de genótipos produzidos em sistema de terras baixas na região Sul, com manejos de irrigação típicos do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, cuja produção somada equivale a cerca de 80% do arroz nacional. Grãos dessa mesma classe foram armazenados nas unidades de observação do Estudo 1 no Sul do país.

Nos estudos da região Norte, o arroz foi da classe grãos-longos, de genótipos produzidos em sistemas de várzea e de terras altas na região, com manejos de irrigação típicos do Mato Grosso e do Tocantins. Em todos os estudos, os grãos foram secados em processo convencional de sistema intermitente ou similar, nos manejos tecnológicos e operacionais típicos da respectiva região, antes de serem transferidos para a planta-piloto do LABGRÃOS na Faculdade de Agronomia da UFPel.

#### 3.2 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

Nas pesquisas realizadas nas próprias unidades armazenadoras foi utilizada a metodologia estudo de caso em cada situação, enquanto que, nas pesquisas realizadas na planta-piloto e nas demais instalações do LABGRÃOS, cada ensaio teve delineamento específico. Em todos os ensaios, as análises foram realizadas em triplicata, com avaliações de parâmetros quantitativos e de qualidade tecnológica, de tipificação, de desempenho industrial e de qualidade de consumo dos grãos durante o armazenamento.

Foram selecionados, inicialmente, seis bolsistas de Iniciação Tecnológica Industrial e um bolsista de Desenvolvimento Tecnológico Industrial, os quais foram treinados em secagem dos grãos, armazenamento, processamento industrial, análises de avaliação de qualidade dos grãos, que são: umidade, parâmetros químicos de avaliação nutricional, peso volumétrico, peso de mil grãos, desempenho indus-

trial, parâmetros de cocção, atributos sensoriais, atividade enzimática, perfil texturométrico, perfil viscoamilográfico, perfil branquimétrico e perfil colorimétrico, contaminação por fungos e micotoxinas, integridade biológica dos grãos, infestação por insetos, índice de compactação e análise estatística.

Duas reuniões em Brasília, duas em Pelotas e em Capão do Leão foram realizadas entre representantes da Conab e a equipe do LABGRÃOS para definições das estratégias de execução do projeto. Ações preliminares também foram adotadas para a seleção dos locais e das unidades armazenadoras de observação, com contatos e/ou inspeções *in loco*, em Mato Grosso (Sinop e Sorriso, em unidades pertencentes à Conab e à iniciativa privada); no Tocantins (Formoso do Araguaia, em unidade da Conab); em Santa Catarina (Araranguá e Turvo) e no Rio Grande do Sul (Uruguaiana, Alegrete, Cachoeira do Sul, Rio Pardo, Caçapava do Sul, Agudo, São Sepé, Pelotas, Capão do Leão, Camaquã, Santa Vitória do Palmar, Rio Grande e Palmares do Sul).

Desse estudo, conforme entendimentos entre a Conab e a equipe do LABGRÃOS, ficaram definidos como locais de instalação das unidades de observação, o Norte e o Sul. No Norte do Brasil, foi selecionada a unidade da Conab em Formoso do Araguaia, em Tocantins. No Sul, a seleção indicou uma unidade em Turvo, na região litorânea de Santa Catarina, e quatro no Rio Grande do Sul, sendo uma no litoral-norte, em Palmares do Sul, uma na região central, em Rio Pardo, uma em Uruguaiana na fronteira oeste e uma na região sul do estado, em Pelotas.

Para os estudos experimentais, foram utilizadas a planta-piloto e as demais dependências do LABGRÃOS, no Campus de Capão do Leão, da UFPel, para parâmetros tecnológicos e operacionais de secagem, controle de pragas, aeração e uso de resfriamento no armazenamento e qualidade industrial de arroz.

Para a realização dos estudos foi feita a instalação de um conjunto de engenhos de provas, uma sala equipada com balcões, mesas instrumentalizadas de classificação de grãos e uma bateria de câmaras armazenadoras tipo BOD (equipamento laboratorial que permite armazenar o produto com controle climático artificial). Nesse setor foi adaptada uma máquina de limpeza de grãos em escala-piloto, e complementada com uma unidade-piloto de secadores, acoplados a um conjunto instrumentalizado de silos armazenadores também em escala-piloto. Foi desenvolvido um sistema de medida de compactação e de avaliação de pressões estática e dinâmica na aeração em armazenamento de grãos a granel.

## 4 PRINCIPAIS RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos dos trabalhos da parte experimental são apresentados do EXPERIMENTO 1 ao EXPERIMENTO 8. A síntese dos resultados dos estudos de caso realizados nas unidades armazenadoras está apresentada nos itens do Tabela 1 e nos itens do Tabela 2.

### EXPERIMENTO 1 - MANEJO TÉRMICO DO AR NA SECAGEM CONVENCIONAL DO ARROZ EM CASCA

Manejos térmicos em secador de coluna com utilização de crescentes temperaturas do ar resultaram em dinâmicas de secagem mais uniformes na remoção de água e em maiores percentuais de grãos inteiros sem defeitos, sem comprometer a qualidade industrial e nem a tecnológica do arroz. No método de seca-aeração, o tempo de repouso antes da etapa final apresentou efeitos mais marcantes sobre os tempos totais de secagem do que o manejo térmico do ar na etapa inicial em secador de colunas.

### EXPERIMENTO 2 - SECAGEM E TEMPERAGEM DE ARROZ EM CASCA, TRANSIÇÃO VÍTRIA E CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS, TECNOLÓGICAS E INDUSTRIAIS DOS GRÃOS

A temperatura de secagem teve efeito significativo sobre a transição vítrea e nas características tecnológicas e industriais dos grãos. O acréscimo da temperatura promoveu aumento na velocidade de secagem e na percentagem de grãos com fissuras e redução nos percentuais de germinação e de grãos inteiros. A inclusão da etapa de temperagem com isolamento térmico e hídrico, imediatamente após a secagem atenuou efeitos prejudiciais causados nas características biológica, tecnológicas e industriais dos grãos de arroz.

### EXPERIMENTO 3 - SECAGEM E BENEFICIAMENTO INDUSTRIAL, PARÂMETROS TECNOLÓGICOS DE AVALIAÇÃO DE QUALIDADE E TEORES DE HIDROCARBONETOS POLICÍCLICOS AROMÁTICOS EM GRÃOS DE ARROZ

Em arroz destinado à exportação para mercados exigentes, métodos de secagem que utilizam aquecimento do ar diretamente nas chamas de combustão devem ser evitados. Nesse e noutros casos similares, é necessário o emprego de técnicas que minimizem as emissões de HPAs (hidrocarbonetos policíclicos aromáticos) ou evitem as contaminações como a secagem sem contato direto dos grãos com ar

que passa pela combustão, como aquecimento elétrico ou com trocadores de calor. A fonte de aquecimento do ar não influenciou os parâmetros de desempenho industrial e tecnológico dos grãos de arroz, mas influenciou nos parâmetros sensoriais e de inocuidade dos grãos.

#### EXPERIMENTO 4 - PARAMETRIZAÇÃO OPERACIONAL DA SECAGEM INTERMITENTE DE ARROZ E QUALIDADE DOS GRÃOS

Pela análise estatística foram obtidos modelos polinomiais empíricos para prever, em função das variáveis de processo, os parâmetros rendimento de grãos inteiros, renda de benefício, temperatura máxima da massa de grãos e tempo de secagem. Para secagem de arroz da classe grão longo-fino, o Modelo Cinético de Midilli foi o que apresentou o melhor ajuste aos dados experimentais, enquanto o modelo semi-empírico de Page apresentou um ajuste adequado com um menor número de parâmetros, sendo também indicável para descrever a secagem com temperatura elevada, em método convencional intermitente, com boa precisão.

#### EXPERIMENTO 5 - COMPACTAÇÃO NO ARMAZENAMENTO A GRANEL DE ARROZ EM CASCA E PRESSÃO NA AERAÇÃO

Arroz em casca das classes de grão longo fino, longo e curto promovem diferentes perdas de pressão na aeração. Quanto maior for a compactação, maior será a massa específica aparente ou o peso volumétrico dos grãos armazenados a granel, havendo tendência de estabilização entre 30 a 60 dias após o carregamento, tanto para a compactação quanto para a pressão necessária para a aeração. As perdas de carga estimadas pelos modelos de Shedd e Hukill & Ives, para um fluxo de ar até  $0,2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^2$  devem ser acrescidas de 50% para o arroz de grão longo fino e longo, e de 60% para curtos. O Modelo de Ergun se apresenta como de melhor desempenho para estimar perdas de carga na aeração e o Modelo de Cheng *et al.* é o mais indicado para estimar a massa específica aparente ou o peso volumétrico na cubagem de silos e de armazéns graneleiros. Quanto maiores forem os percentuais de grãos não descascados presentes na massa de grãos e os percentuais de cascas não removidas, maiores serão as alterações na avaliação do peso volumétrico e na pressão do ar na aeração.



#### EXPERIMENTO 6 - EXAUSTORES EÓLICOS EM SILOS METÁLICOS PARA COMPLEMENTAR A AERAÇÃO CONVENCIONAL

O uso de exaustores eólicos para complementar a aeração no armazenamento de arroz em casca em silos metálicos reduziu a perda de matéria seca (peso volumétrico), a quantidade de energia necessária para aeração de manutenção e a intensidade de aumento de defeitos metabólicos durante o armazenamento, preservando as propriedades tecnológicas, o rendimento de grãos inteiros e a qualidade industrial do arroz.

#### EXPERIMENTO 7 - RESFRIAMENTO ARTIFICIAL NO ARMAZENAMENTO DE GRÃOS DE ARROZ EM CASCA

Armazenamento em temperaturas baixas proporciona melhor conservabilidade do arroz, que pode ser armazenado por tempo maior sem ocasionar danos a sua qualidade. Grãos armazenados em casca, com umidade de 12-13%, em temperaturas de até 16°C preservaram propriedades tecnológicas, industriais, sanitárias e de consumo do arroz por mais de 12 meses. A tecnologia, testada em escala real em silos metálicos de porte industrial (quarenta a sessenta mil sacos de arroz em casca) mostrou superioridade em relação ao sistema de emprego de aeração com ar ambiente na preservação da qualidade industrial dos grãos e no controle da infestação de insetos, principalmente coleópteros.

#### EXPERIMENTO 8 - EXPURGO NO ARMAZENAMENTO E SORÇÃO DA FOSFINA NA CASCA DO ARROZ

Arroz em casca, grãos industrializados e casca de arroz mostraram comportamentos diferentes na operação de expurgo. Nos grãos industrializados houve menor absorção de fosfina do que no arroz em casca e a maior absorção ocorreu no expurgo da casca pura. O maior residual de fosfina foi detectado na casca de arroz logo após o expurgo, demonstrando que a mesma é forte adsorvente. O arroz industrializado apresentou níveis residuais permitidos pela legislação. No expurgo de grãos em casca foi necessária maior dose do fumigante para o controle das fases de ovo, larva, pupa e adulto devido à alta capacidade de adsorção da casca.

**Tabela 1 - Perdas de massa (no setor armazenista é conhecida como perda de peso)**

TRIMESTRE DE ARMAZENAMENTO	INICIAL	1º	2º	3º	4º
<b>Região Sul – Rio Grande do Sul (média)</b>					
Peso volumétrico (%)	100,00	99,60	98,96	98,38	98,02
Perda de peso acumulada (%)	0,00	0,40	1,04	1,62	1,98
Perda mensal média (%)	0,00	0,13	0,17	0,18	0,17
<b>Região Sul – Santa Catarina (média)</b>					
Peso volumétrico (%)	100,00	99,41	98,72	98,16	97,88
Perda de peso acumulada (%)	0,00	0,59	1,28	1,84	2,12
Perda mensal média (%)	0,00	0,19	0,21	0,20	0,18
<b>Região Norte – Tocantins (média)</b>					
Peso volumétrico (%)	100,00	99,01	97,74	*	96,03
Perda de peso (%)	0,00	0,92	2,16	*	3,97
Perda mensal média (%)	0,00	0,31	0,36	*	0,33

Legenda: (\*) dados não apurados

Fonte: o autor

**Tabela 2 - Variações de parâmetros de avaliação de qualidade industrial e tecnológica durante o armazenamento**

AVALIAÇÃO	INTEIROS (%)	QUEBRADOS (%)	GESSADOS (%)	MIL GRÃOS (g)	COCCÃO (MIN)	UMIDADE (%)	BRANCURA (GRAU)	% DEFEITOS NÃO METABÓLICO	% DEFEITOS METABÓLICOS
<b>Região Norte (média)</b>									
Inicial	54,67	11,69	1,57	26,94	15,1	13,4	40,45	1,94	0,79
Após 1 ano	53,15	12,46	1,56	25,91	15,8	12,2	41,70	1,93	1,16
Variação anual	- 3,0	+ 6,6	0,1	- 4,0	+ 5,0	- 1,2	+ 3,0	+ 0,2	+ 1,47
<b>Região Sul (média)</b>									
Inicial	62,61	8,10	0,81	27,44	13,2	13,2	46,17	1,45	0,58
Após 1 ano	61,02	8,57	0,82	26,93	14,1	12,8	44,12	1,47	0,71
Variação anual	- 3,0	+ 5,8	0,1	- 2,0	+ 7,0	- 0,4	+ 4,0	+ 0,1	+ 1,22

Fonte: o autor

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

A realização do projeto possibilitou identificar as principais causas e quantificar as perdas ocorridas no armazenamento de grãos no Brasil nas regiões Norte e Sul, nos estados de Tocantins, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, os quais representam mais de 80% da produção nacional e praticamente 100% das exportações brasileiras.

Os resultados acabaram confirmando que o sistema de armazenamento e a qualidade do arroz produzido e industrializado no Brasil tiveram grandes avanços de qualidade nas últimas décadas, o que enquadra o país entre os principais pro-

dutores do mundo. Tal condição deve auxiliar na elaboração de políticas setoriais para alavancar e consolidar, cada vez mais, a representatividade do setor arroseiro no contexto do agronegócio e na ampliação da participação brasileira no mercado internacional. Incluindo operações como secagem, armazenamento, aeração, controle fitossanitário e industrialização, a pós-colheita é a etapa da cadeia produtiva em que pode ocorrer a preservação da qualidade do produto advindo do campo.

Ressalta-se na pesquisa a sanidade do produto dentro dos silos e dos pacotes de arroz industrializado, avaliado em empresas do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina e de Tocantins, pois, os dados encontrados são positivos. Não foi detectado nenhum índice que possa alarmar sobre contaminações, com pragas não controladas ou micotoxinas produzidas por fungos desenvolvidos no armazenamento nas unidades monitoradas.

Outro importante dado quantitativo é que as perdas anuais médias apuradas no armazenamento, próximas a 2% no Sul e a 4% no Norte, mostraram ser bem menores do que dados históricos que apontavam para estimativas de cerca de 10%. As preservações dos parâmetros de qualidade e de quantidade são dois fatores associados que atestam grandes evoluções na cadeia produtiva verificada nos últimos tempos.

É importante ressaltar que além da evolução das lavouras colocada em prática pelos orizicultores, os investimentos das indústrias de máquinas e implementos e das empresas beneficiadoras possibilitaram um salto de qualidade espetacular nos últimos tempos, o que coloca o Brasil em uma posição muito favorável também no cenário de comércio internacional.

Os experimentos ultrapassaram o planejamento original não apenas em quantidade, mas em abrangência, integração temática e enfoque, como resultado da estratégia de acoplar no projeto trabalhos correlatos dos programas de pós-graduação acadêmica e profissional, desenvolvidos pela equipe do LABGRÃOS-UFPel, otimizando ciência e tecnologia de aplicação direta no setor. A integração com outras instituições contribuiu, sobremaneira, para os trabalhos executados. As participações financeira da Conab e institucional do CNPq foram decisivas para a execução da pesquisa.

## 6 REFERÊNCIAS

- AMATO, G.W. **Arroz no Programa Mundial de Alimentação das Nações Unidas**. IRGA. 84p. 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa 06/2009** - Regulamento Técnico do Arroz. Brasília-DF: Mapa, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Lei nº 9.973/2000 e I.N. 29/2011, 24/2013 e 22/2017** - Implantação do Sistema Nacional de Certificação de Unidades Armazenadoras. Brasília-DF: Mapa, 2017.
- ELIAS, M.C.; OLIVEIRA, M.; LANG, G.H.; VANIER, N.L. **Certificação de unidades armazenadoras de grãos e fibras no Brasil** - 3. ed. Pelotas: Santa Cruz, 2017. 375p. v.1.
- ELIAS, M.C.; OLIVEIRA, M.; VANIER, N.L. **Qualidade de arroz na pós-colheita e na agroindústria: análise, conservação e tipificação**. 1. ed. Pelotas: Santa Cruz, v. 250. 221p. 2015.
- ELIAS, M.C.; OLIVEIRA, M.; VANIER, N.L.; ZAVAREZE, E.; POHNDORF, R.S.; COSTA, C.M. **Anais do 6º Simpósio Brasileiro de Qualidade de Arroz**. Pelotas: Santa Cruz, 2016. 421p.
- KAMINSKI, T.A.; BRACKMANN, A.; SILVA, L.P.; BENDER, A.B.B.; SPERONI, S.C. Composição química e alterações estruturais do arroz irrigado durante o armazenamento. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 1167-1184, 2013.
- LAZZARI, S.M.N.; KARKLE, A.F.; LAZZARI, F.A. Resfriamento artificial para o controle de Coleoptera em arroz armazenado em silo metálico. **Revista Brasileira de Entomologia**, São Paulo, v.50, p.293-296, 2006.
- LORINI, I.; MIIKE, L.I.; SCUSSEL, V.M.; FARONI, L.R.A. **Armazenagem de Grãos**. 2. ed. Jundiaí: Instituto Bio Geneziz, 2018. 1011 p. v. 1.
- OLIVEIRA, A.C.; PEGORARO, C.; VIANA, V.E. **The Future of Rice Demand: Quality Beyond Productivity**. 1ed.: Springer International Publishing, 544p., 2020.
- ROCHA, J.C.; POHNDORF, R.S.; MENEGHETTI, V.L.; OLIVEIRA, M.; ELIAS, M.C.. Effects of mass compaction on airflow resistance through paddy rice grains. **Biosystems Engineering**, v. 194, p. 28-39, 2020.
- OLIVEIRA, M.A.; LORINI, I.; FARONI, L.R.A.; SCUSSEL, V.M. **Pós-Colheita de Grãos: Logística e Segurança Alimentar do Produtor ao Consumidor**. Londrina: ABRAPÓS, 2014. 830 p. v. 6.
- SCHIAVON, R.A.; ELIAS, M.C.; VANIER, N.L.; ROCKEMBACH, B.A.; TALHAMENTO, A.; COLUSSI, R. Efeitos da Temperatura de Armazenamento nas Propriedades Físicas dos Grão de Arroz. In: Conferência Brasileira de Pós-colheita, 7. Londrina. **Anais (...)**. Londrina: Abrapós, 2018, p. 580-586.

SILVA, W.S.V.; VANIER, N.L.; ZIEGLER, V.; OLIVEIRA, M.; DIAS, A.R.G.; ELIAS, M.C. Effects of using eolic exhausters as a complement to conventional aeration on the quality of rice stored in metal silos. **Journal of Stored Products Research**, v. 59, p. 76-81, 2014.

VANIER, N.L.; LINDEMANN, I.S.; POHNDORF, R.S.; OLIVEIRA, M.; ELIAS, M.C. **Classificação oficial, pós-colheita e industrialização de arroz**. Pelotas: Santa Cruz, 2017. 420 p. v. 1.

ZIEGLER, V.; FERREIRA, C D.; HOFFMANN, J.F.; CHAVES, F.C.; VANIER, N.L.; OLIVEIRA, M.; ELIAS, M. C. Cooking quality properties and free and bound phenolics content of brown, black, and red rice grains stored at different temperatures for six months. **Food Chemistry**, v. 242, p. 427-434, 2018.

# Perdas qualitativas e quantitativas no armazenamento de trigo

CASIANE SALETE TIBOLA, MARTHA ZAVARIZ DE MIRANDA,  
ALBERTO LUIZ MARSARO JÚNIOR

PESQUISADORES DA EMBRAPA TRIGO, PASSO FUNDO-RS

ARTIGO RECEBIDO PARA PUBLICAÇÃO EM 07/11/2019

**RESUMO.** O objetivo do projeto foi obter diagnóstico das perdas quantitativas e qualitativas no armazenamento de trigo. O trigo da safra 2017 foi armazenado e avaliado por 10 meses em duas unidades armazenadoras: na Conab em Ponta Grossa, PR (silo de alvenaria) e na Unnilodi Marau, RS (silo metálico). A coleta de amostras incluiu duas coletas dinâmicas, uma no enchimento e outra no descarregamento do silo; e quatro coletas estáticas, realizadas através de sonda pneumática, nos meses intermediários de armazenamento. De modo geral, não houve alterações nos parâmetros de qualidade tecnológica de trigo avaliados. O fungo de armazenamento, *Alternaria* spp. foi o mais incidente nos dois silos. As principais micotoxinas do trigo não foram detectadas nas amostras analisadas. Detectaram-se insetos ao longo do armazenamento, entretanto, as alternativas de controle foram efetivas, não impactando em danos qualitativos e quantitativos. Na análise de resíduos de agrotóxicos foi observado que os inseticidas aplicados não se degradaram no prazo estabelecido nas monografias. Além disso, foi detectado o herbicida glifosato, que deve ter sido aplicado em dessecação pré-colheita. O índice médio mensal obtido de quebra técnica nos grãos de trigo, calculado por meio de amostragens foi de 0,43% e 0,11%, para silos de alvenaria e metálico, respectivamente. A massa volumétrica do trigo aumentou no armazenamento, considerando os efeitos de compactação do

grão. Independentemente da forma construtiva do silo de armazenagem, as condições ambientais, o uso de aeração, o controle de temperatura e o manejo preventivo de insetos são fundamentais para a diminuição das perdas no armazenamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Diagnóstico; Pós-colheita; Perdas; Trigo.

## 1 INTRODUÇÃO

O trigo no Brasil é comercializado de acordo com o Regulamento Técnico do Trigo (BRASIL, 2010), para fins de compras e comercialização realizadas pelo governo. Do ponto de vista da indústria, cada produto derivado de trigo necessita de diferentes especificações de qualidade tecnológica, a fim de que se obtenha produto final com características de qualidade desejadas pelo consumidor.

As perdas quantitativas e qualitativas no armazenamento de trigo têm grande impacto na competitividade do setor tritícola. Dentre as principais demandas na pós-colheita de trigo, destacam-se: (1) determinação do índice de perda de peso; (2) diagnóstico da presença de contaminantes; (3) implementação de boas práticas de armazenagem; (4) determinação de indicadores de qualidade tecnológica, para definir aptidão de uso final; e (5) promoção de adoção de tecnologias inovadoras, como os métodos rápidos que podem ser usados para avaliar contaminantes e qualidade tecnológica de grãos e derivados.

O objetivo do projeto “Redução de perdas qualitativas e quantitativas no armazenamento de trigo” foi diagnosticar as perdas quantitativas e qualitativas no armazenamento de trigo, visando contribuir para a competitividade da cadeia produtiva.

## 2 METODOLOGIA

O referido projeto foi coordenado pela Embrapa Trigo, com a colaboração da Universidade de Passo Fundo (UPF), do Instituto Federal Farroupilha – Campus Panambi, da Universidade Estadual de Campinas (Feagri/Unicamp) e da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural/Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural - Emater/Ascar-RS.

As unidades armazenadoras usadas neste projeto estão localizadas no Paraná (Ponta Grossa) e no Rio Grande do Sul (Marau). A Conab opera a unidade de armazenamento de Ponta Grossa, composta por silos de alvenaria, enquanto que a unidade armazenadora da Unnilodi, localizada em Marau/RS, possui silos metálicos e é credenciada na Conab. Nestes dois silos (de alvenaria e metálico) foram coletadas amostras de trigo para posterior realização de análises qualitativas e quantitativas, visando, assim, investigação das perdas sofridas no armazenamento.

O armazenamento do trigo foi avaliado no período de dez meses. A coleta de amostras foi definida da seguinte forma: duas coletas dinâmicas, uma no enchimento e outra no descarregamento do silo (1º e 10º meses); quatro coletas estáticas, realizadas através de sonda pneumática, nos meses intermediários de armazenamento (1º, 3º, 6º e 10º meses). Para a coleta estática, as unidades armazenadoras (silos) foram divididas em 36 unidades amostrais. Em cada coleta estática foram amostrados três pontos aleatoriamente, baseados em sorteio entre as unidades amostrais (triplicata). A amostragem estática foi realizada próxima aos cabos de termometria. O tamanho da amostra foi de 30 kg para cada unidade amostral (repetição).

Para se obter o diagnóstico da qualidade tecnológica e de contaminantes na pós-colheita do trigo, foram realizadas as seguintes avaliações: tipo e classe de trigo; caracterização físico-química, reológica e panificação; presença de fungos e de micotoxinas; infestação de insetos-praga; fragmentos de insetos na farinha; resíduos de agrotóxicos; quebra-técnica e fator de compactação. A metodologia de análise seguiu os procedimentos estabelecidos por normativos oficiais e métodos de referência.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tipificação do trigo pela Instrução Normativa n° 38 (BRASIL, 2010) variou de acordo com o tipo de silo e a coleta. Para o silo de alvenaria (Ponta Grossa), o trigo foi enquadrado em Tipo 1 na 1ª coleta dinâmica e na 2ª estática e, em Tipo 2, nas demais coletas. No silo metálico (de Marau), o trigo foi enquadrado em Tipo 1 nas duas coletas dinâmicas e nas estáticas e, em Tipo 2, somente na última coleta estática. As oscilações entre as coletas podem ser explicadas em face da amostra ser oriunda de



vários produtores, compreendendo diferentes cultivares, explicando assim, a heterogeneidade dos resultados obtidos para umidade, peso do hectolitro e defeitos. A classe comercial por esta mesma normativa manteve-se inalterada em Trigo Pão, durante todo o período de armazenamento.

Considerando-se algumas das principais características físico-químicas dos grãos (umidade do grão, peso do hectolitro, matérias estranhas e impurezas, grãos danificados e umidade da farinha), evidenciou-se grande variação entre os dois tipos de silos estudados. No geral, o silo metálico apresentou menor variação de parâmetros de qualidade, quando comparado com o de alvenaria. O número de queda (atividade da enzima  $\alpha$ -amilase) e as propriedades reológicas, alveografia (força de glúten) e farinografia (estabilidade), bem como os pães produzidos mantiveram-se estatisticamente inalterados.

O fungo mais incidente nos dois silos durante todo o período avaliado foi *Alternaria* spp., embora sua incidência tenha diminuído significativamente à medida que aumentou o tempo de armazenamento.

As micotoxinas deoxinivalenol (DON), zearalenona (ZEA), aflatoxina (AFB<sub>1</sub>, AFB<sub>2</sub>, AFG<sub>1</sub> e AFG<sub>2</sub>) e ocratoxina A, analisadas através de cromatografia (UHPLC-MS/MS), não foram detectadas em nenhuma amostra.

As espécies de insetos encontradas foram: *Sitophilus oryzae* (mais frequente e em ambos os silos), *Oryzaephilus surinamensis* (apenas na coleta de agosto e somente no silo de Ponta Grossa/PR) e *Tribolium castaneum* (apenas 1 exemplar na coleta de maio e somente no silo de Marau/RS). De maneira geral, apesar da ocorrência de insetos nos dois silos, boa parte estava morta, e ao final do armazenamento constatou-se que não foram encontrados mais insetos vivos, indicando que os manejos adotados foram eficientes no controle dessas pragas. Na unidade armazenadora de Ponta Grossa, foram utilizadas três aplicações de fosfina durante o armazenamento do trigo. Na unidade armazenadora de Marau, o manejo para controle de insetos incluiu uma aplicação preventiva de Bifentrina+pirimifós-metilico no enchimento do silo e uma aplicação de fosfina durante o armazenamento.

O número de fragmentos de insetos nas amostras de 50 gramas de farinha de trigo variou de 3,67 a 11,67 em Ponta Grossa/PR e de 2,67 a 10,0 em Marau/RS, ambos abaixo do limite máximo permitido (75 fragmentos de insetos/50 gramas) (BRASIL, 2014).

No silo de alvenaria (de Ponta Grossa), foram detectados oito princípios ativos de pesticidas. Destes, sete apresentaram valores abaixo do limite máximo de resíduos (LMR): o fungicida do grupo químico Ditiocarbamato e os inseticidas Bifentrina, Deltametrina, Fenitrotiona, Gama-cialotrina e Lambda-cialotrina. O Fosfeto de alumínio foi detectado em concentração acima do LMR em cinco amostras.

No silo metálico (de Marau, RS), foram detectados nove princípios ativos de pesticidas. Destes, seis apresentaram valores abaixo do limite máximo de resíduos - o fungicida do grupo químico Ditiocarbamato e os inseticidas Bifentrina, Clorpirifós etílico, Deltametrina, Fosfeto de alumínio e Triflumurom. Foram encontrados em concentração acima do LMR os inseticidas Fenitrotiona (em sete amostras) e Pirimifós metílico (em doze amostras) e o herbicida Glifosato (em cinco amostras).

De forma geral, na análise de resíduos de agrotóxicos, ficou evidenciado que os inseticidas pós-colheita aplicados não se degradaram no prazo estabelecido nas monografias. Além disso, foi detectado o herbicida glifosato, que deve ter sido aplicado em dessecação pré-colheita, sendo que o produto não tem registro para esta aplicação no Brasil.

A quebra técnica total dos grãos de trigo armazenados no silo de alvenaria (de Ponta Grossa, PR) foi de 4,72%, sendo que este trigo ficou armazenado nesta célula armazenadora por 328 dias, aproximadamente 11 meses, resultando em quebra técnica de 0,43% ao mês. Para os grãos armazenados no silo metálico, a quebra técnica total foi de 1,07%, sendo o trigo armazenado por 304 dias, em torno de 10 meses, resultando em quebra aproximada de 0,11% ao mês. O valor encontrado de quebra técnica para o silo de alvenaria foi superior e para o silo metálico foi inferior ao praticado pela Conab.

No silo metálico e no silo de alvenaria, a porcentagem de compactação encontrada foi de 1,25% e de 0,72%, respectivamente. Estes resultados estão abaixo do que é reportado na literatura especializada.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A identificação e a quantificação das perdas que ocorrem no armazenamento de trigo no Brasil forneceram informações fundamentais para a tomada de decisão e implementação de políticas visando a minimização dessas perdas.

A obtenção de amostras homogêneas foi um dos maiores entraves encontrados na pesquisa. Embora todo o trigo fosse originário de Pato Branco-PR houve grande variação entre as repetições para alguns parâmetros nos dois silos avaliados. Os principais fatores que contribuíram para estas oscilações foram a ausência de coleta de amostras logo após a colheita e a composição da amostra comercial, incluindo diferentes cultivares de trigo. Todavia, esta mistura de cultivares representa a realidade de armazenamento de trigo que ocorre no Brasil. A amostragem representativa e logo após a colheita é muito relevante neste tipo de estudo. Por exemplo, no caso de resíduos de agrotóxicos, em que o lote pode ser desclassificado por estar com níveis de resíduos acima do permitido pela legislação.

Destaca-se como inovação a metodologia usada para a coleta de amostras, na qual foi testada a coleta estática através do equipamento sonda pneumática, importante para agilizar a coleta de amostra representativas na pós-colheita. Também foram testados os métodos rápidos baseados em espectroscopia no infravermelho próximo (NIR tradicional e NIR hiperspectral) e kits imunoenzimáticos (ELISA) para micotoxinas e resíduo de glifosato. Foi mensurada também a concentração de CO<sub>2</sub> do ar intergranular, através de detector de multigases.

As condições ambientais (temperatura e umidade relativa do ar), o controle de aeração e o controle preventivo de insetos são fundamentais para a diminuição das perdas dos grãos de trigo no armazenamento. Além disso, a manutenção da qualidade dos grãos de trigo no armazenamento depende de infraestrutura e equipamentos adequados, processos bem definidos e operadores capacitados.

## 5 REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC n° 14, de 28 de março de 2014. Dispõe sobre matérias estranhas macroscópicas e microscópicas em alimentos e bebidas, seus limites de tolerância e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, p. 58, 2014. Seção 1. Disponível em: [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2014/rdcoo14\\_28\\_03\\_2014.pdf](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2014/rdcoo14_28_03_2014.pdf). Acesso em: 10 jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n° 38, de 30 de novembro de 2010. Regulamento técnico do trigo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 229, 1 dez. 2010. Seção 1.

## Perdas no transporte rodoviário de grãos

CARLOS CANEPPELE, ANTONIO RENAN BERCHOL DA SILVA, PEDRO SILVÉRIO XAVIER PEREIRA, BRUNA REGINA BLANGER, RODRIGO DAROS, LEANDRA OLIVEIRA DOS SANTOS, LÁZARO DA COSTA CAÑIZARES, LUIZ OTÁVIO CAMPOS

RESPECTIVAMENTE: FAAZ/UFMT; FAAZ/UFMT; FAAZ/UFMT; FAAZ/UFMT; FAAZ/UFMT; UFLA; UFPEL; FAAZ/UFMT

(UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO, UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS, UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS)

ARTIGO RECEBIDO PARA PUBLICAÇÃO EM 01/11/2019

**RESUMO.** As estimativas para a safra de grãos 2018/2019 indicam produção na ordem de 238,5 milhões de toneladas, significando acréscimo de 4,7% em comparação à safra 2017/2018. Essa produção, apesar de satisfatória, poderia ainda ser maior se não fossem os problemas enfrentados com a dependência da logística no escoamento dos grãos, causados principalmente pelo modal adotado, aliado à baixa qualidade na infraestrutura de rodovias. O objetivo desse trabalho foi estabelecer um índice de perda percentual em relação ao volume transportado, perdas por quilômetro rodado (kg/km), perdas por tonelada transportada (kg/t), bem como valorar essas perdas quantitativas (R\$/T) verificadas durante o transporte rodoviário de grãos de arroz em casca, milho e trigo a granel. Buscou-se também indicar possíveis medidas a serem adotadas para minimizar essas perdas ao longo das rodovias. As avaliações foram realizadas em três expressivas regiões produtoras de grãos do país, sendo milho em Mato Grosso, trigo no Paraná e arroz em casca no Rio Grande do Sul. Para a determinação desses índices de perdas, a metodologia baseou-se nos relatórios dos romaneios (peso de origem e destino das cargas). Os resultados evidenciaram índices de perdas menores do que os adotados atualmente pelas transportadoras, como tolerância de diferença de peso entre a origem e o destino final, ou seja, 0,25% do peso transportado. Para o milho, trigo e arroz em casca, os índices de perdas

encontrados foram, respectivamente, 0,1025%, 0,1708% e 0,1299%. Para as perdas por km rodado, os resultados foram 7,6 g/km, 360 g/km e 225 g/km, respectivamente, para milho, trigo e arroz em casca. Em termos de perdas por tonelada transportada, foram encontrados os valores de 1,2 kg/t, 1,7 kg/t e 1,29 kg/t para milho, trigo e arroz em casca, na devida ordem. Com base nesses índices, estimou-se a valoração dessas perdas por tonelada transportada, obtendo-se R\$ 0,51/t para milho, R\$ 1,40/t para trigo e R\$ 1,13/t para arroz em casca. Recomenda-se, para minimização dessas perdas ao longo das rodovias, substituição de carrocerias graneleiras por caçambas; revestimento interno das carrocerias sempre que possível; sensibilização/fiscalização dos responsáveis pelos armazéns e transportadores de grãos (carregamento, transporte e descarga), melhoria da frota (modernização/conservação) das rodovias e, quando possível, utilização de outros modais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Perdas; Transporte rodoviário; Milho; Arroz; Trigo.

## 1 INTRODUÇÃO

O grande desafio brasileiro, em termos de competitividade, é a necessidade de investimento em infraestrutura. Enquanto os Estados Unidos contam com uma malha ferroviária impecável e com portos bem estruturados, no Brasil, quase que exclusivamente, dispõe-se de transporte rodoviário, que é extremamente precário. O desafio brasileiro é produzir de forma correta, tecnológica e, principalmente, sustentável, quer seja ambientalmente, quer seja economicamente e socialmente.

O que se evidencia é que uma parcela dos grãos é perdida no transporte até os portos, observada ao redor do acostamento das rodovias de escoamento da produção para os armazéns, fruto do estado precário dessas vias, esburacadas, sem pavimentação, ocasionando quebras na frota, bem como aumentos no preço dos fretes. No transporte em caminhão da carga granulada é que ocorrem as maiores perdas devido a trepidações da carroceria e a não vedação da carga. Como resultado, uma parcela dos grãos é perdida pelas frestas entre a lateral e o piso da carroceria, o que pode ser resolvido, por exemplo, pela forração interna da mesma, prática já adotada por diversos caminhoneiros e fabricantes de carrocerias graneleiras.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi estabelecer um índice de perda per-

centual em relação ao volume transportado, perdas por quilômetro rodado (kg/km), perdas por tonelada transportada (kg/t), bem como valorar essas perdas quantitativas (R\$/T) verificadas durante o transporte rodoviário de grãos de arroz em casca, milho e trigo a granel, além de identificar e indicar tecnologias apropriadas para minimização dessas perdas.

## 2 METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido por meio de uma parceria entre a Companhia Nacional do Abastecimento (Conab) e o Núcleo de Tecnologia em Armazenamento (NTA), da Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT).

Estabeleceu-se a aplicação de aproximadamente 500 questionários para os motoristas nos estados de Mato Grosso, Paraná e Rio Grande do Sul.

Foram realizadas observações no acompanhamento dos caminhões em cargas, transporte e descargas de grãos, fazendo-se medições de perdas e se observando os locais nas rodovias federais em que ocorreram tais perdas. Também foram analisados os romaneios que forneceram peso de origem, peso de destino, local de origem e local de destino dos produtos transportados, com a finalidade de indicação das possíveis causas de perdas.

Conduziram-se observações nos revestimentos internos de carrocerias de caminhões, com coleta de materiais utilizados pelos motoristas como forma de vedações de frestas, além de visitas a empresas especializadas que fazem vedações em carrocerias de caminhões.

Os dados obtidos nas observações ao longo do percurso dos caminhões, os questionários aplicados, informações dessas empresas responsáveis pela manutenção dos caminhões, condições das estradas e mensuração de perdas foram tabulados e analisados.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as metodologias empregadas foram definidas as estratégias

para mitigação de perdas. No trabalho, verificaram-se que as perdas de grãos de arroz em casca, milho e trigo a granel no transporte rodoviário foram causadas, basicamente, por três fatores que se correlacionam, elevando muito a quantidade de grãos perdidos: más condições das rodovias, precariedade da frota de caminhões utilizados e imprudência dos motoristas. Tais condições demandam medidas adequadas, com fins de minimizar a ocorrência dessas perdas no transporte de grãos.

Como característica do transporte de grãos no Brasil, a sua realização é, essencialmente, conduzida através da via rodoviária, sendo os veículos utilizados com esta finalidade classificados por sua capacidade de carga, quantidade e distância entre os eixos.

Especificamente, a escolha da carroceria adequada para o caminhão que irá transportar o grão é de fundamental importância para que não ocorram perdas. Os quatro principais tipos de carrocerias que são utilizadas para o transporte de grãos são: a) caminhão silo que contém carroceria apropriada para o transporte de grãos sólidos, com descarga por gravidade, por meio de portinholas que se abrem; b) caminhão cerealeiro com carroceria própria para transporte de cereais; c) caminhão graneleiro, que possui carroceria adequada para o transporte de cargas a granel, ou seja, cargas homogêneas, sem disposição especial, em geral grãos e cargas secas; e d) caminhão porta-contêiner que é um facilitador para a circulação e os transbordos, viabilizando a logística do transporte multimodal, o qual evita que ocorram perdas e avarias às cargas, e possibilita uma possível diminuição de mão de obra para movimentação da mercadoria.

Entre os sistemas apresentados, o mais utilizado é o graneleiro, que geralmente é realizado por veículos com capacidade de 45 toneladas de carga, conhecidos como bitrem. Esse tipo de carroceria é mais utilizada porque possibilita também o transporte de cargas secas e não só as de grãos. Esse sistema, embora versátil por permitir o transporte de diferentes tipos de carga, ocasiona a perda de grãos devido ao tipo e estado geral das carrocerias, gerando o derramamento do grão nas rodovias em face da má qualidade dessas. Tais perdas trazem grandes prejuízos para a cadeia produtiva nacional.

Considerando-se que a grande quantidade de caminhões que trafegam com produtos agrícolas também transportam outras cargas, de naturezas diversas, essas podem danificar as carrocerias, culminando, por consequência, em perdas poste-

riores de grãos quando do seu transporte nesses veículos. Faz-se pertinente relevar que, uma das medidas para análise, seria o incentivo à renovação da frota de caminhões no País.

De forma conjunta, seria recomendável estabelecer metas para os entes envolvidos no setor, tais como: melhoria das rodovias, controle de pesagem, conservação de carapuceiro de caminhões e ampliação da área de acostamentos.

Também, sugere-se que os motoristas dos caminhões tenham treinamento específico e assim possam tomar medidas preventivas contra essas perdas, visto que melhorias nas rodovias e na frota de caminhões são de extrema dificuldade. Junto a essas medidas, propõe-se uma maior fiscalização na conservação dos caminhões que transportam grãos, bem como uma sensibilização dos motoristas e das transportadoras em relação aos prejuízos que as perdas de grãos podem causar. Portanto, é necessário que a carga transportada seja tratada com mais responsabilidade e que os trabalhadores envolvidos saibam que eles constituem uma parte de fundamental importância ao setor.

O presente estudo evidenciou que o estado de conservação das estradas se constitui em grave problema a ser resolvido, pois 88% dos entrevistados afirmaram que a falta de conservação das estradas é o fator predominante para a perda de grãos, sendo o local de ocorrência de buracos e trepidação justamente os pontos críticos responsáveis por tais perdas. Estes dados comprovam a importância da manutenção e conservação das estradas, tanto pelo governo como também por parte das concessionárias e motoristas que trafegam nestas.

Verificou-se também que as perdas nas rodovias de maior fluxo de carga são mais elevadas quando comparadas às rodovias menos movimentadas, coincidindo com o pico da colheita do grão de cada região estudada. Nessas situações, o investimento em modais alternativos como o transporte ferroviário deve ser considerado, uma vez que poderia reduzir o derrame de grãos nas rodovias federais.

Outra tecnologia que deve ser analisada, como recomendação do presente estudo, é a utilização de lonas de revestimento interno nas carrocerias, o que poderia diminuir essas perdas para zero. A utilização de caminhão específico para o transporte rodoviário de grãos, com caçambas graneleiras em bom estado de conservação, também é uma medida com reflexos significativos na redução de perdas desses produtos. Na própria contratação de empresas terceirizadas, deve-se exigir o com-



promisso com a limpeza dos caminhões e que as carrocerias estejam em perfeito estado de conservação. Caminhões com restos de outros produtos ou avarias na carroceria, como vazamentos, deverão ser impedidos de realizar novos carregamentos.

Não menos importante que a adequação da carroceria ao transporte de grãos e avaliação de suas extremidades inferior e laterais, com vistas a se reduzirem as perdas, é realizar o adequado enlonamento da carga, já que, na parte superior da carroceria, ocorre parcela importante dessas perdas. Quando realizada de forma inadequada e não-uniforme, normalmente como resultado da própria atividade manual, a qual frequentemente exige rapidez, agrava-se o problema. Obviamente, influenciado pela qualidade da pavimentação por onde o caminhão trafega, pois, a trepidação e os buracos são decisivos no escape de grãos quando a carga não é completamente vedada.

De forma geral e qualitativa, verifica-se que há uma série de ações que podem promover a mitigação das perdas, como: elaboração de procedimentos e rotinas nas operações logísticas de modo a identificar problemas, uso de caminhões mais novos e menos avariados, qualificação de pessoas nas atividades de transporte e armazenagem, gestão adequada das operações relacionadas às atividades de armazenagem. No caso das rotinas envoltas nas operações logísticas, especificamente no tocante às perdas de grãos nas rodovias, a realização de fiscalização deve se constituir em protocolo de rotina, onde os motoristas deverão ser alertados para que realizem as vistorias nos caminhões no momento do carregamento, observando suas condições para tal, fazendo as vedações necessárias para que essas perdas sejam evitadas, sem excesso de cargas e com enlonamento adequado. Isto, juntamente com o próprio treinamento dos profissionais de transporte de grãos, contribui para a conscientização dos entes envolvidos diretamente com a operação, da importância e necessidade de redução dessas perdas.

O presente estudo também constatou a ocorrência de diferenças/erros nas pesagens (erros de balança), ressaltando-se como possíveis causas:

- Balanças não aferidas corretamente ou sem aferição durante o período de tempo recomendado;
- Células de pesagem da balança comprometidas;
- Presença de sedimentos (sujeiras) na balança ou no equipamento de trans-

porte;

- Diferença entre os tipos de balanças (balança estática e balança de fluxo, por exemplo);
- Diferença entre a precisão das balanças;
- Balança subdimensionada para o objeto pesado; e
- Balança superdimensionada para o objeto pesado.

#### 4 CONCLUSÕES

De acordo com os dados obtidos e os levantamentos realizados durante a pesquisa, pode-se concluir que:

- é necessária a redução do índice de tolerância de perdas nos contratos de transporte de 0,25% para os valores obtidos no trabalho, sendo que os índices de perdas encontrados foram: 0,10% para o milho, 0,17% para o trigo e 0,13% para o arroz em casca;
- as perdas por quilômetro no transporte de grãos são de 7,6 g/km para o milho, 360 g/km para o trigo e de 225 g/km para o arroz em casca;
- as perdas por tonelada transportada de grãos são de 1,02 kg/t para o milho, 1,7 kg/t para o trigo e de 1,29 kg/t para o arroz em casca;
- a valoração das perdas para o transporte de grãos é de R\$ 0,51/t (R\$ 0,50/kg) para o milho, R\$ 1,40/t (R\$ 0,828/kg) para o trigo e R\$ 1,13/t (R\$ 0,88/kg) para o arroz em casca.

Outras considerações:

- Maior fiscalização na conservação dos caminhões que transportam grãos;
- Reivindicações para melhorias das rodovias de transporte de grãos;
- Propostas alternativas de transporte de grãos (Ferrovias e Hidrovias);
- Substituição das carrocerias tipo graneleiras por caçambas;
- Sensibilização, fiscalização dos motoristas e das transportadoras;

- Modernização da frota;
- Revestimento interno de carrocerias graneleiras que transportam grãos;
- Maiores cuidados na vedação interna das carrocerias graneleiras no momento do carregamento de grãos;
- Aplicar penalização aos motoristas e/ou transportadoras pelo desperdício de grãos nas rodovias.

## 5 REFERÊNCIAS

APROSOJA - ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA. **Aprosoja lança cartilha para minimizar perdas**, CUIABÁ-MT, 2016.

CAMPOS, M.G. **Avaliação da quebra técnica e qualidade do milho a granel, em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento**. Tese (Doutorado) – Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

CANEPELE, C.; SARDINHA, S.H.A. **Fontes de perdas no transporte de milho da lavoura até a unidade armazenadora**. XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, 2013.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Capacidade estática de armazenagem**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php>

CNT - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa rodoviária CNT 2015**. Disponível em: <http://pesquisarodovias.cnt.org.br>.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Perdas de grãos na cultura de milho: pré-colheita, colheita, transporte e armazenagem**. Circular Técnica (INFOTECA-E), nº 24, EMBRAPA-CNPMS, 1997.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Toolkit: Reducing the Food Wastage Footprint**. Roma, Itália. 2013. Escola superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018.

NASCIMENTO, Q.; MARQUES, J. C.; MIRANDA, L. M. de & ZAMBRA, E. M. Perdas quantitativas no transporte curto de grãos de milho (*Zea Mays L.*) em função de aspectos gerais de pós-colheita no norte do estado de Mato Grosso. **Navus – Revista de Gestão e Tecnologia**, Florianópolis – SC, v.6, nº 1, p.60-71, jan.

-mar, 2016.

PÉRA, T.G. **Modelagem das perdas na agrologística de grãos no Brasil: uma aplicação de programação matemática**. 2017. 180p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

SEMPREBOM, P.A. **Perdas no transporte agrícola**. Monografia (MBA). Associação dos Diplomados da Escola Superior de Guerra e Faculdade Arthur Thomas. Londrina, 2008.

SIARMA - SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE ARMAZENAGEM – SIARMA. **Relatório de tarifas de armazenagem de 2015**. Piracicaba,SP: Esalq-Log, 2015.



V



# Protocolos para a redução de perdas na armazenagem de arroz e trigo

# PROTOCOLO TECNOLÓGICO-OPERACIONAL PARA ARMAZENAMENTO E QUALIDADE DE ARROZ PARA INDÚSTRIA<sup>1</sup>

MOACIR CARDOSO ELIAS, MAURÍCIO DE OLIVEIRA, NATHAN LEVIEN VANIER, MÁRCIA AROCHA GULARTE, JANDER LUIS FERNANDES MONCKS, RICARDO SCHERER POHNDORF, GILBERTO WAGECK AMATO

RESPECTIVAMENTE: UFPEL-LABGRÃOS; UFPEL-LABGRÃOS; UFPEL-LABGRÃOS; UFPEL-PPGCTA-CMPCTA; UFPEL- PPGCTA; UFPEL- PPGCTA-CMPCTA; UFPEL-LABGRÃOS.

(UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS)

PROTOCOLO RECEBIDO PARA PUBLICAÇÃO EM 04/05/2020

## 1 APRESENTAÇÃO

Integrante da Série “Armazenagem com Precisão” do Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS), o protocolo se destina a orientar a cadeia produtiva orizícola para redução das perdas no pós-colheita, com vistas à qualidade dos grãos para indústria e consumo. Aborda procedimentos operacionais embasados em conhecimentos oriundos de trabalhos desenvolvidos há mais de 40 anos pela equipe e por outras instituições, englobando igualmente vivência prática de professores, pesquisadores, produtores, armazenistas, operadores de indústrias e profissionais de assistência tecnológica da cadeia produtiva. Inclui também informações sobre legislação e normas do setor.

Arroz é um dos poucos grãos que não podem ser consumidos diretamente nas condições em que foram colhidos, sendo necessário passar por operações industriais. Como essas operações provocam pouca ou nenhuma desintegração física dos grãos, o processo é denominado beneficiamento industrial. Denomina-se processamento industrial quando há drástica desintegração física dos grãos, como no trigo

<sup>1</sup> Protocolo elaborado no Laboratório de pós-colheita, industrialização e qualidade de grãos (Labgrãos) do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial (DCTA) da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (Faem), da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) como parte da série “Armazenagem com precisão”, no programa de pós-graduação em ciência e tecnologia de alimentos (CMPCTA) e no polo de inovação tecnológica em alimentos de Região Sul, disponibilizado para a Conab na comemoração de seu trigésimo aniversário.

e na soja, por exemplo. Tecnologias usadas na armazenagem interferem na industrialização e na qualidade dos grãos.

Nas últimas décadas, avanços no melhoramento e no manejo agrônomico de produção do arroz têm sido intensos, com o Brasil experimentando grande expansão na produção agrícola, com destaque para a produção de grãos. O país exporta grãos predominantemente *in natura*, não havendo o mesmo ritmo na exportação de produtos industrializados, embora a industrialização de grãos no país seja crescente tanto em quantidade quanto em nível tecnológico, como acontece com o arroz em que, na exportação, predomina o industrializado. A cadeia produtiva deve estar atenta tanto às exigências do mercado interno como do exterior.

O armazenamento é o elo entre a produção e a industrialização e/ou a comercialização. Por isso, ele pode ocorrer no próprio local de produção, em cerealistas ou nas agroindústrias. Quando os grãos chegam na unidade armazenadora vindos diretamente da lavoura, ela deve estar preparada para realizar as operações de pré-limpeza, secagem e limpeza antes de os grãos serem colocados nos silos ou nos armazéns e aplicar o manejo tecnológico da conservação. Quando os grãos procedem de outra unidade, as operações de pré-armazenamento são bastante simplificadas, ou seja, os grãos ingressam na unidade com graus de limpeza e umidade adequados.

Em consequência dessa diversidade de situações, o protocolo foi estruturado com orientações tecnológicas que possibilitem aplicações por produtores, armazeneiros e agroindústrias a partir das condições em que os grãos foram colhidos ou com secagem e limpeza já realizadas.

## 2 OPERAÇÕES

### 2.1 COLHEITA

A colheita deve ocorrer quando os grãos atingem a maturação de campo, a qual, na maioria dos genótipos (cultivares ou híbridos), ocorre entre 30 e 35 dias após a floração plena e com umidade entre 18 e 24%, um pouco abaixo da maturação fisiológica. Se for antecipada, alguns grãos podem não ter completado seu desenvolvimento fenológico, ocorrendo grande incidência de grãos gessados e aumento



de quebrados na secagem e/ou na industrialização. Se os grãos permanecerem na lavoura após a maturação de campo, aumentam alguns defeitos e o potencial de quebrados, especialmente em condições de temperatura e umidade elevadas.

Quando os grãos estiverem prontos para serem colhidos, a colheita deve ser realizada, sem antecipação e nem retardamento. A determinação do momento de colheita deve considerar a fenologia de cada genótipo, em cada região e em cada sistema de cultivo, devendo haver monitoramento com aparelhos apropriados e devidamente calibrados. Em sistemas de cultivo com irrigação típico de terras altas ou por inundação típica de pequenas lavouras, a redução da umidade dos grãos após a maturação fisiológica é mais rápida do que nos sistemas que utilizam irrigação por lâmina d'água, assim como é mais rápida em climas quentes do que em climas mais frios.

Máquinas e equipamentos devem passar por manutenção permanente e serem corretamente regulados, evitando-se colheita nas horas do dia em que houver orvalho, para obtenção de melhores rendimentos operacionais e de menores perdas de grãos na colheita. Treinamento do pessoal de operação e observância das normas de segurança são igualmente importantes.

Na colheita de cultivares ou híbridos diferentes, principalmente quando têm faixas de rendimentos de inteiros e incidência de defeitos diferentes, é importante que os grãos não sejam misturados para que não haja prejuízos no beneficiamento industrial e na qualidade do arroz beneficiado. O mesmo ocorre pela desuniformidade de maturação entre o arroz de marachas ou taipas em relação aos grãos de quadros ou quarteirões, que devem ser colhidos separadamente.

## 2.2 TRANSPORTE

Grãos recém-colhidos não devem permanecer em exposição prolongada ao sol, assim como não devem ser mantidos por longos períodos abafados sob a lona de caminhão ou outro transportador, antes de serem submetidos à pré-limpeza e à secagem, ou ao silo de espera aerado ou preferentemente refrigerado. Também devem ser evitados longos tempos de espera para o transporte dos grãos recém-colhidos até a unidade de secagem.

Deve ser feita adequada limpeza dos transportadores, para que resíduos de uma carga não sirvam como fontes de inóculos para outra, devendo ser periodi-

camente inspecionados os transportadores e as cargas, para serem evitadas ou minimizadas contaminações e perdas de grãos por vazamento ou derramamento durante o transporte.

Em dias quentes e/ou longo tempo de transporte, deve haver controle da temperatura dos grãos e, se possível, ser realizada movimentação e/ou ventilação deles se houver aquecimento.

### 2.3 RECEPÇÃO

Grãos que tenham sofrido aquecimento ou recebido chuva durante o transporte devem ser os primeiros a serem analisados e, se necessário, submetidos a pré-limpeza e/ou secagem parcial ou plena, com a maior brevidade possível, ou à aeração enquanto esperam.

O arroz pode chegar na unidade armazenadora ou na indústria com teores elevados de umidade, impurezas e/ou matérias estranhas (tecnicamente úmido e sujo), ou com os valores adequados ao armazenamento e à industrialização. Neste segundo caso, pode ir diretamente da moega de recepção para o silo. Na primeira situação, deve antes ser submetido à pré-limpeza, à secagem e à limpeza. Cada operação tem características próprias e, nesta etapa, o objetivo é preparar o arroz para o armazenamento ou para a industrialização.

Em se tratando de grãos oriundos de terceiros, a primeira operação a ser realizada na chegada do caminhão (ou outro transportador) na cerealista ou na indústria é a verificação documental da carga para se assegurar da procedência e de cumprimento das normativas estabelecidas em legislação. Só após constatar licitude e conformidades é que deve ser procedida a coleta de amostras para análises e ações posteriores.

A amostragem e as posteriores análises devem ser realizadas de acordo com a metodologia oficial<sup>1</sup> do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). As amostras, representativas da carga, devem ser coletadas e analisadas antes que o material seja descarregado na moega. As análises servem de base para a classificação, a valoração e para segregação dos grãos no armazenamento e na industrialização.

<sup>1</sup> BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 06/2009 com alterações pela Instrução Normativa 02/2012. Regulamento Técnico do Arroz. Brasil, 2012.

Anotações de interesses comercial e fiscal também devem ser efetuadas nesta etapa. Quanto mais informações sobre o histórico da carga puderem ser anotadas sobre a carga, mais recursos terá o profissional da conservação e/ou da industrialização nas tomadas de decisões técnicas. A legislação permite que os compradores descontem dos vendedores o que exceder de umidade e de impurezas e/ou matérias estranhas. Com os resultados das análises, é possível que sejam manejadas as cargas de modo a serem secas primeiramente as mais úmidas.

Para efeitos de valoração comercial, os grãos podem ser enquadrados em tipo, de acordo com as normas oficiais de classificação estabelecidas pelo MAPA. Qualquer que seja o grupo e o subgrupo a que pertença, o arroz é classificado num dos cinco tipos, expressos por números de 1 (um) a 5 (cinco), e definidos pelos percentuais de defeitos graves e de defeitos gerais agregados. O tipo 1 é o que apresenta menores percentuais de grãos com defeitos, conforme os parâmetros expressos na Tabela 1.

**Tabela 1- ANEXO II da IN MAPA 06/2009 com alterações pela IN 02/2012 Arroz em Casca Natural**

TIPO	ARDIDOS	PICADOS OU MANCHADOS	GESSADOS E VERDES	RAJADOS	AMARELOS
1	0,15	1,75	2,00	1,00	0,50
2	0,30	3,00	4,00	1,50	1,00
3	0,50	4,50	6,00	2,00	2,00
4	1,00	6,00	8,00	3,00	3,00
5	1,50	8,00	10,00	4,00	5,00

*Nota: limites máximos de tolerância expressos em percentagem  
Fonte: BRASIL (2009)*

A identificação da variedade ou do híbrido é fundamental, pois as dimensões dos grãos (comprimento, largura e espessura) são características genéticas, e essa é a principal razão para que não sejam misturados grãos de genótipos diferentes, sob pena de haver dificuldades para regular descascadores, brunidores e polidores, com aumentos de quebras dos grãos ou mesmo excesso de arroz que não descasca, também denominado “marinheiro”. A mistura de genótipos também pode ocasionar problemas nas operações de parboilização, pois as condições adequadas para as operações hidrotérmicas variam de um genótipo para outro.

As principais análises a serem realizadas são umidade, impurezas e materiais

estranhos, renda e rendimento de inteiros de acordo com a metodologia oficial estabelecida no Regulamento Técnico do Arroz expedido pelo MAPA. Podem ser complementadas por outras como características relacionadas com a identificação de sua qualidade e tipificação, dentre elas incidência de defeitos, aparência e presença de pragas ou de odores atípicos.

Havendo conformidade nos resultados das análises, o arroz pode ser submetido à pesagem, normalmente realizada em balança aferida pelo INMETRO, de plataforma rodoviária do tipo pesa-caminhões, com carga na entrada e vazio na saída, obtendo-se seu valor por diferença. Após a pesagem, os grãos são descarregados nas moegas, se possível dotadas de captação de pó e com segregação. Muitas empresas usam como critério o grau de umidade para segregar, mas é recomendável que seja por qualidade (faixas percentuais de inteiros e de defeitos). Umidade é o único parâmetro que pode ser corrigido posteriormente pela secagem.

Grãos procedentes diretamente da colheita, após pouco tempo na moega devem passar pela pré-limpeza antes da colocação no regulador de fluxo ou silo-pulmão, de preferência com aeração ou resfriamento enquanto esperam a secagem, pois esse tempo de espera é crítico para a formação de defeitos como grãos amarelos e outros de origem metabólica, que se manifestam durante o armazenamento. Os grãos não devem permanecer úmidos na moega e nem ficar sem aeração por período superior a 12 horas.

Os grãos de cada genótipo devem ser mantidos separadamente e, sempre que possível, aerados logo após a recepção e mantidos de preferência em temperaturas não superiores a 18°C enquanto esperam para secar. A secagem deve ser iniciada no menor tempo decorrido desde a colheita, preferentemente em até 12 ou, no máximo, até 24 horas após.

#### **2.4 PRÉ-LIMPEZA**

Esta operação, realizada em equipamentos dotados de peneiras e ventiladores, tem por objetivo preparar o arroz para a secagem, retirando impurezas e/ou matérias estranhas muito diferentes dos grãos e que poderiam prejudicar a rapidez, a homogeneidade e a segurança da secagem. A pré-limpeza é menos seletiva do que a limpeza e pode ser realizada tanto em máquina de pré-limpeza como de limpeza, desde que ajustada para tal. Da mesma forma, a limpeza pode também ser efetua-

da em máquina de pré-limpeza, com adaptações.

Deve ser feita uma escolha criteriosa do jogo de peneiras de acordo com a classe de arroz (curto, longo ou longo-fino) e as matérias estranhas mais frequentes na região, ajustando-se na máquina os fluxos de ar e de grãos para cada genótipo, com inspeções periódicas do equipamento para serem analisadas tanto a presença de grãos nas impurezas descartadas quanto de excesso de impurezas junto a grãos, verificando-se a eficácia e a eficiência da operação.

Para grãos armazenados na unidade de produção, a pré-limpeza pode ser menos seletiva. Para previsão de comercialização em curto prazo, a pré-limpeza pode deixar 3 a 4% de impurezas e matérias estranhas. Imediatamente após a secagem e o armazenamento, deve ser efetuada a operação de limpeza para redução dos teores de impurezas e de matérias estranhas quando da expedição. Para armazenamento por longo tempo, não deve superar 1%.

Para ser realizada limpeza (mais seletiva) numa máquina de pré-limpeza, deve ser aumentado o fluxo de ar, substituído o jogo de peneiras e reduzido o fluxo de grãos para 1/3 a 1/4 em relação ao que é usado na pré-limpeza. Ambas são embasadas nos mesmos princípios: a separação pela velocidade final dos materiais, determinada pelo peso e pela relação superfície/volume, feita pela corrente de ar, enquanto a separação por dimensões e formato ocorre pelas perfurações das peneiras, que são dotadas de movimentos vibratórios e oscilatórios.

No mesmo jogo de peneiras, a superior tem perfurações muito maiores do que os grãos, enquanto as da inferior são muito menores. Máquinas típicas de limpeza têm jogos de peneiras em série, enquanto nas de pré-limpeza são paralelas, possibilitando fluxo duplo.

Na pré-limpeza, os teores de impurezas e/ou matérias estranhas são reduzidos a valores não superiores a 4 ou 5%, enquanto na limpeza comercial o valor máximo admitido pela norma do MAPA é de 2%. Embora permitido legalmente para comercialização, 2% é um valor elevado para uma boa conservação no armazenamento, e muitas cerealistas e indústrias descontam totalmente os percentuais de impurezas quando da aquisição do arroz em casca.

Para o cálculo do fator teórico da perda de peso de material removido nas operações de pré-limpeza ou de limpeza, é possível ser utilizada a Equação 1:

$$Q.i.r. (\%) = Q.i.p. - \left( \frac{100 - I.i.}{100 - I.f.} \right) \times Q.i.p.$$

Equação 1

*Onde:*

Q.i.r. = quantidade de impurezas/matérias estranhas a serem removidas;

Q.i.p. = quantidade inicial do produto ou peso do produto sem limpeza;

I.i. = percentagem de impurezas do produto, antes da limpeza;

I.f. = percentagem de impurezas do produto, após a limpeza.

A variação de peso de produto na operação de limpeza não é representada apenas pela diferença proporcional entre o produto antes da operação e após essa (perda teórica, calculada pela Equação 1). Em geral, pode ser admitida como aceitável uma variação de peso nas operações de pré-limpeza ou de limpeza na ordem de 1,8 a 3,0 vezes o fator teórico.

## 2.5 SECAGEM

Ainda que alguns produtores acreditem que grãos de arroz devam ser colhidos quase secos para sofrerem poucos descontos pela umidade nas indústrias, isso é um equívoco. Deixar os grãos na lavoura após a maturação de campo é expô-los a intempéries e ataques de pragas que provocam reduções de qualidade. O retardamento da colheita é grave no arroz, que é suscetível à formação de fissuras por variações de temperatura e umidade, aumentando os grãos quebrados na secagem e no beneficiamento industrial, diminuindo seu valor comercial. A orientação é: amadureceu? colha; colheu? pré-limpe e seque; secou? limpe e armazene; armazenou? Aplique o manejo tecnológico para conservação.

Chegando sujo e úmido na indústria, o arroz deve ser submetido à secagem após passagem pela pré-limpeza. Os métodos podem ser clássicos como o estacionário, o intermitente, por seca-aeração ou eventualmente o contínuo, mas podem ser por sistemas sequencial, escalonado ou outro adaptado.

Respeitando-se os parâmetros técnicos e operacionais, a secagem pode ser realizada nos sistemas, processos e/ou métodos que utilizem ar não aquecido (também denominados métodos de secagem com ar natural ou com ar ambiente) ou naqueles que utilizam ar aquecido (também denominados métodos de secagem artificial, forçada ou com ar quente).

Embora seja utilizada em algumas propriedades rurais e praticamente não cause danos mecânicos ou térmicos, se corretamente operada, e exija menores investimentos, a secagem estacionária em silos secadores quase não é usada nas indústrias de arroz, principalmente por não apresentar rapidez suficiente que atenda o fluxo operacional. É frequente em lavouras da Planície Costeira Externa do Rio Grande do Sul, em pequenas propriedades noutras regiões e naquelas onde é baixa a umidade do ar na época da colheita.

A maioria das indústrias utiliza secagem intermitente, que apresenta boa uniformidade, é rápida e, se bem operada, pode não causar danos nem choques térmicos, ainda que provoque danos mecânicos. Quando for para industrializar por parboilização, pode ser utilizada secagem contínua para a parte do arroz que fica armazenada por pouco tempo. A secagem contínua é mais rápida e produz menos danos mecânicos do que no método intermitente, mas produz mais choques e danos térmicos. Grãos de arroz são mais sensíveis a danos por choques e a danos térmicos do que a danos mecânicos, por serem secados e armazenados em casca.

A secagem intermitente não precisa necessariamente ser realizada em secadores intermitentes, que têm uma câmara de secagem, com ar aquecido, e uma de equalização, que não recebe ar, onde predomina difusão da água para a periferia. Secador contínuo, que possui uma câmara de secagem, com ar aquecido, seguida de uma de arrefecimento ou resfriamento, com ar ambiente, não aquecido, com capacidade de secar e resfriar os grãos numa só passagem, não é recomendado para arroz em sua forma clássica. Pode ser usado se houver adaptação de forma que os grãos aquecidos não entrem em contato com ar ambiente forçado.

Os secadores de colunas podem ser utilizados para secagem contínua, seca-aeração, secagem sequencial, secagem escalonada e para secagem intermitente, mediante adaptação operacional. Para secagem contínua, na câmara superior deve ser usado ar aquecido e ar ambiente na inferior. Com uma só passagem pelo secador, em fluxos ininterruptos e simultâneos, os grãos entram úmidos na câmara superior e saem secos e resfriados da inferior. É o mais rápido dentre os métodos, mas pode provocar danos e choques térmicos. Por isso, para arroz, que é muito sensível, a secagem contínua só deve ser usada em grãos destinados à parboilização e mesmo assim somente na parte que ficar armazenada por pouco tempo.

Para seca-aeração, em cada conjunto deve ser usado secador convencional,

de colunas, seguido de silo-secador. No secador de coluna, é usado ar aquecido nas duas câmaras e os grãos saem quentes e parcialmente secos diretamente para um silo-secador por um período de repouso de 6 a 10 horas, antes da insuflação do ar ambiente, em fluxo de 1 a  $2\text{m}^3.\text{t}^{-1}.\text{min}^{-1}$ . O fluxo de movimentação dos grãos e a temperatura do ar devem ser ajustados para que saiam do secador com umidade entre 15 e 16%, antes da remoção para o período de repouso no silo-secador. No processo de seca-aeração,  $80^{\circ}\text{C}$  é a temperatura máxima do ar nas câmaras do secador convencional e  $39^{\circ}\text{C}$  é a temperatura máxima com que os grãos devem sair do secador para o repouso no silo-secador antes da etapa estacionária final da secagem.

Para a secagem sequencial são usados dois secadores em cada conjunto para os grãos passarem em sequência. Em ambos deve ser usado ar aquecido nas duas câmaras, passando os grãos ininterruptamente pelo primeiro secador e sem retorno, saindo aquecidos e parcialmente secos para o segundo. No primeiro secador da série, o ar aquecido deve ter temperatura mais branda na câmara superior e maior na câmara inferior, ocorrendo o manejo térmico inverso no segundo. As temperaturas do ar e dos grãos devem ser bem ajustadas e os controles rigorosos. Na saída de cada secador, a temperatura dos grãos não deve ser superior a  $39^{\circ}\text{C}$ . Para a primeira aeração no silo de armazenamento, o ar não deve ter menos de  $13^{\circ}\text{C}$  do que os grãos.

Para se utilizar como secagem intermitente, deve ser fechada a entrada de ar na câmara superior e o ar aquecido ser usado só na inferior. O sistema de descarga do secador deve ser fechado enquanto os grãos são carregados e aberto depois de cheio para haver recirculação dos grãos até que seja completada a secagem e ocorra a descarga dos grãos. Nesse processo, a câmara superior, sem ingresso de ar, funciona como câmara de equalização, enquanto a inferior, que recebe ar aquecido, funciona como câmara de secagem. Essa forma melhora a uniformidade da secagem e permite menores danos e choques térmicos. Acabada a safra do arroz, basta colocar ar aquecido na câmara superior e ar ambiente na câmara inferior para, em fluxo contínuo, secar soja, milho, sorgo, trigo ou grão de outra espécie no mesmo secador.

Na secagem escalonada pode ser usado secador intermitente ou secador de coluna com duas câmaras. Há uma passagem dos grãos no secador com uma secagem parcial até 16 a 15%, transferência para um silo aerado, preferentemente resfriado, e manutenção dos grãos sob aeração se com ar ambiente, ou resfriado, até que acabe a colheita. Depois os grãos devem retornar para a secagem definitiva.



Isso permite aumentar a capacidade de recepção sem aumentos significativos na estrutura de secagem, exigindo aumento de moegas e pré-limpeza, porque consome quase a metade do tempo em comparação com a secagem até 12%.

Outro manejo tecnológico consiste em pré-limpar os grãos, secar parcialmente até 16 ou 15%, insuflar ar com menos do que 16°C, umidade relativa controlada e armazenar até sua comercialização ou industrialização. Se o armazenamento for por pouco tempo e bem controlado, na própria indústria de parboilização, não há necessidade de complementar a secagem. Se for para arroz branco, a secagem deve ser complementada até 12% antes do beneficiamento industrial, qualquer que seja o tempo de armazenamento.

Se utilizada queima de combustíveis sólidos (lenhas, cavacos, cascas, restos de cultura) para aquecimento do ar de secagem, é recomendável que se evite o contato direto do ar da fomalha com os grãos e devem ser realizados controles térmicos da operação, pois combustíveis sólidos produzem maior desuniformidade no aquecimento do ar. Ultimamente tem aumentado a exigência do mercado externo nos limites de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) nos grãos, decorrentes do aquecimento do ar diretamente na chama.

Indústrias de grande porte, especialmente as parboilizadoras, têm adotado a utilização de caldeiras à base de casca de arroz, para produção de vapor d'água, que servem para o aquecimento do ar de secagem em trocadores de calor, aletados, denominados radiadores. O Selo de Qualidade da Associação Brasileira das Indústrias de Arroz Parboilizado (SELO ABIAP), por exemplo, exige aquecimento indireto do ar de secagem na industrialização. Se o ar for aquecido com queima de gás liquefeito de petróleo (GLP) ou outro combustível fluido, a operação deve ser monitorada por sistemas automatizados de controle da temperatura e/ou da umidade relativa do ar, para melhor potencial de eficiência técnica e economicidade.

Na secagem estacionária, em silo-secador, comum em algumas propriedades rurais no litoral norte gaúcho e em outras regiões onde o arroz é produzido em propriedades pequenas, para se reduzir a desuniformidade, é preferível monitorar o condicionamento do ar por controle de umidade relativa, que é mais eficiente do que por controle de temperatura. Se for utilizado ar não aquecido, o fluxo de ar deve ser maior do que o usado em silos-secadores que usam ar aquecido, para se evitar que a lentidão possibilite início de processos de deterioração dos grãos du-

rante a própria operação. Nesse sistema de secagem, o fluxo mínimo de ar deve ser de  $2\text{m}^3.\text{t}^{-1}.\text{min}^{-1}$  e o máximo de  $10\text{m}^3.\text{t}^{-1}.\text{min}^{-1}$  (metros cúbicos de ar por tonelada de grãos por minuto), definido pelo engenheiro responsável, que considera a estrutura operacional instalada, as condições psicrométricas do ar e a espessura da camada de grãos.

Utilizando-se ar aquecido, danos e choques térmicos devem ser evitados para não comprometerem a integridade física dos grãos. Não se deve encher o silo para depois secar. É recomendável secar em camadas, que não devem ultrapassar 1,60 metro de espessura em silo-secador de fluxo axial, para não prolongar excessivamente a operação e reduzir a desuniformidade na secagem. Após a secagem de cada camada, essa pode ser removida para o silo de armazenamento definitivo ou ser sobreposta por outra de grãos úmidos em processo sequencial ao das camadas já secas e àquelas que ainda se encontram em secagem. A temperatura do ar deve ser reduzida com o aumento do número de camadas, respeitando-se a umidade de equilíbrio entre grãos e ar, o que é feito pelo adequado uso da psicrometria.

A temperatura do ar nos silos-secadores não deve ultrapassar  $45^{\circ}\text{C}$  na secagem estacionária. A temperatura dos grãos não deve ultrapassar  $38^{\circ}\text{C}$  para se evitarem (ou pelo menos atenuar) os danos térmicos que podem provocar quebras de grãos na industrialização. Danos térmicos e danos mecânicos na secagem predis põem os grãos à ocorrência de danos metabólicos durante o armazenamento, aumentando a incidência de defeitos e reduzindo sua conservabilidade e seu valor comercial pela redução da integridade física dos grãos. O fenômeno muitas vezes começa por fissuras, que evoluem para trincamento, chegando até a quebra. Trincamentos e quebras favorecem as atividades metabólicas, fator de deterioração.

Para o cálculo do fator teórico da perda de peso, em água evaporada, na operação de secagem, é possível ser utilizada a Equação 2:

$$Q.a.r. (\%) = Q.i.p. \cdot \left( \frac{100 - U.i.}{100 - U.f.} \right) \times Q.i.p. \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

Q.a.r. = quantidade de água a ser removida;  
 Q.i.p. = Quantidade de produto úmido ou peso do produto, antes de secagem;  
 U.i. = percentagem de umidade do produto, antes da secagem;  
 U.f. = percentagem de umidade do produto, após a secagem.

A variação ou perda de peso na secagem inclui a perda teórica de evaporação calculada na Equação 2 e mais as perdas operacionais, típicas de cada processo e de cada manejo tecnológico. Por isso, a legislação permite que cada empresa tenha o seu parâmetro de desconto, desde que conste dos contratos com os fornecedores e seja garantida a visibilidade.

## 2.6 LIMPEZA

Depois da secagem e antes do armazenamento, os grãos devem ser submetidos à operação de limpeza. A pré-limpeza se destina a preparar os grãos para a secagem, enquanto a limpeza dos grãos já secos visa prepará-los para a armazenagem, a comercialização, a industrialização ou o consumo. Na pré-limpeza, a característica mais importante é a velocidade operacional, porém, na limpeza, a seletividade é a característica que mais importa.

À semelhança do que é recomendável na operação de pré-limpeza, também na limpeza é necessária escolha criteriosa do jogo de peneiras, com ajustes para cada genótipo dos fluxos de ar e de grãos. Devem ser feitas inspeções periódicas no equipamento e análise para serem verificadas a presença de grãos nas impurezas descartadas ou o excesso de impurezas junto aos grãos selecionadas, verificando-se a eficácia e a eficiência da operação.

Para grãos armazenados por períodos longos, a limpeza deve ser mais seletiva, resultando em teores de impurezas e matérias estranhas não superiores a 1%. Se a previsão da comercialização for para curto prazo, a limpeza até valores de comercialização pode ser realizada quando da expedição. Se usado resfriamento dos grãos em armazenamento com secagem parcial, deve ser muito mais exigente a limpeza, não devendo superar 1% de impurezas e matérias estranhas.

Na secagem, algumas partículas aderidas aos grãos quando úmidos acabam se soltando e deve ser feita sua remoção para que não sejam dificultadas as posteriores operações de aeração. Ocorre também de alguns grãos terem a casca removida, ainda que parcialmente, durante a colheita, principalmente por inadequações na regulagem e/ou na velocidade da máquina colhedora. Essa é também uma razão para se exigir cuidado especial na regulagem dos fluxos de ar na operação de limpeza a fim de serem retiradas estas partículas e cascas soltas, deixando no mínimo possível. Além de dificultar a aeração, as cascas apresentam elevado poder de ad-

sorção de gás na operação de expurgo.

Outro fator importante diz respeito a um fato vinculado à operação, pois alguns grãos acabam descascando durante a operação. A presença desses grãos descascados junto aos grãos em casca cria dificuldades para a aeração e para a conservabilidade, por favorecer alterações metabólicas, microbianas e o ataque de insetos. Quanto maiores forem os percentuais de grãos não descascados presentes na massa de grãos e os percentuais de cascas não removidas, maiores serão as alterações na avaliação do peso volumétrico e na pressão do ar na aeração.

## 2.7 ARMAZENAMENTO

Diferentemente de outros, os grãos de arroz costumam ser armazenados pré-limpos, secos e sem expurgo prévio. Essa concepção, no entanto, é no mínimo discutível, pois a operação de limpeza (item 2.6) tem também outras finalidades e não é rara a presença de pragas de infestação cruzada, que atacam os grãos na lavoura e continuam a atacar durante o armazenamento. É recomendável, depois da secagem, que sejam realizadas a operação de limpeza e análises para se verificar se há pragas e, se detectadas, que se faça expurgo quando do armazenamento.

Silos dotados de sistema de termometria para controle de temperatura dos grãos e de sistema de aeração forçada favorecem a conservação. Quando da operação de carga do silo, é recomendável que esta seja interrompida ao ser atingido entre um terço e a metade da altura, fazendo intrasilagem parcial, com remoção dos grãos do fundo do silo e a recolocação sobre a própria carga, até se uniformizar a distribuição dos grãos que quebraram com o impacto direto no piso. Isso, além de desconcentrar do fundo do silo os grãos quebrados, auxilia a descompactação, o que favorece a aeração e auxilia na conservabilidade.

Atender a elevada cadência de chegada de grãos nas unidades armazenadoras ou nas plantas industriais durante a colheita é o maior desafio do segmento de pós-colheita. Algumas alternativas podem diminuir as dificuldades, como secagem escalonada com uso de frio como auxiliar de conservação, ou métodos especiais de secagem, conforme abordado no item 2.5.

Pelas características técnicas e operacionais envolvidas, os grãos são recebidos nas indústrias com umidade de até 23 ou 24% e essa deve ser reduzida para valores

próximos a 12% se houver interesse em conservar por longo prazo e o arroz ter bom desempenho na cocção, sendo o processo industrial de produção de grãos brancos ou de arroz integral não parboilizado. A secagem até 16% consome quase a metade do tempo em comparação com a secagem até 12%. Então, secar até 16%, transferir para os silos – desde que com sistema de ar adequado para isso – e manter os grãos aerados ou resfriados, com a secagem sendo complementada após o término do período de colheita é uma alternativa que permite reduzir os tempos de espera dos caminhões nas cerealistas e nas indústrias, sem prejuízos para a qualidade.

São dois os principais sistemas de armazenamento: em condições ambientais sem alteração do ar e com ar resfriado. Para o primeiro, é preferível que os grãos sejam armazenados já secos (umidade entre 12 e 13%), enquanto no segundo pode haver o armazenamento de grãos parcialmente secos, durante o período de colheita, havendo a secagem posterior, quando da comercialização. Os grãos podem ser armazenados com umidade mais elevada, como 15-16%, se submetidos ao resfriamento, até a conclusão do período de colheita, quando devem retornar para retificação da secagem.

Além de serem submetidos previamente à limpeza e à secagem uniformes, os grãos devem ser mantidos nos silos com as temperaturas mais baixas possíveis, por resfriamento ou por aeração com ar ambiente, para serem dissipados ou removidos a umidade e o calor acumulados. Tecnicamente, é preferível carregar o silo com grãos já secos, mas, durante a colheita, isso é difícil, podendo ser carregado com grãos parcialmente secos e complementar a secagem com aeração bem dimensionada. Nesse caso, com o ventilador ligado, pode-se colocar os grãos diretamente no silo.

Depois de o silo estar carregado, diariamente, no mesmo horário, deve ser medida a temperatura, em vários pontos. Se começar a haver aquecimento dos grãos, a aeração deve ser ligada quando o aumento se situar entre 3 e 4°C, desligando-a quando resfriarem. Se não for com resfriamento, deve ser feita aeração, transilagem ou intrassilagem a cada 30 a 60 dias, mesmo sem aquecimento, para serem eliminados focos de anaerobiose e reduzidos os efeitos da compactação.

Para armazenamento em sacaria, deve ser reduzida em 1 ponto percentual a umidade referencial de armazenamento no silo-aerado, se nas mesmas condições climáticas. Deve ser mantida boa ventilação nas pilhas, utilizados estrados de ma-

deira com altura mínima de 12 cm de modo a permitir boa circulação do ar também por baixo das pilhas. Devem ser evitadas alturas superiores a 6 metros nas paredes dos armazéns e a 4,5 metros na altura das pilhas.

Os grãos são os principais componentes do ecossistema dinâmico, em constantes transformações, cujas interações químicas, físicas e biológicas promovem alterações quantitativas e qualitativas, gerando deteriorações e outras perdas, com aumentos da temperatura. Diariamente, a temperatura deve ser monitorada por termometria. O aumento de temperatura dos grãos requer que, quando essa elevação atingir 3 a 4°C, deva ser acionada a ventilação forçada, até que a diferença seja reduzida para 1 a 2°C de maneira uniforme. O uso de exaustores eólicos para complementar a aeração reduz perdas quantitativas, a quantidade de energia necessária para aeração e o aumento de defeitos metabólicos. Transilagem e intrassilagem são outras tecnologias para se reduzir a temperatura dos grãos.

Boas condições de higiene e sanidade em silos e armazéns são fundamentais. Por isso, deve ser adotado o Manejo Integrado de Pragas dos Grãos Armazenados. Aparecendo pragas, qualquer que seja a incidência, devem ser realizados expurgos de acordo com o Receituário Agrônomo e sob orientação, supervisão e responsabilidade técnica do profissional que emitir a receita, seguindo as informações. Como são grãos destinados à alimentação humana, por exigências legais e pelos riscos de desenvolvimento de fungos micotoxigênicos a partir do ataque de insetos, no armazenamento deve ser aplicada a estes “tolerância zero”.

O controle de pragas por expurgo ou fumigação é realizado por métodos denominados herméticos, quando introduzido o inseticida, que libera aos poucos um gás letal. Esse gás, denominado fumigante, é letal para os insetos de grãos armazenados. Nos insetos adultos e nas fases jovens (larva e pupa), age através do seu sistema respiratório, enquanto na fase de ovos, a difusão de gás ocorre através da membrana ou canais respiratórios. É letal também para o homem, animais domésticos, ratos, aves e outros.

A fumigação, se bem executada, tem eficiência de 100%, matando os insetos em todas as suas fases (ovo, larva, pupa e adultos) já estabelecidas nos grãos. Esse controle feito por fumigação ou expurgo é de caráter corretivo, não preventivo, podendo ocorrer novas infestações com o passar do tempo. Deve-se então repetir o processo periodicamente ou complementá-lo com medidas preventivas e/ou cor-

retivas eficientes.

Em sistema a granel, a distribuição de fumigantes sólidos pode ocorrer na operação de carregamento, isto é, os comprimidos ou tabletes devem ser colocados em intervalos regulares sobre a correia transportadora, desde que o tempo da operação não ultrapasse 12 horas. Em silos carregados, tabletes ou comprimidos podem ser aplicados com sondas. Nas aplicações com sondas, é recomendável aplicação de dois terços do fumigante na parte superior e de um terço na inferior (entrada de ar), sendo fundamental a vedação, principalmente da parte superior da massa de grãos. Muito cuidado deve ser tomado em silos metálicos, que em geral possuem sistema de vedação precária e são mais sujeitos às variações térmicas ambientais. Em grãos ensacados, no sistema convencional, a operação de expurgo pode ser feita através de câmaras móveis (lençóis plásticos), permitindo a fumigação de cada pilha separadamente.

Armazéns graneleiros e de sacaria devem passar por limpeza antes de ser pulverizado o inseticida de ação residual nas superfícies internas e externas, incluindo-se a área de recepção, as moegas, as áreas e os equipamentos de pré-armazenamento, que devem ser rigorosamente limpas com auxílio de aspiradores. Os resíduos de elevadores, calhas, rosca-sem-fim, máquinas de limpeza, secadores e demais equipamentos devem ser eliminados. Os estrados dos armazéns de sacaria devem ser lavados e depois de secos devem ser fumigados com fosfeto e posteriormente pulverizados com inseticidas residuais.

Na entressafra, os armazéns devem ser limpos e desinfestados, com inseticidas por pulverização, polvilhamento ou nebulização, procurando atingir os locais de esconderijo dos insetos, em cantos, fendas dos trados, rachaduras de pisos e paredes, locais escuros e outros.

As características das principais formulações dos fumigantes e suas capacidades de liberação de ingrediente ativo estão apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4.

**Tabela 2 - Inseticidas (fumigantes) e suas características de utilização no expurgo de grãos armazenados a granel**

FUMIGANTES	CONCENTRAÇÃO DE I.A. (%)	TIPO DE SILO	DURAÇÃO MÍNIMA DE EXPURGO	DOSAGEM POR TONELADA DE GRÃOS
Fosfeto de alumínio (pst.)	57	qualquer	72 horas	1 a 3 pastilhas
Fosfeto de magnésio (pst.)	57	qualquer	72 horas	1 a 3 pastilhas
Fosfeto de alumínio (cpr.)	57	qualquer	72 horas	3 a 6 comprimidos
Fosfeto de magnésio (cpr.)	57	qualquer	72 horas	3 a 6 comprimidos

Legenda: (cpr.) comprimido de 0,6g  
(pst.) pastilha de 3g  
Fonte: o autor

**Tabela 3 - Peso das diferentes formulações de fumigantes e capacidade de liberação de ingrediente ativo**

FORMULAÇÕES	PESO	LIBERAÇÃO DE I.A
Pastilha/Comprimido	0,6 gramas	0,2 gramas
Pastilha	3,0 gramas	1,0 grama
Sachet	34,0 gramas	11,0 gramas
Tablete	117,0 gramas	33,0 gramas

Fonte: o autor

**Tabela 4 - Fumigantes e respectivas doses recomendadas para expurgo em grãos e derivados**

NOME COMERCIAL	INGREDIENTE ATIVO	DOSE G PRODUTO.M <sup>3</sup> *	INTERVALO DE SEGURANÇA	CLASSE TOXICOLÓGICA
Fertox	Fosfeto de alumínio	6 g/m <sup>3</sup>	4 dias	I
Fumitoxin	Fosfeto de alumínio	6 g/m <sup>3</sup>	4 dias	I
Fumitoxin-B	Fosfeto de alumínio	6 g/m <sup>3</sup>	4 dias	I
Fumi-Cel	Fosfeto de magnésio	1 tab/16,5m <sup>3</sup>	4 dias	I
Gastoxin	Fosfeto de alumínio	6 g/m <sup>3</sup>	4 dias	I
Gastoxin B57	Fosfeto de alumínio	6 g/m <sup>3</sup>	4 dias	I
Gastoxin S	Fosfeto de alumínio	6 g/m <sup>3</sup>	4 dias	I
Magtoxin	Fosfeto de magnésio	2 a 20 g/m <sup>3</sup>	4 dias	I
Phostec	Fosfeto de alumínio	6 g/m <sup>3</sup>	4 dias	I
Phostoxin	Fosfeto de alumínio	6 g/m <sup>3</sup>	4 dias	I

Nota: (\*) A dose pode variar. Alguns fabricantes recomendam pastilhas de 3,0 g para umidade e temperaturas menores. A dose apresentada por tonelada de grãos em algumas bulas permite perceber que, comparado a outros grãos, a dose no arroz é um pouco maior. Estudos apontam que isso se deve ao fenômeno de absorção na casca  
Fonte: o autor

A fosfina é um gás inodoro, por isso há o etileno “carbureto” (gás de alerta) cujo odor serve para alertar as pessoas que trabalham com este produto ou que se encontrem nas proximidades dos locais onde ela está sendo usada.

O controle das pragas pode ser complementado com inseticidas não fumigantes. Esses produtos são utilizados nas formulações em pó ou líquido e são aplicados



de diferentes maneiras. Na pulverização residual, o inseticida deve ser pulverizado internamente em paredes, pisos, estrados e tetos dos silos, armazéns ou de outros depósitos vazios e limpos. Seu uso objetiva o extermínio de insetos abrigados em depressões, vãos e fendas. Geralmente tem efeito residual prolongado.

Deve-se realizar pulverização e/ou nebulização do ambiente de armazenamento onde são detectados insetos adultos. Isso é fundamental principalmente em armazéns onde se encontram depositados mais de uma espécie de grão. Esse processo deve ser usado como desinsetização momentos antes da entrada da nova colheita, após rigorosa limpeza do ambiente. No caso específico da termonebulização, para sua maior eficácia, é recomendável a aplicação ao anoitecer e deve-se considerar que, apesar de ser eficiente no controle de insetos adultos e larvas na superfície, não resulta em efeito residual.

Em qualquer que seja a técnica empregada no uso de inseticidas, devem ser tomados cuidados especiais na aplicação, tais como leitura do rótulo e atendimento às instruções recomendadas, uso de equipamentos adequados de proteção, não fumar nem comer durante a aplicação, tomar banho e vestir roupas limpas após o trabalho, além do que o aplicador não deve ficar sozinho. Os principais inseticidas não fumigantes usados no controle de pragas são citados na Tabela 5.

**Tabela 5 - Inseticidas indicados para tratamento preventivo de pragas de grãos armazenados**

NOME COMUM	NOME COMERCIAL	DOSE (I.A.)	DOSE COMERCIAL	INTERVALO DE SEGURANÇA (DIAS)	CLASSE TOXICOLÓGICA
Terra de diatomácea	Insecto 867 Pó	0,9 a 1,7 kg.t <sup>-1</sup>	1 a 2 kg.t <sup>-1</sup>	-	IV
Terra de diatomácea	Keepdry 860 Pó	0,9 a 1,7 kg.t <sup>-1</sup>	1 a 2 kg.t <sup>-1</sup>	-	IV
Deltametrina	K-Obiol 25 CE	0,35 a 0,5 ppm	14 a 20 ml.t <sup>-1</sup>	30	III
Bifentrina	ProStore 25 CE	0,40 ppm	16 ml.t <sup>-1</sup>	30	III
Bifentrina	Starion 25 CE	0,40 ppm	16 ml.t <sup>-1</sup>	30	III
Fenitrotion	Sumigran 500 CE	5-10 ppm	10 a 20 ml.t <sup>-1</sup>	14	II
Pirimifós-metil	Actellic 500 CE	4-8 ppm	8 a 16 ml.t <sup>-1</sup>	30	II

Fonte: o autor

Não menos importante é o controle de ratos, com colocação de raticidas ao redor dos silos ou dos armazéns. Todos os buracos e fendas devem ser calafetados, inclusive entre telhas e paredes. Aberturas de aeração, entrada de eletrocondutores e vãos de qualquer natureza devem ser vedados com tela metálica de malha inferior a 6 mm. Árvores próximas devem ter galhos podados para que não tenham contato

com paredes e/ou telhado. Quando possível, canais efluentes ou de limpeza devem ter tampas pesadas se em comunicação com a rede de esgoto. As pilhas de sacaria devem estar sobre estrados e afastadas das paredes e umas das outras com espaço que permita a inspeção por todos os lados. No lado externo, deve haver uma faixa de 5 a 10 metros livre de qualquer entulho ou vegetação.

Cerca de 90% das operações de controle de ratos no mundo usam raticidas anticoagulantes, devido à grande segurança de uso e à existência de um antídoto altamente confiável, a vitamina K1. Os raticidas anticoagulantes são de dose única (o roedor necessita ingerir apenas uma dose para que o efeito letal ocorra) ou dose múltipla (o roedor necessita ingerir várias doses para que o efeito letal ocorra).

Nos raticidas anticoagulantes de dose única (Tabela 6), a morte acontece em 3 a 5 dias, embora possa ocorrer até 14 dias após. Na prática, são recomendadas, no mínimo, duas aplicações com intervalos de 8 dias.

**Tabela 6 - Alguns dos principais raticidas anticoagulantes utilizados para controle de roedores em armazéns e depósitos**

NOME TÉCNICO	NOME COMERCIAL	FABRICANTE	Nº DE DOSES	DL 50 MG/KG	CONCENTRAÇÃO
Brodifacoum	Klerat	Zeneca	Única	0,30	0,005
Bromadiolone	Contrac	Aventis	Única	1,12	0,005
Bromadiolone	Maki/outros	Novartis/outros	Única	1,12	0,005
Cumaclo-ro	Tomorin	Novartis	Múltipla	33,00	Pó: 1,00 - Isca: 0,05
Cumatetralil	Racumin	Bayer	Múltipla	16,50	Pó: 0,75 - Isca: 0,05
Difenacoum	Ridak	Zeneca	Transição	1,80	0,005
Difethialone	Rodilon	Bayer	Única	0,56	0,0025
Floucumafen	Storm	Cyanamid	Única	0,25	0,005

Fonte: o autor

Além dos citados na Tabela 5, existem outros produtos para o controle de insetos em grãos armazenados, como também é possível a utilização de mistura de dois ou mais produtos, observadas as especificações e recomendações técnicas de cada um. Analogamente, ocorre com os raticidas citados na Tabela 6. As listagens apresentadas nas Tabela 5 e 6 podem ser alteradas, por novo(s) registro(s) e/ou por inexistência de renovação de registro(s) vencido(s) de produto(s), durante o período de vigência da presente recomendação.

# PROTOCOLO TECNOLÓGICO-OPERACIONAL PARA ARMAZENAMENTO E QUALIDADE DE TRIGO PARA INDÚSTRIA<sup>1</sup>

MOACIR CARDOSO ELIAS, MAURÍCIO DE OLIVEIRA, NATHAN LEVIEN VANIER, MÁRCIA AROCHA GULARTE, JANDER LUIS FERNANDES MONCKS, RICARDO SCHERER POHNDORF, GILBERTO WAGECK AMATO

RESPECTIVAMENTE: UFPEL-LABGRÃOS; UFPEL-LABGRÃOS; UFPEL-LABGRÃOS; UFPEL-PPGCTA-CMPCTA; UFPEL-PPGCTA; UFPEL-PPGCTA-CMPCTA; UFPEL-LABGRÃOS.

(UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS).

PROTOCOLO RECEBIDO PARA PUBLICAÇÃO EM 29/04/2020

## 1 APRESENTAÇÃO

O protocolo integra a Série “Armazenagem com Precisão” do Laboratório de Pós-Colheita, Industrialização e Qualidade de Grãos (LABGRÃOS), que se destina a qualificar a cadeia produtiva tritícola para redução das perdas na pós-colheita, com vistas à qualidade dos grãos e derivados. Abrange um conjunto de procedimentos operacionais embasados em conhecimentos oriundos de trabalhos desenvolvidos pela própria equipe e de outras instituições. Engloba vivência prática de professores, pesquisadores, produtores, armazenistas, operadores de indústrias e profissionais de assistência tecnológica da cadeia produtiva. Inclui também informações sobre legislação e normas do setor.

O trigo, uma poaceae do gênero *Triticum*, possui diversas espécies. *Triticum aestivum* L., conhecido como trigo comum, tem uso em panificação, produção de bolos, biscoitos e produtos de confeitaria. *Triticum durum* L. tem maior uso no preparo de massas. Em suas principais formas de consumo como alimento para humanos, o trigo deve ser submetido a operações industriais, sendo raro o consumo *in natura*.

<sup>1</sup> Protocolo elaborado no Laboratório de pós-colheita, industrialização e qualidade de grãos (Labgrãos) do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial (DCTA) da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (Faem), da Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) como parte da série “Armazenagem com precisão”, no programa de pós-graduação em ciência e tecnologia de alimentos (CMPCTA) e no polo de inovação tecnológica em alimentos de Região Sul, disponibilizado para a Conab na comemoração de seu trigésimo aniversário.

Assim como ocorre com grãos de outras espécies, como a soja, ao ser industrializado, o trigo passa por operações que promovem drástica desintegração física dos grãos e a isso se denomina processamento industrial. Diferentemente, em arroz e feijão, em que há pouca ou nenhuma desintegração física dos grãos, o processo é denominado beneficiamento industrial. Esses fatos interferem nas tecnologias de armazenamento, de industrialização e de avaliação de qualidade dos grãos.

Nas últimas décadas, avanços no melhoramento genético e no manejo agrônomico de produção do trigo têm sido intensos, com desenvolvimento de cultivares com qualidades tecnológicas por atributos específicos, havendo cerca de duzentos genótipos no Registro Nacional de Cultivares para diversas utilizações, como trigo forrageiro, para alimentação animal, de duplo propósito para alimentação animal e farinhas específicas para a produção de pães, bolos, biscoitos, bolachas, massa fresca e massa seca, por exemplo. Essas características precisam ser preservadas no armazenamento e para seu aproveitamento na industrialização.

O Brasil produz cerca de metade do trigo que consome, importando a parte que falta. As indústrias recebem trigo nacional e/ou trigo importado. O nacional chega na indústria nas condições em que foi colhido ou procede de armazenistas, aí com limpeza e umidade adequadas, tal como ocorre com o importado. Assim, este protocolo está estruturado com orientações tecnológicas que possibilitem aplicações por produtores, armazenistas e indústrias nas duas situações, a partir da colheita e do transporte até a unidade armazenadora, que pode estar localizada na propriedade em que foi produzido, numa cerealista ou na própria indústria.

## 2 OPERAÇÕES

### 2.1 COLHEITA

A colheita dos grãos deve ocorrer em umidade próxima a 20%, dependendo do genótipo (cultivar ou híbrido), não devendo os grãos permanecerem na lavoura por muito tempo após a maturação, embora muitos produtores imaginem que colhendo com umidade menor tenham vantagem por sofrerem menores descontos nas cerealistas ou nas indústrias. Essa prática é equivocada porque após a maturação de campo começam a ocorrer danos qualitativos e quantitativos que os tricultores geralmente nem percebem.

Quando os grãos estiverem prontos para serem colhidos, devem ser colhidos, não devendo haver antecipação e nem retardamento da colheita. O monitoramento para determinação do ponto de colheita em seu momento adequado traz bons resultados com o uso de determinadores de umidade apropriados e devidamente calibrados.

Máquinas e equipamentos devem estar corretamente regulados, evitando-se colher nas horas do dia em que houver orvalho, para obtenção de melhores rendimentos operacionais e de menores danificações físicas aos grãos. A manutenção das máquinas, equipamentos e instrumentais devidamente calibrados também é fundamental, assim como é importantíssimo o correto treinamento do pessoal de operação e a observância das normas de segurança.

## 2.2 TRANSPORTE

Grãos recém-colhidos não devem ser mantidos em exposição prolongada ao sol e devem ser evitados longos períodos abafados sob a lona do caminhão ou outro transportador, antes de serem submetido à pré-limpeza e à secagem, ou ao armazenamento em condições refrigeradas, se for o caso. Também devem ser evitados longos tempos de espera para o transporte dos grãos recém-colhidos para a unidade de secagem.

Deve ser feita adequada limpeza do transportador, para que resíduos de uma carga não sirvam como fonte de inóculos para outra, devendo haver inspeções periódicas do transportador e da carga, para serem evitadas ou minimizadas contaminações e perdas de grãos por vazamento ou derramamento durante o transporte.

Em condições adversas de temperatura ambiente e/ou de tempo de transporte, a temperatura dos grãos deve ser controlada e, se possível, realizada movimentação e/ou ventilação em caso de se verificar aquecimento. Se estiveram expostos a essa situação, ou tenham recebido chuva durante o transporte, devem ser os primeiros a serem analisados e conduzidos para as operações de pré-limpeza e secagem, no mínimo parcial se não for possível a secagem plena.

## 2.3 RECEPÇÃO

Em se tratando de grãos oriundos de terceiros, a verificação documental é a

primeira operação a ser realizada na chegada do caminhão (ou outro transportador) na cerealista ou na indústria, para se assegurar da procedência e do cumprimento das normativas legais. Havendo licitude e conformidades, podem ser coletadas amostras para análises e verificações.

É importante que a etapa de recepção seja realizada no menor tempo possível, principalmente se os grãos procederem diretamente da lavoura, nas condições de colheita, tecnicamente denominados sujos e úmidos, pois só devem ser descarregados na moega após a aprovação nas análises. Não devem permanecer úmidos na moega, sem aeração, por período superior a 12 horas, pois a secagem deve ser iniciada no menor tempo decorrido desde a colheita, preferentemente em até 12 ou, no máximo, até 24 horas após. Sempre que possível, os grãos devem ser aerados logo após a recepção e mantidos de preferência em temperaturas não superiores a 18°C, mesmo enquanto esperam para secar.

No momento da recepção dos grãos, no mínimo, devem ser analisadas características relacionadas com a identificação de qualidade, de acordo com a Instrução Normativa n° 38, de 30 de novembro de 2010 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Tabela 1). Essas análises observam aparência, presença de odores atípicos, teores de materiais estranhos e impurezas, umidade e densidade aparente ou peso volumétrico (peso do hectolitro).

**Tabela 1 - Tipos do trigo do Grupo II, destinados à moagem e a outras finalidades, segundo Anexo IV da Instrução Normativa n° 38, de 30 de novembro de 2010**

TIPO	PESO DO HECTOLITRO (VALOR MÍN.) KG/hL	MATÉRIAS ESTRANHAS E IMPUREZAS (% MÁX.)	DEFEITO (% MÁXIMO)			TOTAL DE DEFEITOS (% MÁX.)
			DANIFICADOS POR INSETOS	DANIFICADOS PELO CALOR, MOFADOS E ARDIDOS	CHOCHOS, TRIGULHOS E QUEBRADOS	
1	78	1,0	0,5	0,5	1,5	2,5
2	75	1,5	1,0	1,0	2,5	3,5
3	72	2,0	2,0	2,0	5,0	7,0
Fora de tipo	<72	>2,0	>2,0	10	>5,0	>7,0

*Legenda: (Mín.) Mínimo  
(Máx.) Máximo  
Fonte: BRASIL (2010)*

Análises de qualidade tecnológica ou análises reológicas também podem ser feitas durante a recepção para possibilitar a melhor segregação na unidade e a tipificação comercial para valoração, obedecendo-se a critérios científicos e normativos

(AACCI, 2010; AOAC, 1995; BRASIL, 2009, 2010, 2016)<sup>1</sup>. Além das análises compulsórias de umidade, impurezas e matérias estranhas, peso do hectolitro e defeitos, são realizadas as análises tecnológicas e reológicas de teores de proteína e de glúten, força de glúten, número de queda e dureza dos grãos. A interpretação conjunta das análises físico-químicas e reológicas possibilita estabelecer-se o valor de comercialização do trigo, por isso é recomendável receber e manter separadamente os grãos de cada genótipo ou pelo menos de cada classe ou tipo.

Para se agilizar o processo de classificação dos grãos, podem ser utilizados métodos rápidos de análises como espectroscopia no infravermelho próximo, NIR (Near Infrared Reflectance), utilizando-se curvas de calibração construídas a partir dos métodos oficiais (AACCI, 2010), cujos resultados têm demonstrado boas correlações para análises de qualidade e de contaminantes em grãos, farinhas e produtos derivados.

A umidade dos grãos, expressa como teor de água ou grau de umidade, tem relação direta com o percentual de água livre de uma amostra de trigo. A determinação pode ser feita por métodos rápidos que se baseiam em propriedades da água e/ou dos grãos que, em sua maioria, estão associados com a condutividade ou a resistividade. Os métodos de referência para grãos são os mesmos disciplinados para análise de sementes pelo MAPA (BRASIL, 2009), em estufa com circulação natural de ar a  $105 \pm 3^\circ\text{C}/24\text{h}$  ou  $130 \pm 3^\circ\text{C}/2\text{h} \pm 6\text{min}$ . Outros métodos como NIR, nº 44-15.02 (AACCI, 2010), 925.10 (AOAC, 1995) e 159 ICC (1995)<sup>2</sup> podem ser utilizados para grãos, farinhas e produtos derivados.

As impurezas numa amostra são partes da planta, como colmo e folhas, enquanto as matérias estranhas são constituídas por outros materiais que podem ser inertes, como terra, areia, partículas metálicas, ou biologicamente ativas como sementes de outras plantas. A análise quantitativa é computada pela soma dos teores de impurezas e matérias estranhas, segundo normas preconizadas pelo MAPA, as

1 AACCI - American Association of Cereal Chemists International. **Approved Methods of Analysis**. 11th ed. Saint Paul: AACCI, 2010.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists International. **Official methods of analysis of International Chemistry Society**. 16.ed. Arlington, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília-DF: Mapa, 2009. 395 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº. 38, de 30 de novembro de 2010**. Regulamento técnico do trigo. Brasília-DF: Mapa, 2010. 11 p

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº. 23, de 1º de julho de 2016**. Alterações do regulamento técnico do trigo. Brasília-DF: Mapa, 2016. 1 p.

2 ICC. International Association for Cereal Chemistry. ICC, 1995.

mesmas para sementes (BRASIL, 2009).

O peso específico, conhecido no setor tritícola como peso do hectolitro, é a medida de massa específica aparente ou peso volumétrico e representa a massa de grãos por unidade de volume. Fornece uma informação relacionada ao rendimento de moagem, pois o maior peso do hectolitro resulta em maior quantidade de farinha produzida. O método oficial para a análise é o nº 55-10.01 (AACCI, 2010) e os resultados são expressos em  $\text{kg.hL}^{-1}$  (quilogramas por hectolitro). O peso do hectolitro fornece um parâmetro quantitativo de rendimento industrial, de interesse na avaliação da qualidade comercial dos grãos, sem significar qualidade de farinha. Alterações na umidade dos grãos provocam alterações de peso de hectolitro, havendo necessidade de ser corrigido com uso de fatores próprios e a criação de tabelas com os valores corrigidos para facilitar aos usuários.

O peso de mil grãos está relacionado com a qualidade dos grãos e, à semelhança do peso do hectolitro, fornece também uma ideia quantitativa do rendimento na moagem, relacionada ao enchimento dos grãos. Sua determinação é feita com a utilização de balança semi-analítica e contador mecânico, de preferência eletrônico para maior rapidez em muitas amostras. Pelas normas do MAPA (BRASIL, 2010), devem ser no mínimo oito repetições de 100 grãos e, por regra de três, calcula-se o peso de mil grãos mantendo-se as casas decimais.

O índice de dureza representa a força necessária para romper o grão, decorrente de sua maior ou menor resistência à moagem. A análise pode ser realizada pelo Sistema de Caracterização Individual do Grão da Perten (SKCS) pelo método 55-31.01 (AACCI, 2010), pelo índice do tamanho de partícula: teste com peneira pelo método 55-31.01 (AACCI, 2010), ou pela espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) com curvas elaboradas com base nos métodos de referência citados anteriormente.

A atividade da água ( $a_w$ ) é definida como a relação entre a pressão de vapor da água do grão ou da farinha e a pressão de vapor de água pura à mesma temperatura. É um dos indicativos dos riscos de deterioração. Para sua determinação, existem aparelhos específicos determinadores de atividade de água.

A moagem experimental é uma análise que objetiva simular o processo industrial, servindo de indicativo do rendimento de moagem ou rendimento de extração de farinha. É determinada pelo método 26-10.02 (AACCI, 2010), em moinhos Brabender Quadrumat Senior (4 frações) ou Bühler (8 frações) ou em moinho Chopin



(4 frações), seguindo-se o manual do fabricante. Existem outros moinhos experimentais no mercado que as empresas podem utilizar, dependendo do seu grau de exigência. O rendimento em farinha é dado pela soma das farinhas de quebra e redução, sendo o resultado expresso em porcentagem.

As proteínas dos grãos e das farinhas podem ser avaliadas qualitativamente e quantitativamente. O método padrão de Kjeldahl utiliza o fator específico de 5,75 na multiplicação do conteúdo de nitrogênio da amostra. Determina quantitativamente todas as proteínas presentes, ou seja, as mais solúveis (albuminas e globulinas) e as mais insolúveis (gliadinas e gluteninas). Os métodos de referência são n° 46-12.01, n° 39-25.01 (NIR-Trigo), n° 39-11-01 (NIR-farinha de trigo) e n° 46-30.01 (AACCI, 2010).

A análise de cinzas representa os minerais e seus sais presentes na farinha no grão ou na farinha, principalmente ferro, fósforo, potássio, sódio e magnésio. Para determinação é usada mufla entre 550-570°C, até a calcinação completa da matéria orgânica. Os métodos são n° 08-01.01, n° 01 08-03.01, n° 08-12.01, n° 08-21.01 (AACCI, 2010) e 104/1 (ICC, 1995).

A microssedimentação com dodecil sulfato de sódio é um teste físico-químico que serve para se estimar a força de glúten. O método utilizado é o n° 56-60.01 (AACCI, 2010).

O número de queda é usado para se avaliar a atividade da enzima alfa-amilase de grãos e farinhas, para se detectar, por exemplo, danos pela germinação na espiga ou deterioração durante o armazenamento. A medida pode ser avaliada pelo equipamento *Falling Number* (Perten), pelo RVA (analisador rápido de viscosidade: *stirring number*) ou pelo uso do amilógrafo, pelos métodos n° 56-81.03, n° 22-08.01 e n° 22-10.01 (AACCI, 2010).

A granulometria se relaciona negativamente com a coesividade e a força de tensão, influenciando o processo tecnológico e as características do produto. A determinação é feita em agitador de peneiras pelos métodos 66-20.01 (AACCI, 2010) ou 965.22 (AOAC, 1995).

A cor de farinha e de grãos é avaliada por medidas de luminosidade, intensidade de verde-vermelho e de azul-amarelo. É avaliada em Colorímetro Minolta ou em espectrofotômetro, pelos métodos n° 14-10.01 e n° 14-22.01 (AACCI, 2010).

Amido danificado ocorre durante a moagem do trigo em que uma pequena proporção de grânulos de amido da farinha é fisicamente danificada. A determinação, em equipamento SDMatic (Perten) – amperométrico, pode ser por método enzimático (incluindo kits). Os métodos são o enzimático nº 76-30.02 e o espectrofotométrico nº 76-31.01 (AACCI, 2010).

O glúten, formado pela fração proteica insolúvel em água, é responsável pelas propriedades panificáveis do trigo. A análise pode ser feita por lavagem manual ou pelo equipamento glutomatic (Perten) pelos métodos nº 38-10.01 e nº 38-12.02 (AACCI, 2010).

A alveografia é um teste reológico usado para a determinação de características qualitativas da farinha através de variáveis como a tenacidade (P), a extensibilidade (L), a força geral do glúten (W) e o índice de intumescimento (G). A análise é feita com o equipamento alveógrafo pelo método nº 54-30.02 (AACCI, 2010).

O teste de alveografia simula o comportamento da massa durante o processo de panificação. Avalia as características viscoelásticas (força e extensibilidade) da farinha utilizando parâmetros que possibilitam determinar sua aptidão de uso. Analisa os parâmetros tenacidade (P), extensibilidade (L), força geral do glúten (W) e índice de intumescimento (G). A análise é feita com o equipamento alveógrafo pelo método nº 54-30.02 (AACCI, 2010).

## 2.4 PRÉ-LIMPEZA

Deve ser feita uma escolha criteriosa do jogo de peneiras, ajustando-se os fluxos de ar e de grãos conforme a área de peneiramento da máquina de pré-limpeza, com inspeções periódicas para se analisar a presença tanto de grãos nas impurezas descartadas quanto de excesso de impurezas junto a grãos, verificando-se a eficácia e a eficiência da operação.

Na pré-limpeza dos grãos, em máquinas com capacidade acima de 25 t.h<sup>-1</sup>, no conjunto de peneiras superior, é recomendável que a primeira tenha furos circulares de 9 a 13 mm de diâmetro para remover impurezas e materiais estranhos maiores. Na segunda, os furos oblongos devem ter 1,6 x 20 mm para remoção de impurezas e materiais estranhos bem menores do que os grãos, como areias e fragmentos. No conjunto inferior, a primeira deve ter furos oblongos de 4 x 12 mm para

a remoção de materiais pouco maiores do que os grãos e furos oblongos de 1,6 x 12 mm na segunda para remoção de grãos chochos e/ou quebrados.

Para grãos armazenados na unidade de produção (propriedade rural, fazenda ou granja), a pré-limpeza deve ser mais seletiva. Se a previsão da comercialização for para curto prazo, a pré-limpeza pode ser até 2 a 3% de impurezas e matérias estranhas. Imediatamente após, devem ser realizadas a secagem e o armazenamento, realizando-se a operação de limpeza até que os teores de impurezas e matérias estranhas não ultrapassem 1% quando da expedição.

Para o cálculo do fator teórico da perda de peso de material removido nas operações de pré-limpeza ou de limpeza, é possível ser utilizada a Equação 1:

$$Q.i.r. (\%) = Q.i.p. - \left( \frac{100 - I.i.}{100 - I.f.} \right) \times Q.i.p. \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

Q.i.r. = quantidade de impurezas/matérias estranhas a serem removidas;

Q.i.p. = quantidade inicial do produto ou peso do produto sem limpeza;

I.i. = percentagem de impurezas do produto, antes da limpeza;

I.f. = percentagem de impurezas do produto, após a limpeza.

A variação de peso de produto, na operação de limpeza, não é representada apenas pela diferença proporcional entre o produto antes da operação e após essa (perda teórica, calculada pela Equação 1). Em geral, pode ser admitida como aceitável uma variação de peso nas operações de pré-limpeza ou de limpeza na ordem de 1,5 a 2,5 vezes o fator teórico.

## 2.5 SECAGEM

Embora existam a crença e a prática, em algumas regiões, de que o trigo deva ser colhido quase seco ou se possível já seco, isso é um equívoco. Grãos na lavoura após a maturação de campo ficam expostos a intempéries e às pragas que provocam reduções de qualidade. Em trigo, o retardamento da colheita é ainda mais grave pelo risco de período chuvoso, com os grãos maduros na lavoura, provocar germinação na espiga, prejudicando propriedades tecnológicas das farinhas em consequência da atividade enzimática.

Respeitando-se os parâmetros técnicos e operacionais, a secagem pode ser realizada nos sistemas, processos e/ou métodos que utilizem ar não aquecido (também denominados métodos de secagem com ar natural ou com ar ambiente) ou naqueles que utilizam ar aquecido (também denominados métodos de secagem artificial, forçada ou com ar quente).

Pela ocorrência do binômio trigo-soja nas regiões de maiores produções, na secagem do trigo são usados os mesmos secadores empregados para a secagem de soja, no sistema contínuo. A secagem contínua, mais utilizada em soja, é rápida, mas pode provocar danos térmicos nos grãos de trigo. Os secadores de colunas podem ser utilizados para secagem contínua, secagem sequencial, seca-aeração e para secagem intermitente, mediante adaptação operacional.

Para utilizar em secagem contínua, na câmara superior, deve ser usado ar aquecido e, na câmara inferior, deve ser usado ar ambiente, havendo uma só passagem dos grãos pelo secador, em fluxos ininterruptos e simultâneos de grãos entrando úmidos na câmara superior e saindo secos e resfriados da câmara inferior. É o mais rápido dos métodos de secagem, mas pode provocar danos térmicos, o que, para trigo, pode ser prejudicial.

Para secagem sequencial, são utilizados dois secadores em cada conjunto para os grãos passarem em sequência. No primeiro secador da série, deve ser utilizado ar aquecido nas duas câmaras, com os grãos passando de forma contínua pelo primeiro secador e sem retorno, saindo aquecidos e parcialmente secos para um segundo secador que deve ter ar aquecido na câmara superior e ar ambiente na câmara inferior.

Para seca-aeração, são utilizados secadores de colunas seguidos de silos-secadores. Nos secadores de coluna, é utilizado ar aquecido nas duas câmaras e os grãos devem ser transferidos quentes e parcialmente secos para um silo-secador, onde devem esperar um período de repouso de 4 a 8 horas no secador estacionário, antes da insuflação do ar ambiente, em fluxo mínimo de  $1\text{m}^3.\text{t}^{-1}.\text{min}^{-1}$  e umidade relativa preferencialmente menor do que 60%. O fluxo de movimentação dos grãos e a temperatura do ar devem ser ajustados para que os grãos estejam com umidade entre 15 e 16% na saída da câmara inferior, antes da remoção para o repouso no silo-secador. Nesse processo de seca-aeração,  $90^{\circ}\text{C}$  é a temperatura máxima do ar na câmara de secagem do secador convencional (contínuo adaptado ou intermitente

adaptado) e 38°C é a temperatura máxima com que os grãos devem sair do secador de colunas para o repouso no silo-secador na etapa final da secagem.

Para utilizar em secagem intermitente, a câmara superior deve ter a entrada de ar fechada e o ar aquecido deve ser utilizado na câmara inferior. O sistema de descarga do secador deve ser fechado enquanto os grãos são carregados, sendo posteriormente aberto para começar a recirculação dos grãos, até que seja completada a secagem e ocorra a descarga. Nesse processo, não há ingresso de ar na câmara superior, onde predomina a equalização; na inferior, que recebe ar aquecido, predomina a secagem. Esse processo melhora a uniformidade da secagem e permite melhor controle de danos térmicos, por isso é também recomendável para trigo. Concluída a safra do cereal, basta colocar ar aquecido na câmara superior e ar ambiente na câmara inferior para, em fluxo contínuo, secar soja no mesmo secador.

Se for utilizada queima de combustíveis sólidos (lenhas, cascas, restos de cultura) para aquecimento do ar de secagem, é recomendável que se evite o contato direto do ar da fornalha com os grãos e devem ser tomados mais cuidados com o controle térmico da operação, pois os combustíveis sólidos, em consequência da inércia térmica característica de seu processo de queima, produzem maior desuniformidade no aquecimento do ar.

Se o aquecimento do ar de secagem for feito com a queima de gás liquefeito de petróleo (GLP), ou outro combustível fluido, a operação deve ser monitorada por sistemas automatizados de controle da temperatura e/ou da umidade relativa do ar, para se aproveitar o melhor potencial de eficiência técnica do sistema e aumentar a economicidade da operação.

Na secagem estacionária, em silo-secador, de fluxo axial, como alguns triticultores usam, para se reduzir a desuniformidade, é preferível monitorar o condicionamento do ar por controle de umidade relativa, que é mais eficiente do que por controle de temperatura. Se for utilizado ar não aquecido, o fluxo de ar deve ser maior do que o usado com ar aquecido, pois a lentidão pode possibilitar início da deterioração dos grãos durante a operação.

O fluxo de ar pode variar de 1,0 a 10,0  $\text{m}^3 \cdot \text{t}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  (metros cúbicos de ar por tonelada de grãos por minuto), seguindo recomendação do engenheiro responsável em função de fatores como capacidade instalada, espessura de camada, temperatura e umidade do ar, integridade física e sanidade dos grãos. Utilizando aquecimen-

to, o fluxo de ar e o tempo de secagem podem ser menores, mas devem ser cuidados para não haver danos térmicos que comprometam propriedades das proteínas do trigo, importantes na panificação. Depois de o trigo estar seco, as vazões para manutenção são bastante menores.

Não se deve encher o silo para depois secar. É recomendável fazer a secagem em camadas de até dois metros de espessura de grãos, para não prolongar e não provocar grande desuniformidade na secagem. Após a secagem de cada camada, essa pode ser removida para o silo de armazenamento definitivo ou ser sobreposta por outra(s) camada(s) de grãos úmidos em processo sequencial ao das camadas já secas e àquelas que ainda se encontram em secagem. Nesse caso, a temperatura do ar deve ser reduzida à medida que aumenta a espessura total da camada, sendo imprescindível respeitar as condições de umidade de equilíbrio entre grãos e ar, o que é feito mediante adequada aplicação da psicrometria.

A temperatura do ar nos silos-secadores não deve ultrapassar 42°C na secagem estacionária. A temperatura dos grãos não deve ultrapassar 38°C para se evitar (ou pelo menos atenuar) os danos térmicos que podem prejudicar proteínas, que são termossensíveis, podendo ocorrer sua desnaturação térmica. Danos térmicos e danos mecânicos na secagem predisõem os grãos a danos metabólicos que ocorrem ao longo do armazenamento, aumentando a incidência de defeitos e reduzindo sua conservabilidade e seu valor comercial.

Para o cálculo do fator teórico da perda de peso, em água evaporada, na operação de secagem, é possível ser utilizada a Equação 2:

$$Q_{a.r.} (\%) = Q_{i.p.} \cdot \left( \frac{100 - U.i.}{100 - U.f.} \right) \times Q_{i.p.} \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

$Q_{a.r.}$  = quantidade de água a ser removida;  
 $Q_{i.p.}$  = Quantidade de produto úmido ou peso do produto, antes de secagem;  
 $U.i.$  = percentagem de umidade do produto, antes da secagem;  
 $U.f.$  = percentagem de umidade do produto, após a secagem.

A variação ou perda de peso na secagem inclui a perda teórica de evaporação calculada na Equação 2 e mais as perdas operacionais, típicas de cada processo e de cada manejo tecnológico. Por isso, a legislação permite que cada empresa tenha o

seu parâmetro de desconto, desde que conste dos contratos com os fornecedores e seja garantida a visibilidade.

## 2.6 LIMPEZA

Algumas cerealistas e algumas indústrias submetem os grãos somente a uma operação rápida de limpeza em suas condições de colheita, portanto antes da secagem, por isso denominada pré-limpeza ou limpeza de pré-secagem. Entretanto, é recomendável que seja realizada também uma limpeza dos grãos depois da secagem, denominada classicamente limpeza ou limpeza de pós-secagem, antes do armazenamento, se a estrutura permitir, ou mais tarde, usando-se o mesmo equipamento depois que passar o pico da colheita. A pré-limpeza de grãos úmidos e limpeza de pós-secagem apresentam finalidades e características operacionais diferentes, embora possam ser realizadas na mesma máquina, com adaptações operacionais. A pré-limpeza se destina a preparar os grãos para a secagem, enquanto a limpeza dos grãos já secos visa prepará-los para a armazenagem, a comercialização, a industrialização ou o consumo. Na pré-limpeza, a característica mais importante é a velocidade. Na limpeza de grãos secos, a seletividade é a característica que mais importa.

À semelhança do que é recomendável na operação de pré-limpeza, também na limpeza é necessária escolha criteriosa do jogo de peneiras, com ajuste dos fluxos de ar e de grãos na máquina. Analogamente devem ser feitas inspeções periódicas e análise para se verificar presença de grãos nas impurezas descartadas ou excesso de impurezas junto aos grãos selecionados, verificando-se a eficácia e a eficiência da operação.

Para grãos armazenados por períodos longos, a limpeza deve ser mais seletiva, resultando em teores de impurezas e matérias estranhas não superiores a 1%. Se a previsão da comercialização for para curto prazo, a limpeza até valores de comercialização pode ser realizada quando da expedição para reduções de teores de impurezas e matérias estranhas.

Nas unidades que utilizam resfriamento dos grãos e armazenamento com secagem parcial, a exigência em termos de limpeza é muito mais rigorosa, não devendo superar 1% de impurezas e matérias estranhas.

## 2.7 ARMAZENAMENTO

São dois os principais sistemas de armazenamento para grãos de trigo: em condições ambientais sem alteração do ar e com ar resfriado. Para o primeiro, é preferível que os grãos sejam armazenados já secos (umidade entre 12 e 13%), enquanto no segundo pode haver o armazenamento de grãos parcialmente secos, durante o período de colheita, havendo a secagem posterior quando da comercialização. Os grãos podem ser armazenados com umidade mais elevada, como 14%, por exemplo, se submetidos ao resfriamento.

Tecnicamente é preferível carregar o silo com grãos já secos. Como durante a colheita é operacionalmente difícil, pode-se carregar com grãos parcialmente secos e complementar a secagem com aeração adequadamente dimensionada. Nesse caso, deve-se ligar o ventilador e a partir daí, e com o ventilador ligado, podem ser colocados os grãos diretamente no silo.

Além de serem submetidos previamente à limpeza e secagem uniformes, os grãos devem ser mantidos nos silos com as temperaturas mais baixas possíveis, por resfriamento ou por aeração com ar ambiente, para serem dissipados ou removidos a umidade e o calor acumulados.

Depois de o silo estar carregado, diariamente deve ser medida a temperatura em vários pontos, à mesma hora e com a ventilação desligada. Se começar a haver aquecimento, deve ser ligada a ventilação quando o aumento da temperatura dos grãos se situar entre 3 e 4°C, desligando ao ser reduzida a diferença para 1 a 2°C, de maneira uniforme. O uso de exaustores eólicos complementa a aeração, reduzindo gastos de energia e melhorando a conservação dos grãos. Transilagem e intrassilagem são outras formas de se reduzir a temperatura.

Se o armazenamento não for pelo sistema de resfriamento, deve ser feita aeração, transilagem ou intrassilagem a cada 30 a 60 dias, independentemente de aquecimento, para serem eliminados focos de anaerobiose e reduzidos os efeitos da compactação.

Para armazenamento em sacaria, deve ser reduzida em 1 ponto percentual a umidade referencial de armazenamento no silo-aerado, se nas mesmas condições climáticas. Deve ser mantida boa ventilação nas pilhas, utilizados estrados de madeira com altura mínima de 12 cm de modo a permitir boa circulação do ar também



por baixo das pilhas. Devem ser evitadas alturas superiores a 6 metros nas paredes dos armazéns e superiores a 4,5 metros nas pilhas.

Boas condições de higiene e sanidade nos silos e nos armazéns são fundamentais para a conservabilidade dos grãos, sendo recomendável a adoção do Manejo Integrado de Pragas dos Grãos Armazenados - MIP-Grãos. Aparecendo insetos ou pragas, qualquer que seja a população, devem ser realizados expurgos de acordo com o Receituário Agronômico e sob a orientação, supervisão e responsabilidade técnica do Engenheiro Agrônomo que emitir a receita, considerando-se as informações operacionais pertinentes. Em trigo, que é destinado à alimentação humana, por exigências legais e pelos riscos de desenvolvimento de fungos produtores de micotoxinas, principalmente, a partir do ataque de insetos, deve ser a eles aplicada a “tolerância zero”.

O controle de pragas por expurgo ou fumigação deve ser realizado por métodos também conhecidos por herméticos, onde é introduzido o inseticida, que libera aos poucos um gás letal. Esse gás, denominado fumigante, é letal para os insetos de grãos armazenados. Nos insetos adultos e nas fases jovens (larva e pupa), age através do seu sistema respiratório, enquanto na fase de ovos, a difusão de gás ocorre através da membrana ou canais respiratórios. É letal também para o homem, os animais domésticos, os ratos, as aves e outros.

A fumigação, se bem executada, mata os insetos já estabelecidos nos grãos em todas as suas fases (ovo, larva, pupa e adultos). Esse controle feito por fumigação ou expurgo é de caráter corretivo, não preventivo, podendo ocorrer novas infestações com o passar do tempo. Deve-se então repetir o processo periodicamente ou complementá-lo com medidas preventivas e/ou corretivas eficientes. Expurgo extermina insetos, mas não imuniza grãos.

Em grãos a granel, quando se trabalha com fumigantes sólidos, a distribuição pode ser feita durante a operação em que o produto está sendo armazenado, isto é, os comprimidos ou tabletes devem ser colocados em intervalos regulares sobre a correia transportadora, durante o carregamento, desde que o tempo da operação não ultrapasse 12 horas. Se a unidade armazenadora estiver carregada, os tabletes ou comprimidos poderão ser aplicados através de sondas. As unidades armazenadoras devem estar perfeitamente vedadas durante o expurgo. Especial cuidado deve ser tomado em silos metálicos, que em geral possuem sistema de vedação

precária e estão mais sujeitos às variações térmicas ambientais.

Nas aplicações com sondas, recomenda-se aplicar dois terços do fumigante na parte superior e um terço na parte inferior (entrada de ar), sendo fundamental a vedação, em especial da parte superior da massa de grãos. Em grãos ensacados, o expurgo pode ser feito com câmaras móveis (lençóis plásticos), permitindo a fumação separada de cada pilha.

As características das principais formulações dos fumigantes e suas capacidades de liberação de ingrediente ativo estão apresentados nas Tabelas 2, 3 e 4.

**Tabela 2 - Principais inseticidas (fumigantes) e suas características de utilização no expurgo de grãos armazenados a granel**

FUMIGANTES	CONCENTRAÇÃO DE I.A. (%)	TIPO DE SILO	DURAÇÃO MÍNIMA DE EXPURGO	DOSAGEM POR T DE GRÃOS
Fosfeto de alumínio (pst.)	57	qualquer	72 horas	1 a 3 pastilhas
Fosfeto de magnésio (pst.)	57	qualquer	72 horas	1 a 3 pastilhas
Fosfeto de alumínio (cpr.)	57	qualquer	72 horas	3 a 6 comprimidos
Fosfeto de magnésio (cpr.)	57	qualquer	72 horas	3 a 6 comprimidos

*Legenda: (cpr.) comprimido de 0,6g  
(pst.) pastilha de 3g  
Fonte: o autor*

**Tabela 3 - Peso das diferentes formulações de fumigantes e capacidade de liberação de ingrediente ativo**

FORMULAÇÕES	PESO	LIBERAÇÃO DE I.A
Comprimido	0,6 gramas	0,2 gramas
Pastilha	3,0 gramas	1,0 grama
Sachet	34,0 gramas	11,0 gramas
Placas	117,0 gramas	33,0 gramas

*Fonte: o autor*

**Tabela 4 - Fumigantes e respectivas doses recomendadas para expurgo em grãos e derivados**

NOME COMERCIAL	INGREDIENTE ATIVO	DOSE G PRODUTO.M <sup>3</sup>	INTERVALO DE SEGURANÇA	CLASSE TOXICOLÓGICA
Fertox	Fosfeto de alumínio	6 g/m <sup>3</sup>	4 dias	I
Fumicel	Fosfeto de magnésio	1 tab/16,5m <sup>3</sup>	4 dias	I
Gastoxin	Fosfeto de alumínio	6 g/m <sup>3</sup>	4 dias	I
Magtoxin	Fosfeto de magnésio	2 a 20 g/m <sup>3</sup>	4 dias	I
Phostec	Fosfeto de alumínio	6 g/m <sup>3</sup>	4 dias	I
Phostoxin	Fosfeto de alumínio	6 g/m <sup>3</sup>	4 dias	I

*Nota: (\*) A dose pode variar. Alguns fabricantes recomendam pastilhas de 3,0 g para umidade e temperaturas menores. A dose apresentada por tonelada de grãos em algumas bulas permite perceber que, comparado a outros grãos, a dose no arroz é um pouco maior. Estudos apontam que isso se deve ao fenômeno de absorção na casca*

*Fonte: o autor*

No período da entressafra, os armazéns devem ser limpos e desinfestados, com aplicação de inseticidas por meio de pulverização, polvilhamento ou nebulização, procurando-se atingir principalmente os locais de esconderijo dos insetos, como cantos de paredes, fendas dos trados, rachaduras de pisos e paredes, locais escuros e outros que possam servir de abrigo.

Em armazém graneleiro e em convencional, de sacaria, primeiro deve ser limpo o armazém. A seguir, devem se pulverizadas com inseticida de ação residual as superfícies internas e externas, a área de recepção, incluindo-se moegas e as de pré-armazenamento, que devem ser rigorosamente limpas, com auxílio de aspiradores. Os resíduos de elevadores, calhas, rosca-sem-fim, máquinas de limpeza, secadores e demais equipamentos devem ser eliminados. Devem ser feitas a limpeza e a lavagem dos estrados que, depois de secos, devem ser fumigados com fosfeto de alumínio e, posteriormente, também pulverizados com inseticidas residuais.

A fosfina é um gás inodoro, portanto, o odor de etileno “carbureto” (gás de alerta) é para alertar as pessoas que trabalham com este produto ou que se encontrem nas proximidades dos locais onde ela está sendo usada.

O controle das pragas pode ser complementado com inseticidas não fumigantes. Esses produtos são utilizados nas formulações em pó ou líquido e são aplicados de diferentes maneiras. Na pulverização residual, o inseticida deve ser pulverizado internamente em paredes, pisos, estrados e tetos dos silos, armazéns ou de outros depósitos vazios e limpos. Seu uso objetiva o extermínio de insetos abrigados em depressões, vãos e fendas. Geralmente tem efeito residual prolongado.

Pulverização e nebulização do ambiente de armazenamento é importante em armazéns ou depósitos onde são detectados insetos adultos. Isso normalmente ocorre em armazéns onde se encontram depositados mais de uma espécie de grão. Esse processo sempre deve ser empregado como forma de desinsetização, momentos antes da entrada da nova colheita, após rigorosa limpeza do ambiente. No caso específico da termonebulização, para sua maior eficácia, é recomendável a aplicação ao anoitecer. O processo, apesar de ser eficiente no controle de insetos adultos e larvas na superfície, não resulta em efeito residual.

Devem ser tomados cuidados especiais na aplicação, tais como leitura do rótulo e atendimento às instruções recomendadas, uso de equipamento adequado, não fumar nem comer durante a aplicação, tomar banho e vestir roupas limpas após o

trabalho. O operador nunca deve trabalhar sozinho.

Os principais inseticidas não fumigantes usados para tratamento preventivo de pragas constam da Tabela 5.

**Tabela 5 - Inseticidas indicados para tratamento preventivo de pragas de grãos armazenados**

NOME COMUM	NOME COMERCIAL	DOSE (I.A.)	DOSE COMERCIAL	INTERVALO (DIAS) DE SEGURANÇA	CLASSE TOXICOLÓGICA
Terra de diatomácea	Insecto 867 Pó	0,9 a 1,7 kg.t <sup>-1</sup>	1 a 2 kg.t <sup>-1</sup>	-	IV
Terra de diatomácea	Keepdry 860 Pó	0,9 a 1,7 kg.t <sup>-1</sup>	1 a 2 kg.t <sup>-1</sup>	-	IV
Deltametrina	K-Obiol 25 CE	0,35 a 0,5 ppm	14 a 20 ml.t <sup>-1</sup>	30	III
Deltametrina	K-Obiol 2P Pó	0,998 kg.t <sup>-1</sup>	0,25 a 0,5 kg.t <sup>-1</sup>	30	III
Bifentrina	ProStore 25 CE	0,40 ppm	16 ml.t <sup>-1</sup>	30	III
Bifentrina	Starion 25 CE	0,40 ppm	16 ml.t <sup>-1</sup>	30	III
Esfenvalerato + Fenitrotion	Sumigranplus	25 g.L <sup>-1</sup> 500 g.L <sup>-1</sup>	10 a 20 ml.t <sup>-1</sup>	14	II
Fenitrotion	Sumigran 500 CE	5-10 ppm	10 a 20 ml.t <sup>-1</sup>	120	III
Pirimifós-metil	Actellic 500 CE	4-8 ppm	8 a 16 ml.t <sup>-1</sup>	30	II

*Fonte: o autor*

Além dos citados, existem outros produtos para o controle de insetos em grãos armazenados, como, também, é possível a utilização de mistura de dois ou mais produtos, observadas as especificações e recomendações técnicas de cada um.

Não menos importante é o controle de ratos, devendo ser colocados raticidas ao redor dos silos ou dos armazéns. Todos os buracos e fendas devem ser calafetados. Vãos ou buracos entre telhas e paredes devem ser fechados com argamassa. Aberturas de aeração, entrada de condutores de eletricidade ou vãos de qualquer natureza devem ser vedados com tela metálica de malha inferior a 6 mm. Galhos de árvores próximas aos armazéns devem ser podados para evitar que tenham contato com paredes e/ou telhado. Quando possível, fechar esgotos e canais efluentes ou limpeza de suas margens, utilizando-se tampas de ralos pesadas, sempre que tenham comunicação com a rede de esgoto cloacal ou pluvial. No interior do armazém, as pilhas de sacaria devem ser feitas sobre estrados e afastadas das paredes e umas das outras, por um espaço que permita a inspeção por todos os lados. Já no lado externo do armazém é importante se manter uma faixa de 5 a 10 metros livre de qualquer vegetação

Cerca de 90% das operações de controle de ratos no mundo usam raticidas anticoagulantes, devido à grande segurança de uso e à existência de um antídoto alta-

mente confiável, a vitamina K1. Os raticidas anticoagulantes (Tabela 6) são de dose única (o roedor necessita ingerir apenas uma dose para que o efeito letal ocorra) ou dose múltipla (o roedor necessita ingerir várias doses para que o efeito letal ocorra).

Nos raticidas anticoagulantes de dose única, a morte acontece em 3 a 5 dias, embora possa ocorrer até 14 dias após. Na prática, são recomendadas, no mínimo, duas aplicações com intervalos de 8 dias.

**Tabela 6 - Principais raticidas anticoagulantes utilizados para controle de roedores em armazéns e depósitos**

NOME TÉCNICO	NOME COMERCIAL	FABRICANTE	Nº DE DOSES	DL 50 MG/KG	CONCENTRAÇÃO
Brodifacoum	Klerat	Zeneca	Única	0,30	0,005
Bromadiolone	Contraç	Aventis	Única	1,12	0,005
Bromadiolone	Maki/outros	Novartis/outros	Única	1,12	0,005
Cumacloro	Tomorin	Novartis	Múltipla	33,00	Pó: 1 / Isca; 0,05
Cumatetralil	Racumin	Bayer	Múltipla	16,50	Pó: 0,75 / Isca; 0,05
Difenacoum	Ridak	Zeneca	Transição	1,80	0,005
Difethialone	Rodilon	Bayer	Única	0,56	0,0025
Floucumafen	Storm	Cyanamid	Única	0,25	0,005

*Fonte: o autor*

Além dos citados, existem outros produtos para o controle de roedores em grãos armazenados, cuja utilização é possível mediante observação das especificações e recomendações técnicas de cada um.

As listagens apresentadas nas Tabelas 2 a 6 podem ser alteradas por novo(s) registro(s) e/ou por inexistência de renovação de registro(s) vencido(s) de produto(s), durante o período de vigência da presente recomendação.





ISBN: 978-65-89447-00-9

CDL



9 786589 447009



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA  
**BRASIL**  
GOVERNO FEDERAL