

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA
Grupo de Pesquisa e Extensão em Logística Agroindustrial – ESALQ-LOG

**“CARACTERIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE ARMAZENAGEM DE
GRÃOS: UM ESTUDO DE CASO NO MATO GROSSO”**

Ac. Elaine Yasutake Paturca

PIRACICABA - SP
FEVEREIRO DE 2014

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. OBJETIVOS	6
3. REVISÃO DE LITERATURA	6
3.1. Estruturas de armazenagem de grãos à granel.....	7
3.1.1. Silos	8
3.1.1.1. Silos elevados de concreto	8
3.1.1.2. Silos metálicos	10
3.1.1.3. Silos horizontais.....	11
3.1.1.4. Silos bolsa	16
3.1.1.5. Silos-pulmão	18
3.1.2. Armazéns granelizados.....	19
3.2. Unidades de armazenagem em sacaria	20
3.2.1. Armazéns convencionais	21
3.2.2. Galpões.....	22
3.3. Análise comparativa entre as estruturas.....	22
4. METODOLOGIA.....	26
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
5.1. Sobre a produção e o déficit de armazenagem de grãos no Mato Grosso..	27
5.2. Caracterização das estruturas de armazenagem no Mato Grosso.....	30
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1. INTRODUÇÃO

A logística define-se pelos processos de planejamento, controle e implementação do fluxo de informações, bens e serviços, de maneira eficiente e eficaz, que vão desde o ponto de origem da matéria-prima até o produto final ao consumidor. Seu objetivo dentro de uma empresa é estabelecer os bens ou serviços no local e no tempo ideais conforme demandados pelo cliente, visando minimizar os custos, ou torná-los mais lucrativos, da melhor forma possível (AZEVEDO et al., 2008).

No ramo agroindustrial, a logística envolve o transporte, estoque, armazenamento, manuseio de materiais e embalagem. Geralmente, os produtos devem ser armazenados em momentos específicos durante os processos logísticos. Um exemplo dado por Bowersox e Closs (2001), adaptado por Azevedo et al. (2008), é o caso dos grãos, que, na pós-colheita, por insuficiência do sistema de armazenagem ou pela má conservação das estradas e inadequação dos transportes, sofrem grandes perdas pela falta de planejamento logístico.

No processo de produção agrícola, a armazenagem está diretamente agregada ao sistema logístico, e, segundo Azevedo et al. (2008), com os avanços tecnológicos, os processos de armazenagem devem contribuir com a manutenção da qualidade dos grãos, aumento da velocidade do fluxo dos produtos e redução de custos, atendendo às exigências do mercado.

O armazenamento constitui uma rede indispensável no setor agrícola, já que é responsável por receber a produção, conservá-la em condições físicas, químicas e biológicas ideais para, então, redistribuí-la posteriormente ao consumidor. A produção de grãos é periódica, enquanto que a necessidade de alimentação e a demanda das agroindústrias são ininterruptas (PUZZI, 2000). Sendo assim, o armazenamento designa-se como uma etapa essencial na uniformidade de abastecimento e distribuição de alimentos, já que estoca as produções em épocas de safra e entressafra, quando não se produz mais grãos. Com isso, essa atividade permite suprir as demandas durante o ano todo, possibilitando gerar uma estabilidade nos preços das *commodities* e evitar grandes variações no mercado.

Quando convenientemente localizado e projetado, o armazém possibilita ainda a diminuição de custos de transporte, uma vez que em seu processo elimina impurezas e teores inadequados de umidade dos grãos, promovendo maior rendimento destes no carregamento e embarque, e evitando a formação de filas de caminhões nas unidades coletoras ou de transbordo.

Ademais, a importância dos armazéns se dá por constituírem o fator intermediário entre oferta e demanda e por estarem diretamente envolvidos com a logística do produto: servem como ponto de estocagem de matérias-primas, materiais em processos e produtos acabados. Devem ser planejados tecnicamente de modo que estudos devem ser realizados antes da implantação da estrutura correta de armazenamento nos determinados contextos, visto que a infra-estrutura e a localização do armazém são fatores essenciais, entre outros, na maximização da utilização do equipamento.

O agronegócio, atualmente, apresenta-se como o maior setor nos negócios brasileiros. Segundo Conab (2005), representa 30% do PIB, gera 37% dos empregos da nossa economia e, ainda, é a maior fonte de divisas do país. Porém, com a crescente expansão das produções agrícolas e as deficiências de infra-estrutura no setor, prevê-se nos próximos anos a possibilidade de graves prejuízos e crises ao setor agrícola e ao Brasil.

A produção de grãos tem crescido em taxas anuais acentuadas, e o sistema de armazenagem não vem acompanhando paralelamente (**Figura 1**). Os produtores obtêm recordes de produção a cada safra, mas, nas operações pós-colheita, os investimentos têm sido escassos.

Produção X Capacidade Estática

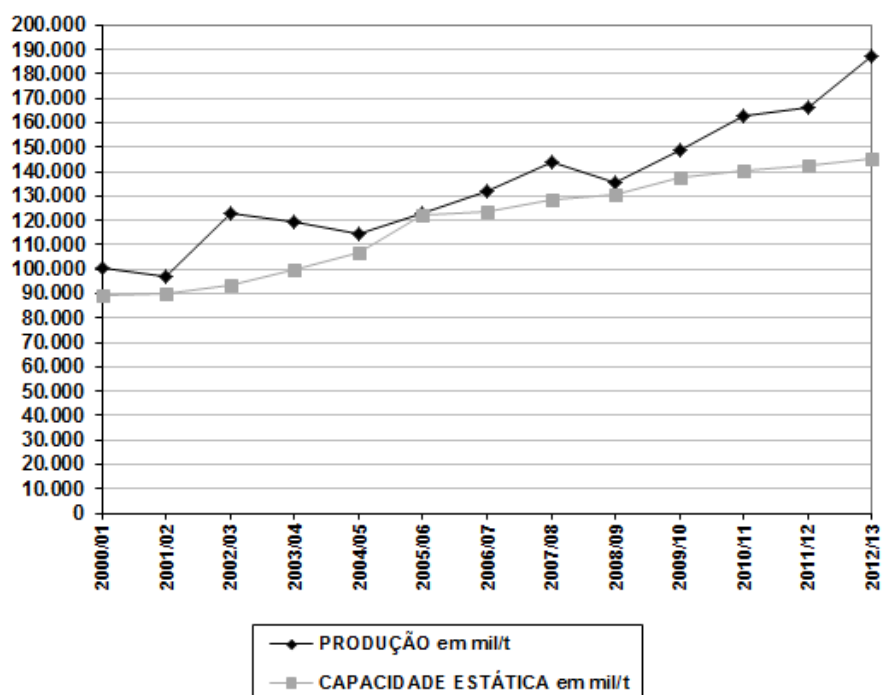


Figura 1. Série histórica da produção de grãos x capacidade de armazenamento de grãos no Brasil.
Fonte: CONAB, 2013.

Em paralelo às dificuldades com a infra-estrutura de transportes e armazenagem, a falta de beneficiamento é responsável por perdas alarmantes de alimentos. Grande parcela destas perdas, tanto quantitativas como qualitativas, ocorrem no processo de escoamento de grãos. A atividade das variáveis bióticas, como a ação de microrganismos, insetos, ácaros e outros animais, expõe o grão sob riscos de deterioração. A taxa de deterioração deste, se não tomados devidos cuidados, aumenta conforme favorecem-se as interações entre temperatura e umidade e quando o período de armazenagem é prolongado (D'ARCE, 2010).

Conforme dados da Conab (2013), para a safra 2012/13 de grãos, no que se diz respeito à soja, milho, amendoim, feijão, sorgo e tritcale, a capacidade estática brasileira de armazenagem totalizou em 145.485 milhões de toneladas. A produção, entretanto, foi de 187.093 milhões de toneladas. O patamar ideal para a capacidade estática brasileira, segundo Amaral (2007), adaptado por Azevedo et al. (2008), é que seja pelo menos 20% superior à produção do país. Subtraindo-se a produção da capacidade estática obtemos um déficit de armazenagem de quase 42 milhões de

toneladas de grãos para a última safra. Além disso, observa-se que o ideal para a capacidade de armazenagem teria sido de 224.512 milhões de toneladas, ou seja, 79 milhões de toneladas a mais do que a quantidade disposta a ser armazenada na safra 2012/13.

O estabelecimento das redes armazenadoras é, portanto, um dos processos de comercialização que vem gerando discussões primordiais no agronegócio, já que é visto como uma medida que gera grande possibilidade no aumento da produção de grãos, bem como sua distribuição e estabilidade no mercado.

2. OBJETIVOS

O estudo em questão objetiva realizar a caracterização das estruturas de armazenagem de grãos no Brasil, com enfoque na região do Mato Grosso, maior região produtora de grãos do país. O princípio teórico é embasado na análise comparativa entre as diferentes estruturas, através do estudo das diferenças de infra-estrutura, comparando a facilidade e custos de implantação, a capacidade estática, o histórico local, perdas de produto agrícola no processo, e vantagens e desvantagens de modo geral entre elas em cada contexto.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Este tópico visa auxiliar no melhor entendimento das estruturas de armazenagem de grãos através de suas definições e análise comparativa. Desse modo, contribui-se com o alcance dos objetivos do trabalho em questão.

3.1. ESTRUTURAS DE ARMAZENAGEM DE GRÃOS À GRANEL

Compreendem nesta classe as estruturas de armazenagem cuja carga encontra-se disponível sob a forma solta em grãos: os silos e os armazéns graneleiros e granelizados. Podem-se classificar, como produtos agrícolas cuja armazenagem ideal se situa nesta categoria, principalmente: milho, soja, sorgo, trigo e triticale.

O armazenamento graneleiro se apresenta diretamente como concorrente dos armazéns convencionais. Surgiu em meados de 1960, com a implantação das lavouras extensivas, como uma solução econômica para a granelização, a partir de armazéns convencionais com transporte mecanizado de carga e descarga. Inicialmente não apresentava controle de temperatura e aeração, armazenando somente grãos limpos e secos novos ou oriundos de outros silos. Modernamente, sistemas de termometria são implantados nessas estruturas, de modo a manter os grãos em condições adequadas de temperatura e umidade por tempos mais prolongados, evitando perdas e tendo maior controle sob pragas (MESQUITA et al., 2007).

Armazenamento em silos ou em armazéns equipados com sistemas eficientes para manutenção da qualidade dos grãos, como recursos de termometria, são as formas mais empregadas por cooperativas, agroindústrias e grandes produtores. Se bem dimensionados e manejados corretamente, esses sistemas podem ser empregados também por médios e pequenos produtores (ELIAS, 2003).

Como observado por Puzzi (2000), a implantação do manuseio e armazenamento de grãos a granel constitui uma tendência universal, sendo nos países desenvolvidos sua manipulação integrada desde a colheita. No Brasil, a expansão do uso desta estrutura muitas vezes é caracterizada por inadequações e improvisações, que podem comprometer o desenvolvimento correto do sistema no país. É necessário o conhecimento científico e tecnológico dessas estruturas para sua correta implantação, que deve ser mais frequente nesse país cuja produção agrícola ainda não possui total eficiência no processo de armazenagem.

3.1.1. SILOS

Conforme pesquisas antigas de Jenike & Johanson (1868), adaptadas por Gomes (2000), os primeiros grandes silos foram construídos em 1860 para o armazenamento de grãos. Desde então, milhares de grandes e pequenos silos têm sido construídos para o armazenamento de uma extensa variedade de pós, grãos, torrões, fibras etc.

Silos são unidades armazenadoras caracterizadas por compartimentos estanques ou herméticos, ou ainda semi-herméticos. Em virtude da compartimentação disponível, permitem o controle das características físico-biológicas dos grãos, já que, embora estes percam a identidade de origem, as espécies e padrões agrícolas são armazenados separadamente.

De acordo com os materiais estruturais, podem ser classificados como: de concreto, metálicos, de alvenaria armada, de argamassa armada, de madeira e de fibra de vidro. Quanto à dimensão: elevados, quando a altura faz-se maior que o diâmetro, ou horizontais. Basicamente, com enfoque ao armazenamento de grãos, serão aqui classificados em silos elevados de concreto, silos metálicos, silos horizontais (armazéns graneleiros), silos bolsa e silos-pulmão.

3.1.1.1. SILOS ELEVADOS DE CONCRETO

Silos elevados de concreto, como na **Figura 2** abaixo, são corriqueiramente construídos em áreas urbanas, mais próximas às indústrias de interesse de processamento, tendendo a ser edificadas em áreas menores, já que o valor do terreno geralmente é alto. Possuem média ou grande capacidade de armazenamento e são constituídos por uma torre e um conjunto de células e entrecélulas.

Na torre, os grãos passam através de fluxos pré-determinados pelos elevadores, secadores, exaustores, máquinas de limpeza e distribuidores, onde serão distribuídos nas células de estocagem. Estas são de grande altura e com

fundo em formato de cone, facilitando a descarga. Variam de tamanho e quantidade conforme a capacidade desejada e estimativa do índice de rotatividade.



Figura 2. Silos elevados de concreto.
Fonte: Consultec, 2013.

O funcionamento destes silos é automático, de modo que é controlado por um painel que indica todas as etapas em que os grãos passam dentro do depósito. As operações são iluminadas no quadro em representações gráficas e fluxogramas, e, por meio de chaves e botões, o operador controla todo o processamento, empregando-o pouca mão-de-obra.

Para serem estocados nesses silos, os grãos, ao chegarem, são pesados e descarregados na moega de recepção. Após esse procedimento, são transportados por sistemas de elevadores e transportadores horizontais para as células de estocagem. Já a saída destes do silo ocorre por transportadores horizontais inferiores, cujo descarregamento ocorre por gravidade, sendo despejados diretamente nos caminhões ou vagões.

Apesar do alto investimento de implantação do silo elevado de concreto, sua vida de utilização é longa e o custo de manutenção é baixo. Além disso, oferece

rapidez nas operações da estrutura com os produtos manuseados, bem como condições de armazenar diferentes variedades e espécies de grãos (PUZZI, 2000).

3.1.1.2. SILOS METÁLICOS

Se enquadram aqui os depósitos de grãos de capacidade pequena a média de armazenamento. São metálicos, de chapas lisas ou corrugadas, de ferro galvanizado ou alumínio, fabricados em série e implantados sob um piso de concreto.

No processo de carga e descarga dos grãos, utilizam-se elevador de caçamba, helicóides ou pneumático. Este último, quando utilizado em silos de fundo chato, facilita a operação de descarga.

Habitualmente, nas regiões produtoras de grãos, os terrenos são de menor custo, resultando na preferência da utilização de unidades horizontais ou desses silos metálicos de altura máxima igual ao diâmetro. Opta-se pela escavação do chamado tipo “V”, ou duplo e triplo “V”, aumentando o número de transportadores.

Conforme Gomes (2000), neste tipo de construção, a estrutura metálica consiste entre 25 e 30% do custo total, em relação ao custo da escavação, concretagem do piso, paredes periféricas e impermeabilizações, sendo a opção mais utilizada dentre os materiais de construção.

O fundo dos silos pode ser tanto cônico, o que facilita na operação de descarga, como plano (**Figura 3**).



Figura 3. Bateria de silos horizontais em chapa metálica com fundo plano.
Fonte: Argus, 2013.

Para essas estruturas, devido ao material de cobertura de metal, deve-se atentar aos problemas que podem ser causados por fenômenos como as intempéries, efeitos de migração de umidade, condensação de vapor d'água, radiação solar sobre o produto armazenado e proximidade às regiões marítimas. Sistemas de aeração, portas e alçapões à prova de umidade e o uso de tinta branca são técnicas bastante empregadas nesses depósitos com a finalidade de proteger o produto armazenado a estes efeitos.

Visando aumentar o isolamento térmico desses silos, têm-se como alternativas deixar um espaço de ar entre paredes duplas ou a aplicação de um material isolante entre elas. Entretanto, a primeira alternativa não tem apresentado resultados satisfatórios em locais cuja amplitude térmica anual é grande, e, para a segunda, o custo de implantação é alto, chegando a inviabilizar, economicamente, seu uso (PUZZI, 2000).

3.1.1.3. SILOS HORIZONTAIS

A introdução deste tipo de estrutura em grande escala teve sua atividade mais intensificada entre as décadas de 1950, quando implantado nos Estados Unidos face ao aprimoramento da técnica de aeração, em 1970. Foi empregada conforme a

necessidade de uma maior capacidade estática de armazenamento e de uma adequação da rede armazenadora, a fim de conservar melhor as qualidades físicas e químicas dos produtos, foi avançando.

No Brasil, especificamente, surgiu com o intuito de amenizar os custos de construção civil, já que os silos elevados eram de alto custo.

São conhecidos também como armazéns graneleiros e são unidades desenvolvidas horizontalmente. Por este dimensionamento, o preço do armazenamento por metro cúbico é menor que os demais, tornando a prática agrícola viável a muitos produtores.

Em relação ao silo elevado, além de maior rapidez na construção, o interesse no emprego desta estrutura é cada vez mais crescente em muitos países. Apresenta estruturação bastante simplificada e o método de estocagem é vantajoso: os produtos são estocados em montes, sobre lajes de concreto executadas diretamente sobre o terreno. Porém, há algumas limitações funcionais, destacando-se a necessidade de manter a massa de grãos com teor de umidade inferior àquela dos silos elevados, a necessidade do emprego frequente de aeração mecânica, e dificuldades no processo de descarga do produto. Também deve-se realizar análises das patologias nas unidades já construídas, já que, por possuírem aberturas laterais, a entrada de insetos nos graneleiros é facilitada e gera infestações constantes. De acordo com Negrisoni (1997), adaptado por Gomes (2000), os problemas mais comuns se devem à infiltração nas paredes e na cobertura, problemas de escoamento do produto, e, ainda, sistemas de aeração e termometria mal dimensionados.

Caracterizam-se por grandes compartimentos de estocagem de concreto ou alvenaria, que separam o local em depósitos iguais onde a massa de grão é armazenada. Oportunizam, desta maneira, melhor controle preservativo do produto e uma movimentação mais ágil deste.

O fundo pode ser plano, em “V” ou em duplo “V”. Quando plano, dificulta-se a operação de descarga, tornando-a mais cara. Já em “V”, como nas **Figura 4** e **Figura 5**, ou duplo “V”, o processo é mais acessível, pois os produtos são

descarregados por gravidade, não necessitando do uso de equipamentos específicos para tal execução.

A construção de unidades armazenadoras graneleiras faz-se viável quando a estocagem requer grandes capacidades, entretanto, quando o armazenamento é feito a longo prazo, pode ser problemático por dois motivos: dificuldades para o expurgo e riscos de deterioração, já que o estoque é de grandes massas.



Figura 4. Silo horizontal ou armazém graneleiro.

Fonte: COAMO Agroindustrial Cooperativa, 2013.



Figura 5. Interior de armazém fundo "V" com detalhes dos cabos do sistema de termometria.
Fonte: COAMO Agroindustrial Cooperativa, 2013.

Os métodos operacionais consistem em sistemas de boa eficiência: na movimentação de grãos no interior dos silos, são utilizados equipamentos que podem ser pneumáticos, helicoidais, de correias, de rosca sem-fim e de elevadores de canecas. O processo de depósito é rápido, permitindo a conservação de grandes quantidades. Além disso, permite a mecanização e automação da carga e descarga. A transferência de grãos é completada pela utilização de transportadores automáticos.

Dentro do pavilhão, próximo ao teto, encontra-se uma correia transportadora, cuja função é depositar os grãos no interior dos armazéns graneleiros, conforme ilustrado nas **Figura 6, Figura 7, Figura 8 e Figura 9**. Os grãos caem no armazém em queda livre, formando um depósito de superfície inclinada (SILVA, 2002).

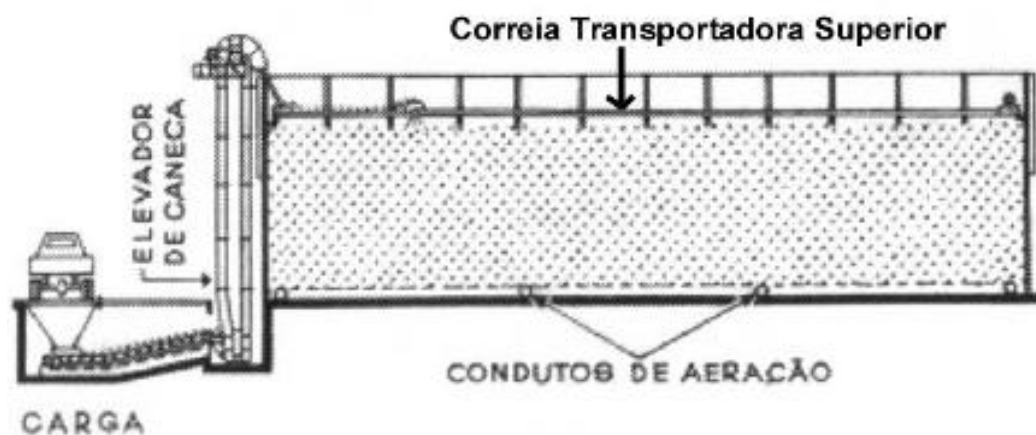


Figura 6. Vista de um silo horizontal mostrando elevador em detalhe e correia transportadora superior.
 Fonte: Puzzi, 2000, adaptado por Silva, 2002.

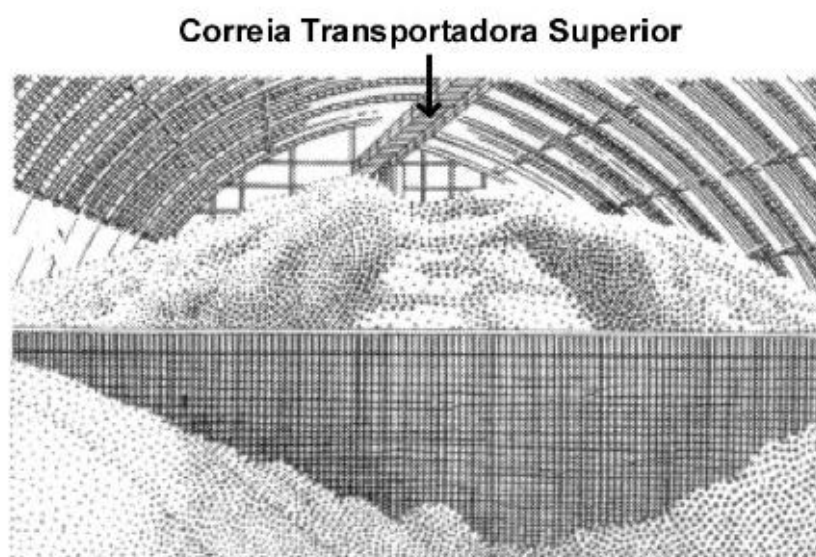


Figura 7. Vista interna de um silo horizontal, mostrando o armazém parcialmente preenchido e correia transportadora superior.
 Fonte: Puzzi, 2000, adaptado por Silva, 2002.

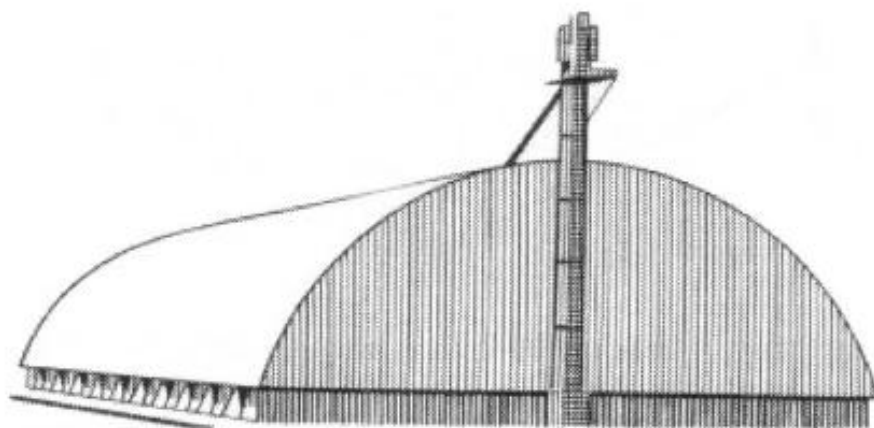


Figura 8. Silo horizontal mostrando detalhe de elevador de carga descarregando na correia transportadora superior.

Fonte: Puzzi, 2000, adaptado por Silva, 2002.

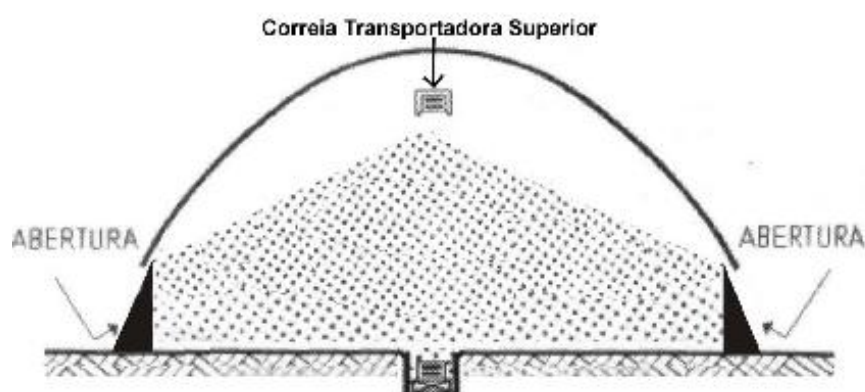


Figura 9. Corte transversal de um silo horizontal, detalhando as correias transportadoras superior e inferior.

Fonte: Puzzi, 2000, adaptado por Silva, 2002.

3.1.1.4. SILOS BOLSA

Visando aos produtores maior economia, e geralmente usado de modo emergencial, o silo bolsa, também conhecido como “silo-bag” (**Figura 10**) é um tubo flexível de polietileno, desenvolvido como um sistema alternativo de armazenagem. Consegue ser instalado de modo rápido, com baixo investimento inicial e capacidade de até 180 mil toneladas.



Figura 10. Silos bolsa.

Fonte: iBahia, 2013.

São mais frequentemente encontrados em locais de fronteira agrícola, locais esses desprovidos de estruturas de armazenagem eficientes. No Brasil, apenas 5% das safras são estocadas em silos bolsa (COLUSSI, 2013).

Armazena-se o produto através de operação mecânica, em que a tomada de força de um trator é ligada a uma embutidora adequada ao tipo e tamanho da bolsa. No processo de enchimento, deve-se retirar a maior quantidade de ar possível. A dilatação também deve ser observada, já que bolsas muito dilatadas correm o risco de romper e deixar os grãos expostos.

Quanto ao tamanho, possuem certa variedade, indo de 1,8 a 3,6 metros de diâmetro, e 30, 60 ou 90 metros de comprimento. A dimensão mais comumente utilizada no Brasil é a de 1,8 por 60 metros.

O ideal para este tipo de estrutura é que o produto esteja adequadamente limpo, seco e já bem selecionado, para que a proliferação de pragas, como insetos e fungos, seja evitada ao máximo.

Algumas vantagens que esta estrutura apresenta consistem em: flexibilidade quanto ao local de instalação, podendo facilitar a logística de máquinas e mão-de-obra do local; variabilidade na capacidade de estocagem, de modo que é possível confeccionar silos bolsa de tamanhos variados; baixo custo de instalação e rápido

abastecimento de emergência, quando não há mais estoque para os produtos que precisam ser armazenados.

Mas como todas as estruturas, os silos bolsa apresentam certas desvantagens: é preciso investir em equipamentos para os processos de armazenamento e desabastecimento, como a embutidora. Por falta de maquinários adequados o desabastecimento apresenta-se neste caso como um processo lento, que, muitas vezes, é feito, então, manualmente.

3.1.1.5. SILOS-PULMÃO

O silo-pulmão (**Figura 11**) é uma estrutura que não tem a finalidade de armazenamento a longo prazo, mas é empregado com o intento de armazenar grãos úmidos temporariamente, em casos em que é preciso desafogar a carga que está na moega por insuficiência do fluxo do setor de secagem. Quando o secador não consegue esvaziar as moegas em tempo hábil, aumentam-se as filas de caminhões carregados, afetando diretamente a qualidade do produto e gerando transtornos aos usuários.

Portanto, usualmente não são estruturas exclusivas de armazenamento em uma cooperativa ou fazenda, mas acompanham outras unidades, como silos metálicos e graneleiros, por exemplo.



Figura 11. Unidade armazenadora com três silos-pulmão.

Fonte: Silva, 2006.

Segundo Silva (2010), o sistema de insuflação de ar deve apresentar capacidade de aplicação de 230 a 470 litros de ar ambiente por minuto por metro cúbico de produto.

Quanto à estruturação, os silos-pulmão são mais eficientes quando apresentam fundo inclinado, facilitando o processo de descarga do produto úmido, que geralmente apresenta maiores ângulos de repouso do que quando secos.

O produto a ser depositado no silo-pulmão deve estar previamente limpo e com temperatura próxima a 20°C, reduzindo, assim, a proliferação de microrganismos que causem intoxicações alimentares (SILVA, 2010).

3.1.2. ARMAZÉNS GRANELIZADOS

Estas estruturas (**Figura 12**) compreendem uma adaptação dos armazéns convencionais (**item 3.2.1**) para operarem com produtos a granel. Apresentam fundo plano, reforço nos fechamentos laterais e equipamentos de transporte horizontal e vertical de grãos. Por mais que sejam estruturas a granel adaptadas, apresentam algumas vantagens como: baixo custo de instalação (já que são adaptações),

aproveitamento da capacidade ociosa de armazéns convencionais, eliminação da sacaria, aumento da capacidade armazenadora e rapidez de execução.

Entretanto, a capacidade dinâmica desses armazéns faz-se baixa, não havendo versatilidade na movimentação dos grãos, requerendo maior mão-de-obra para execução de seus processamentos. Ainda, são raros os armazéns granelizados com sistema eficiente de aeração e que evitem a infiltração de água.



Figura 12. Armazéns granelizados.

Fonte: AFNews, 2013.

3.2. UNIDADES DE ARMAZENAGEM EM SACARIA

A armazenagem em sacaria geralmente é feita sob armazéns convencionais ou galpões, estruturas de custo de instalação relativamente baixos que apresentam seus prós e contras como demonstrado a seguir.

3.2.1. ARMAZÉNS CONVENCIONAIS

São unidades armazenadoras cujo piso é plano e não há compartimentos. Geralmente, são construídos em alvenaria, estruturas metálicas ou mistas. Os produtos são armazenados em sacaria, como observado na **Figura 13**, convenientemente dispostos em blocos.

O armazenamento de grãos ensacados apresenta alguns inconvenientes no cenário agrícola atual, como: elevado preço da sacaria, por não ser um material permanente; movimentação altamente dispendiosa, já que requer muita mão-de-obra e requer muito espaço por unidade de peso de grãos armazenados, e necessidade de desensacar e reensacar o produto quando tiver que passar pelos processos de secagem e outras operações. Contudo, apresenta baixo custo de instalação e, ocorrendo fermentações em um ou mais sacos de grãos, estes sacos poderão ser retirados, sem haver a necessidade de remoção de todo o empilhamento (PUZZI, 2000). Há, também, a fácil identificação e separação de lotes dentro da unidade.



Figura 13. Depósito em sacarias em interior de armazém convencional.
Fonte: Editora Gazeta, 2011.

3.2.2. GALPÕES

Também denominados depósitos (**Figura 14**), são geralmente unidades utilizadas com o propósito de suprir emergências por períodos curtos. Não apresentam características técnicas específicas para uma armazenagem segura, sendo, usualmente, construídos por chapa de aço ou ripas de madeira, fator este que favorece a aeração natural dos produtos. Entretanto, apesar da facilidade de implantação pelos recursos encontrados na própria fazenda, os galpões apresentam elevado índice de pragas e um difícil controle sobre este problema (FILHO et. al., 2013).



Figura 14. Galpão confeccionado por chapa de aço.
Fonte: Dacheng, 2013.

3.3. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS ESTRUTURAS

No Brasil, as estruturas de armazenagem de grãos com maior relevância e de maior frequência são os silos elevados de concreto, silos metálicos, silos horizontais, silos bolsa, armazéns granelizados e armazéns convencionais. Reiterando-se que os silos-pulmão são de grande utilização, entretanto, não são estruturas com a finalidade de armazenagem em longo prazo, mas sim de descarregamento de grãos de moegas cujo fluxo de secagem é insuficiente.

Sendo assim, incluem-se nesta análise comparativa somente as estruturas acima citadas, como apresentado também na **Tabela 1**.

Tabela 1. Análise comparativa entre as estruturas de armazenagem de grãos.

	Capacidade estática	Melhor localização	Custos instalação	Manutenção	Outros aspectos
SILOS HORIZONTAIS	Elevada	Grandes empresas; locais de altas produções	Baixo em relação aos silos elevados	Perdas por infiltração nas paredes e no escoamento	Difícil processo de descarga; rápido depósito; conservação de grandes quantidades de grãos.
SILOS ELEVADOS DE CONCRETO	Média - alta	Pequenas empresas; locais de produções médias	Alto devido ao dimensionamento e material	Ótimo sistema de aeração; menores gastos em energia.	Material melhor conservado; armazena diversas variedades.
SILOS METÁLICOS	Pequena - média	Fazendas; locais de produções menores	Médio; menor que o custo dos silos de concreto	Ótimo sistema de aeração; maior praticidade para separar grãos conforme qualidade/cultura; É preciso a instalação de isolantes térmicos de alto custo	Alto custo na instalação de isolantes térmicos
SILOS BOLSA	Alta	Em locais de altas produções onde o estoque por armazéns é insuficiente	Baixo	Fácil manutenção	Rápida instalação; é preciso que haja maquinários específicos para depósito e descarga.
UNIDADES GRANELIZADAS	Alta	-	Baixo	Demanda alta mão-de-obra e fiscalização nos sistemas de aeração e termometria	Baixa capacidade dinâmica de grãos; elimina uso de sacarias; é um bom aproveitamento da ociosidade de armazéns em desuso.
ARMAZÉNS CONVENCIONAIS	Alta	-	Baixo	Demanda alta mão-de-obra e fiscalização nos sistemas de aeração e termometria	Elevado preço da sacaria; movimentação dispendiosa.

Fonte: Elaboração própria em janeiro de 2014.

Segundo Gomes (2000), o setor de armazenamento tem buscado inovações, já que surgem ao longo do tempo novas técnicas de construções e materiais estruturais. O processamento a granel tem ganhado atenção com a diminuição dos custos de sacarias e ainda a diminuição dos custos por volume armazenado, conduzindo ao emprego de grandes unidades armazenadoras horizontais.

Pela elevada capacidade de armazenamento, os silos horizontais têm sido cada vez mais introduzidos, principalmente, por grandes empresas, que operam com grandes volumes de produção e apresentam alta eficiência nos períodos de safra. Seu dimensionamento horizontal, que gera custos menores por metro cúbico do que as outras estruturas, torna sua implantação economicamente viável a muitos produtores. Em relação aos silos elevados, apresenta maior rapidez no processo de construção, já que sua estruturação é mais simplificada, tendo, também, menores custos.

Entretanto, apesar de apresentar eficiência nos métodos operacionais, como rápido depósito e possibilidade de conservação de grandes quantidades de grãos, seu processo de descarga é mais dificultado do que em silos elevados, que têm fundo em cone e descarregam por gravidade. Pode apresentar o fundo em “V”, facilitando a descarga dos grãos e dispensando a utilização de equipamentos específicos, entretanto, o alto custo da instalação deste fundo muitas vezes o inviabiliza. Há também os problemas usuais como infiltração nas paredes e cobertura e perdas no processo de escoamento, pontos negativos esses que são raros nos processamentos de silos elevados de concreto.

Os silos elevados de concreto, com capacidade estática menor do que os horizontais, é feito de um material que se conserva melhor do que o metálico. Contudo, seu custo de implantação é alto devido a seu dimensionamento e material estrutural.

São estruturas que podem influenciar no custo de armazenagem de modo que, por apresentarem melhor sistema de aeração do que as outras estruturas, exigem menores gastos de energia do local, diminuindo nos custos que inferem no custo de armazenagem dos grãos.

Sua capacidade estática, de média a alta, faz com que seja viável às pequenas empresas que apresentam produções não tão grandes mas, ainda assim, maiores que produções de fazendas, que normalmente não empregam esta estrutura. Além disso, os silos elevados são passíveis de armazenar diversas variedades, fator essencial às cooperativas com produções não tão pequenas.

Já os silos metálicos, de capacidade pequena a média, são muito frequentes em produções menores, como em fazendas. Nestes locais, seu custo-benefício faz-se maior do que os silos de concreto, e mais prático do que os armazéns graneleiros (silos horizontais), além de possuir melhor sistema de aeração e capacidade de separar os grãos conforme a qualidade e cultura (aspectos não apresentados pelos silos horizontais).

Conforme relatos dos informantes, silos metálicos geralmente são empregados juntamente aos armazéns graneleiros, apresentando alta eficiência nos períodos de entressafra, em que os estoques não são tão elevados quanto na safra, período de maior uso dos armazéns.

Seu custo de instalação não é tão alto quanto aos de concreto, sendo o metal equivalente a apenas 30% do custo total da construção (GOMES, 2000), mas é preciso tomar devidos cuidados com o mesmo, instalando isolantes térmicos, por exemplo, que, pelo elevado custo, muitas vezes o torna inviável.

Quanto aos silos bolsa, foi relatado por informantes que sua finalidade é de parâmetro emergencial, de modo que complementa a armazenagem de outras estruturas. Portanto, torna-se viável quando a produção do local é muito grande e os estoques insuficientes. A instalação é rápida, o custo de confecção é baixo e a capacidade chega a até 180 mil toneladas, apresentando-se como uma alternativa emergencial de abastecimento bastante viável. Todavia, esta viabilidade se mantém somente se, no local, os maquinários necessários (como a embutidora) para depósito e desabastecimento, já forem existentes, pois o investimento nesses equipamentos é alto.

Encontram-se ainda unidades granelizadas, provenientes de adaptações das unidades convencionais. Não são armazéns previamente planejados, não devendo então serem comparados às estruturas acima citadas. Tornam-se vantajosos, pois,

por mais que apresentem baixa capacidade dinâmica de grãos, demande de alta mão-de-obra e fiscalização constante nos sistemas de aeração e termometria, convertem os armazéns convencionais em desuso aptos a serem úteis, através de baixo custo de instalação, além de eliminarem o uso de sacarias, que infere em altos custos de armazenagem.

Finalmente, os armazéns convencionais, apesar do baixo custo de instalação e grande dominância nas áreas agrícolas, geralmente não apresentam exclusividade nas cooperativas e fazendas. São encontrados em locais mais antigos, de modo que, modernamente, foram somadas a outras estruturas de melhor suprimento no setor de armazenagem, cujo objetivo principal é finalizar com produtos de valores mais lucrativos, fator este que as sacarias não compreendem hoje em dia.

Em síntese, pode-se inferir que todas as unidades apresentam suas qualidades em alguns aspectos e desvantagens em outros. Contudo, a escolha da estrutura a ser implantada depende diretamente do local em que será realizado, bem como dos aspectos de produção: pequenas produções, como fazendas, apresentam viabilidade de construção de silos metálicos, já pequenas empresas, silos elevados de concreto e armazéns graneleiros. Grandes empresas, no entanto, apresentam vantagens na instalação dos silos horizontais e silos bolsa, em que a capacidade estática deve ser alta, otimizando assim o processamento em grande escala.

4. METODOLOGIA

No presente trabalho foram utilizadas informações de trabalhos científicos já elaborados, bem como pesquisas em sites relacionados ao tema e a livros como “Abastecimento e Armazenagem de Grãos”, de Domingos Puzzi. Em relação aos dados de armazenagem especificamente no Mato Grosso, muitos deles foram adquiridos via ligações telefônicas a informantes do setor logístico e de abastecimento deste estado, bem como em sites, como o da Conab – Companhia Nacional de Abastecimento e do IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. SOBRE A PRODUÇÃO E O DÉFICIT DE ARMAZENAGEM DE GRÃOS NO MATO GROSSO

O estado do Mato Grosso é o maior em produção de grãos do Brasil, especialmente na produção de milho e soja. A maior parte que vai para comercialização, tanto interna como externa, é escoada deste estado.

Segundo dados da Conab (2014), em seu 4^o levantamento da safra 2013/14, a produção de grãos (considerando-se aqui milho total e soja) no estado do Mato Grosso, tende a crescer em 5,7% em relação à safra 2012/13, chegando a 45,9 milhões de toneladas em contraste às 43,4 milhões de toneladas produzidas. Os motivos deste crescimento compreendem a abertura de novas áreas e incorporação de áreas de pastagens degradadas para o cultivo, fatores esses que possibilitaram o aumento das áreas a serem cultivadas e da produtividade média da região, levando o estado a ser o maior produtor de grãos do Brasil: a produção do Mato Grosso compreende 41,65% da produção brasileira para a safra vigente.

O Mato Grosso tem apresentado uma evolução tanto na produção como na capacidade estática de armazenamento de grãos (**Figura 15**), destacando-se entre os demais estados do país.

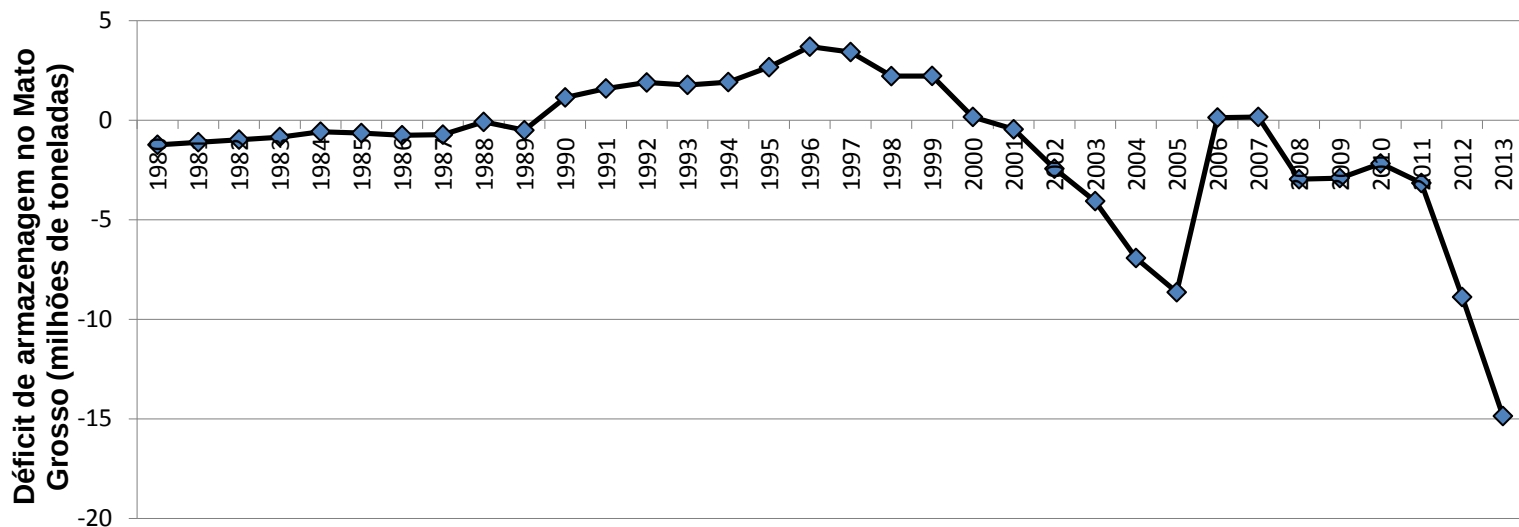


Figura 15. Série histórica do déficit de armazenagem no Mato Grosso.
 Fonte: Elaboração própria através de dados de Azevedo, 2008 e CONAB, 2013.

Observa-se que, nos anos 90, por conta dos menores índices de produtividade do período, houve um superávit da capacidade estática de armazenamento no estado. A partir de 2000, observa-se uma inversão nesta relação, com um déficit de armazenamento para a safra de grãos crescente até 2005, podendo ser explicado pelo aumento de produtividade por área e aumento da área plantada superior a 70%. Percebe-se que, por maior a progressão que o estado tenha tido em capacidade estática de armazenamento após 2006/2007, tal progresso não acompanhou o crescimento de produção de grãos nesse período, o que gerou esta acentuação no déficit de armazenagem destes anos para cá.

Este déficit tem se tornado crítico em algumas regiões do estado, como observa-se na **Figura 16**. Algumas épocas de colheita dos principais produtos agrícolas cultivados no Mato Grosso não são coincidentes. Como exemplo, na safra 2004/2005, a soja, representante de 72% da produção estadual, permaneceu mais tempo nos armazéns do que o normal, deixando evidente a necessidade de ampliação da capacidade estática em algumas regiões do Mato Grosso (CONAB, 2005).

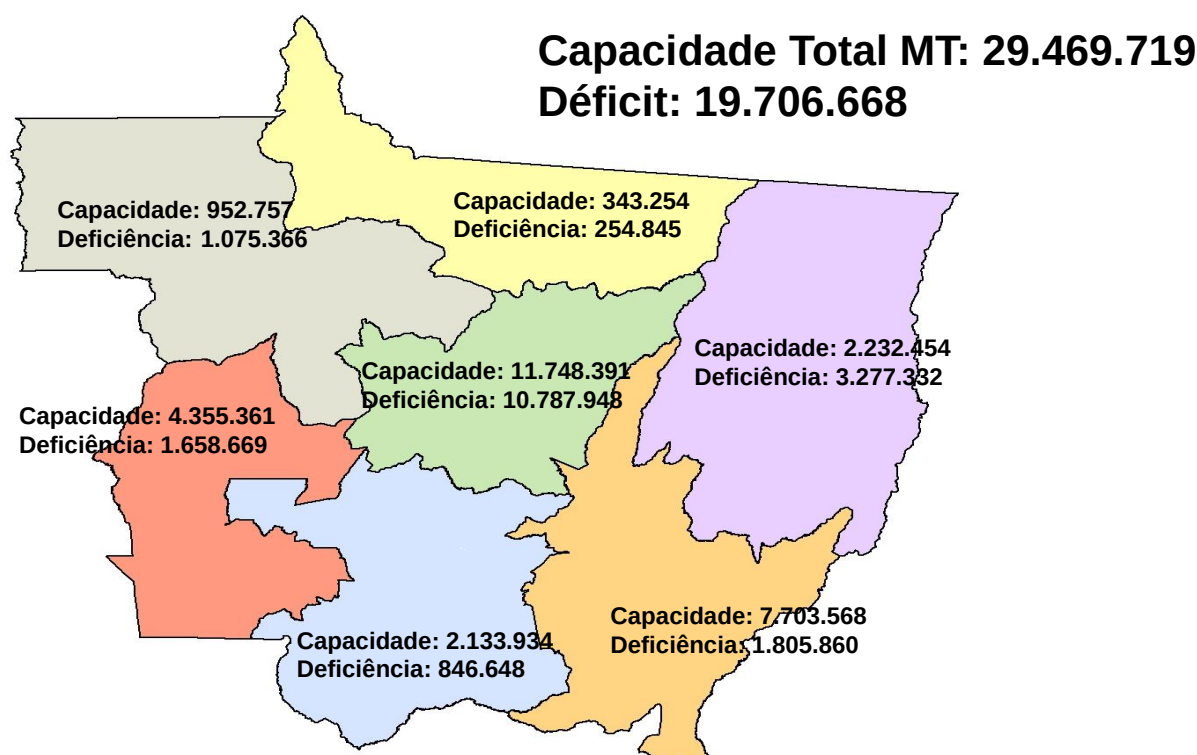


Figura 16. Capacidade e déficit de armazenagem no Mato Grosso, em toneladas.
Fonte: IMEA, adaptado por GODOI, 2013.

Os problemas gerados pela falta de armazéns no estado têm desfavorecido muitos produtores, que, por não terem acesso a estruturas de armazenagem da produção local, são obrigados a enfrentar elevados custos de frete ou, ainda, vender seus produtos a preços abaixo dos custos de produção, como é o caso dos municípios: Confresa, Porto Alegre do Norte, São José do Xingu, Santa Cruz do Xingu, Nova Maringá, Comodoro, Contriguaçu e Porto dos Gaúchos. Também existem localidades com estruturas de armazenamento insuficientes para atender a demanda dos produtores, tais como Querência, Boa Esperança, Tapurah, Cláudia, Cáceres, Paranaíta, Vera, Água Boa, Brasnorte e Sinop.

As principais concentrações de estruturas de armazenagem no Mato Grosso estão nos municípios de Campo Novo dos Parecis, Campo Verde, Lucas do Rio Verde, Nova Mutum, Primavera do Leste, Rondonópolis, Sapezal e Sorriso (CONAB, 2005).

Como apresentado na **Tabela 2**, para a safra 2012/13, segundo CONAB (2013), a região centro-oeste brasileira apresentou produção de 74.777.000

toneladas de grãos. Sua capacidade estática, entretanto, foi de 49.094.300 toneladas, resultando em uma diferença de 25.682.700 toneladas, ou seja 34,34% da produção da região não teve condições adequadas de serem estocados.

Especificamente, para o estado do Mato Grosso nesta mesma safra, a produção de grãos totalizou em 43.331.200 toneladas. A capacidade de armazenagem, contudo, foi de 28.471.900 toneladas. A deficiência gerou uma diferença de 14.859.300 toneladas: 34,29% foi o déficit de armazenagem do estado.

Tabela 2. Produção X Capacidade estática de armazenagem 2012/2013

Região/UF	Produção (mil toneladas)	Capacidade Estática (mil toneladas)	Diferença (mil toneladas)	Déficit (%)
Brasil	185.000	142.000,00	43.000,00	23,24
Centro-Oeste	74.777,00	490.947,30	-25.682,70	34,34
Mato Grosso	43.331,20	28.471,90	-14.859,30	34,29

Fonte: Conab, maio de 2013.

Além disso, destacam-se no Mato Grosso os problemas que são gerados pela produtividade crescente: por se situar em longa distância em relação às zonas portuárias e algumas zonas de comercialização de grãos, a logística de transportes é dificultada. Agravando este problema, a antiga e deficiente malha rodoviária do estado e o pouco uso de transportes ferroviário e hidroviário geram perdas expressivas de grãos, que são impedidos de terem seus lucros maximizados na época de alta dos preços. Demonstra-se assim, a importância da caracterização dos processos logísticos no estado do Mato Grosso, com enfoque às estruturas de armazenamento (LEITE, 2013).

5.2. CARACTERIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE ARMAZENAGEM NO MATO GROSSO

Segundo dados da CONAB (2014), a quantidade de armazéns convencionais no estado do Mato Grosso é de 456, com capacidade estática de 2.201.093 toneladas para esta estrutura. Quanto aos armazéns graneleiros, têm-se 1.715 unidades, armazenando cerca de 27.388.209 toneladas. Infere-se que, do total de

unidades de armazenamento do estado, referidas anteriormente, 21% correspondem aos armazéns convencionais e, 79%, de silos horizontais (armazéns graneleiros).

Ainda, outras referências do Banco de dados IBGE (2014) apresentam para o Mato Grosso os índices: 445 armazéns convencionais, estruturais e infláveis (capacidade estática de 21.415.064 metros cúbicos); 528 graneleiros e granelizados (26.173.536 toneladas); e 703 silos (20.246.737 toneladas).

Por intermédio de ligações feitas a informantes de armazéns nesta região, constatou-se que a estrutura de armazenagem de grãos mais frequente é o silo horizontal, ou seja, o armazém graneleiro. O fundo, podendo ser tanto em “V”, semi-“V” ou em “V” oval, apresentou a primeira opção como mais usual, já que é o modelo em que o processo de descarga de grãos é mais facilitado (sai por gravidade). O semi-“V” foi relatado estar entrando em desuso, já que o fundo é mais largo e os grãos ficam retidos facilmente, necessitando-se o uso de maquinários no desabastecimento. Mais comumente, estas estruturas apresentam capacidade de 35 a 60 mil toneladas, entretanto, dependendo da produção e do tamanho da propriedade a ser implantado, chega a armazenar até 180 mil toneladas.

O motivo provável de se averiguar esta estrutura em maior frequência é sua alta capacidade estática de grãos, fator este essencial em uma região cuja produção de grãos designa-se a maior do país.

Entretanto, verificou-se que, do ponto de vista dos informantes do setor, a estrutura que seria implantada hoje em dia, se fosse o caso, seria também o silo metálico, pois possui menor custo de implantação e seria possível separar os produtos em critérios de qualidade e variedade.

O armazém convencional também apresentou-se em grandes quantidades no Mato Grosso, principalmente nas cooperativas de consumo próprio, que possuem sua própria fábrica.

Os silos-bolsa apareceram em alta escala, principalmente nas propriedades cuja produção e o déficit de armazenagem são muito altos. No Mato Grosso foi muito introduzido nos últimos anos, em que as safras foram safras-recorde no país.

Muitas propriedades demonstraram possuir unidades estruturais diferentes no mesmo local, como silos verticais de concreto, silos metálicos, armazéns graneleiros e silos-pulmão. Deste modo, as unidades complementam-se no processo de abastecimento. Os armazéns graneleiros, pela alta capacidade estática, suprem de modo ideal as épocas de safra das grandes culturas no Mato Grosso. Os silos apresentam eficiência nas épocas de entressafra, em que podem estocar culturas diversas. Os silos-pulmão foram citados estar presentes na maioria das propriedades, e são importantes para o processo de desafogamento da moega.

As capacidades estáticas variaram entre duas mil e 180 mil toneladas, demonstrando assim a grande variação entre os valores de armazenagem de uma estrutura e outra.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo de caso teve por fundamento o entendimento da implantação de determinadas estruturas de unidades armazenadoras de grãos no estado do Mato Grosso e sua importância.

Pode-se concluir que a agricultura brasileira tem elevado potencial de continuar com o segmento da maior importância na economia nacional. Todavia, seu avanço depende cada vez mais dos serviços envolvidos no processo de comercialização do produto agrícola. A exiguidade de infra-estrutura no setor de armazenagem tem sido um fator limitador deste avanço.

A modernização do sistema de armazenamento, principalmente no Centro-Oeste e no estado do Mato Grosso, pode contribuir com a minimização das perdas por escoamento das produções, já que, em safras passadas, por exemplo, produções chegaram a ser estocadas a céu aberto no campo por falta de estruturas apropriadas de abastecimento.

O gerenciamento dos estoques armazenados e das operações deve ser aprimorado para que a atividade de prestação de serviços em armazenagem de grãos torne-se economicamente viável e sem impactos financeiros negativos.

Com os recentes programas governamentais de financiamento, em que linhas de crédito são disponibilizadas aos produtores rurais a fim de incentivar nas implantações de armazéns em fazendas, o déficit de armazenagem e os gargalos com estocagem e logísticos devem e já estão apresentando atenuação. Entretanto, os programas devem focar também nas estruturas a serem instaladas nos locais, de modo a aprimorar o sistema de abastecimento visando sempre maximizar os lucros.

Apesar do tipo de estrutura das unidades armazenadoras não gerarem grande influência na tarifa final de armazenamento - de modo que esta é gerada conforme o produto, sua quantidade e qualidade - certas estruturas requerem o uso de menos energia que outras, e, desse modo, os custos de manutenção no armazém são menores, gerando tarifas menores.

Por conseguinte, para que o Brasil continue no progresso de potência agrícola mundial, terá que investir não somente na produção, mas também nas etapas pós-colheita e especificamente na melhor qualidade dos armazéns e estruturas ideais a serem implantadas nesta etapa de expansão.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, L.F.; OLIVEIRA, T.P.; PORTO, A.G.; SILVA, F.S. **A capacidade estática de armazenamento de grãos no Brasil**. Rio de Janeiro-RJ, 2008.

COLUSSI, J. Blog da Supersafra. Disponível em: <<http://wp.clicrbs.com.br/supersafra>>. Acesso em 20/01/2014.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em 26/12/2013.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento – Armazenagem Agrícola no Brasil. Disponível em:

<<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/7420aabad201bf8d9838f446e17c1ed5..pdf>>. Acesso em 13/01/2014.

D'ARCE, M.A.B.R. **Pós-colheita e armazenamento de grãos**. Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição. 2010.

ELIAS, M. C. **Armazenamento e conservação de grãos**. Universidade Federal de Pelotas. Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial. Pelotas-RS, 2003.

ÉVOLA, C.C. **Capacidade estática de armazenamento da região de Bauru**. Trabalho de Iniciação Científica. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Departamento de Economia, Administração e Sociologia. Piracicaba, 2011.

FILHO, A.F.L.; SILVA, J.S.; REZENDE, R.C. **Estruturas para armazenagem de grãos**. Capítulo 14. Universidade Federal de Lavras. Lavras-MG.

GODOI, E. **O plano safra e a produção agropecuária de Mato Grosso**. Universidade Federal do Mato Grosso. Mato Grosso-MT. 2013.

GOMES, F.C. **Estudo teórico e experimental das ações em silos horizontais**. São Carlos. 205p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2000.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em 26/12/2013.

LEITE, G.L.D. **Capacidade de armazenamento e escoamento de grãos do estado do Mato Grosso**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade de Brasília. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Brasília-DF, 2013.

MESQUITA, J.L.; MACEDO, M.A.S.; BARBOSA, A.C.T. **Avaliação do sistema brasileiro de armazenagem convencional e a granel: um estudo apoiado em Análise Envoltória de Dados (DEA)**. Sober – Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Londrina-PR, 2007.

PUZZI, D. **Abastecimento e Armazenagem de Grãos**. Campinas-SP, 2000.

SIARMA - Sistema de Informações de Armazenagem. Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Departamento de Economia, Administração e Sociologia. Grupo ESALQ-LOG. Piracicaba-SP, 2013.

SILVA, H.C. **Estudo da influência do empuxo lateral causado por grãos nas paredes de grandes silos horizontais**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Trabalho de mestrado profissionalizante. Porto Alegre-RS, 2002.

SILVA, L.C. **Estruturas para armazenagem a granel**. Universidade Federal do Espírito Santo. Departamento de Engenharia Rural. 2010.

SILVA, L.C. **Unidades armazenadoras: Planejamento e Gerenciamento Otimizado**. Universidade Federal do Espírito Santo. Departamento de Engenharia Rural. 2006.