



ESCOLA SALESIANA SÃO JOSÉ
CENTRO PROFISSIONAL DOM BOSCO - CPDB

Brenner Gabriel Gomes Quitério

Guilherme Martins Conti

José Fábio Soares de Melo

**Caçamba eficiente: modelo para diminuição da perda nos
transportes de grãos - FASE 2**

CAMPINAS
2025

Brenner Gabriel Gomes Quitério

Guilherme Martins Conti

José Fábio Soares de Melo

Caçamba eficiente: modelo para diminuição da perda nos transportes de grãos - FASE 2

Relatório técnico elaborado como parte da continuidade de um projeto desenvolvido no curso técnico em Fabricação Mecânica, apresentado ao Centro Profissional Dom Bosco da Escola Salesiana São José, sob orientação dos professores, com o objetivo de documentar o andamento e os resultados obtidos, visando sua participação na Feira de Ciências.

Orientador: Camila Tombasco Furlan

Coorientador: Geraldo Moreno Florentino Junior

CAMPINAS
2025

Dedico este trabalho a todas as pessoas que me apoiaram incondicionalmente ao longo desta jornada acadêmica. À minha família, pelo amor e paciência. Aos meus amigos, pelas palavras de encorajamento nos momentos mais desafiadores. Aos meus professores, pela orientação valiosa que moldou meu conhecimento. E, acima de tudo, dedico este trabalho a mim mesmo, como lembrança de que a persistência e o esforço são recompensados. Este projeto é o resultado de um capítulo importante da minha vida, e é com gratidão que o dedico a todos que tornaram isso possível.

AGRADECIMENTOS.

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos neste momento. Em primeiro lugar, expresso minha gratidão a Deus, que tornou possível a realização deste trabalho.

Quero estender meus agradecimentos a todos os professores que enriqueceram minha jornada acadêmica ao longo deste semestre. Em particular, desejo destacar a valiosa contribuição dos professores Camila e Geraldo. Eles não apenas forneceram orientação acadêmica, mas também dedicaram tempo às conversas e discussões que foram fundamentais no processo de pesquisa. Sua sabedoria e orientação firme, porém amigável, deixaram uma marca significativa em minha jornada acadêmica.

Não posso deixar de agradecer a todos que, de uma forma ou de outra, colaboraram para a conclusão bem-sucedida deste trabalho. Suas contribuições desempenharam um papel importante no meu crescimento acadêmico.

Mais uma vez, obrigado a todos por fazerem parte deste capítulo importante da minha vida.

*“A agricultura é a arte de usar a ciência
para cultivar a terra.”
Charles Darwin.*

RESUMO

Continuação de trabalho anterior, este estudo aprofunda-se na problemática da perda de grãos durante o transporte rodoviário, um tema de grande relevância para o setor agrícola. As perdas que ocorrem durante o transporte de grãos no modal rodoviário, estão entre as maiores fontes de preocupações dos produtores rurais. Para o desenvolvimento do projeto, foi realizado um levantamento dos dados teóricos de custos e qualidades dos materiais que foram utilizados para a realização do protótipo. Foi desenvolvido o protótipo 3D através de softwares de desenho técnico, realizando a avaliação se poderia ocorrer perda de grãos durante o transporte por meio de testes e simulações. A montagem do protótipo foi utilizando conhecimentos técnicos e materiais de mecânica e eletrônica, como: Arduino e motor de passo e entre outros. E já na área de mecânica utilizamos os conhecimentos para desenvolvimento e montagem de protótipo usando chapa de latão, maquinário mecânico e solda Mig. O protótipo também conta com sistema automatizado para abertura da tampa de abastecimento e conta com lona de polietileno de 150 micras mesma usada em estufas agrícolas preservando o calor dos grãos. Integramos sensores avançados de temperatura, umidade e vibração para monitorar as condições dos grãos durante o transporte. Estes sensores garantem que a umidade dos grãos seja mantida. Além disso, incorporamos um desumidificador automatizado que é acionado automaticamente para corrigir qualquer desvio das condições ideais. Para oferecer controle em tempo real aos transportadores, desenvolvemos um Painel. Este Painel permite que os transportadores analisem os dados dos sensores durante o transporte. Em caso de vibração excessiva ele emite alertas para reduzir a velocidade, especialmente em estradas com más condições. Se os sensores detectarem variações significativas de umidade ou temperatura, o sistema de desumidificação é ativado automaticamente para restaurar as condições ideais. A tendência inicial examinou-se a prática técnica por meio de fabricação mecânica e eletroeletrônica e o estudo da agricultura para o conhecimento do problema. A maneira prevista do projeto é auxiliar a agricultura visando a melhoria do transporte rodoviário de grãos brasileiro para que a qualidade do transporte e do mercado agrário se adeque nos campos naturais e sociais.

PALAVRAS CHAVES: Transporte de grãos, Agricultura, Modal rodoviário.

ABSTRACT

Continuing from previous work, this study delves deeper into the issue of grain loss during road transport, a topic of great relevance to the agricultural sector. Losses that occur during road transport of grain are among the greatest sources of concern for rural producers. To develop the project, a survey was conducted of theoretical data on the costs and qualities of the materials used to build the prototype. The 3D prototype was developed using technical design software, and tests and simulations were carried out to assess whether grain loss could occur during transport. The prototype was assembled using technical knowledge and mechanical and electronic materials, such as Arduino and a stepper motor, among others. In the mechanical area, we used our knowledge to develop and assemble the prototype using brass sheet, mechanical machinery, and MIG welding. The prototype also has an automated system for opening the supply cover and is equipped with 150-micron polyethylene sheeting, the same used in agricultural greenhouses, to preserve the heat of the grains. We have integrated advanced temperature, humidity, and vibration sensors to monitor the condition of the grains during transport. These sensors ensure that the moisture content of the grains is maintained. In addition, we have incorporated an automated dehumidifier that is automatically activated to correct any deviation from ideal conditions. To provide real-time control to transporters, we have developed a Dashboard. This Dashboard allows transporters to analyze sensor data during transport. In case of excessive vibration, it issues alerts to reduce speed, especially on roads with poor conditions. If the sensors detect significant variations in humidity or temperature, the dehumidification system is automatically activated to restore ideal conditions. The initial trend examined the technical practice through mechanical and electronic manufacturing and the study of agriculture to understand the problem. The intended purpose of the project is to assist agriculture by improving Brazilian grain road transport so that the quality of transport and the agricultural market are adapted to natural and social conditions.

Keywords: Grain transport, Agriculture, Road modal.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Demonstração de perdas de grãos no transporte	18
Figura 2– O caminho do desperdício do Brasil.....	18
Figura 3 – Distribuição dos modais	22
Figura 4 – Silos graneleiros atuais	23
Figura 5 – Abastecimento de caminhão graneleiro	25
Figura 6 – Produto interno bruto (PIB) do agronegócio em 2020	26
Figura 7 – Grãos de transporte graneleiro	27
Figura 8 – Produção Mundial de Grãos – arroz, cevada, milho, soja e trigo – 2000 a 2022 – 50,7 bilhões de toneladas.....	28
Figura 9 – Dez maiores produtores mundiais de grãos – arroz, cevada, milho, soja e trigo – 2000 a 2020.	28
Figura 10 – Produção mundial de grãos – arroz, cevada, milho, soja e trigo – 2020 – três bilhões de toneladas.....	29
Figura 11– Dez maiores produtores mundiais de grãos – arroz, cevada, milho, soja e trigo – 2020.	29
Figura 12 – Evolução (% acumulado) da produção mundial de grãos (arroz, cevada, milho, soja e trigo) de 2000 a 2020.	30
Figura 13– Evolução (% acumulado) da produção mundial de grãos – arroz, cevada, milho, soja e trigo – ano de 2020..	32
Figura 14 – Projeção e representatividade da perda de grãos – Brasil – (arroz, milho, soja e trigo) – ano de 2020.....	33
Figura 15 – Desenvolvimento no Brasil da agricultura.....	34
Figura 16 – O que é IDH	36
Figura 17 – Agricultura de precisão.....	38
Figura 18 – Sistema LogFintech.....	40
Figura 19 – Aparelho de GPS portátil.....	41
Figura 20 – Logística de carregamento.....	43
Figura 21 – Logística da soja e do milho 2020	45
Figura 22– PIB Brasil 2020 Agronegócio	47
Figura 23 – Colhendo e carregando.....	48
Figura 24– Café pronto para colheita	49
Figura 25 – Café sendo coletado	50

Figura 26– VBP agropecuaria Brasil	51
Figura 27 – VBP	52
Figura 28– Plantação de soja.....	53
Figura 29– Soja pôs colheita.....	55
Figura 30 – Soja caminhão graneleiro.....	56
Figura 31– Gráfico de queda de gastos de fertilizantes na soja.....	57
Figura 32 – Armazenagem de grãos nos anos 70.....	62
Figura 33 – Chapa de latão.....	64
Figura 34 – Lona de polietileno 150 micras.....	65
Figura 35 – Motor de passo 28byj-48.....	65
Figura 36 – Arduino.....	66
Figura 37 – Protoboard	67
Figura 38 – Jumpers macho/macho	67
Figura 39 – Jumpers fêmea/fêmea.....	68
Figura 40 – Jumpers machos e fêmea	68
Figura 41 – Sensor de umidade V1.2.....	69
Figura 42 – Sensor de temperatura DS18B20	70
Figura 43 – Sensor de vibração SW-420	71
Figura 44 – Sensor DHT 11.....	71
Figura 45 – Relé.....	72
Figura 46 – Pastilha Peltier	72
Figura 47 – Dissipador de Calor.....	73
Figura 48– Fonte de Gabinete atx.....	74
Figura 49 – Cano serpentina.....	74
Figura 50 – cooler	75
Figura 51– LCD 16x2	76
Figura 52– Desenho protótipo 3D	78
Figura 53- Sistema de Automação do carregamento	79
Figura 54- Protótipo em desenvolvimento	80
Figura 55– painel de análise	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Planilha de custos do projeto	77
--	----

LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;

CONAB- Companhia Nacional de Abastecimento

CPDB – Centro Profissional Dom Bosco;

PIB – Produto Interno bruto;

OIC – Organismo de investimento coletivo;

VBP- Valor Bruto da Produção agropecuária;

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. JUSTIFICATIVA	17
3. OBJETIVOS	20
3.1. Objetivos específicos	21
4. LEVANTAMENTO TEORICO.....	22
4.1. Transporte de grãos no Brasil.....	22
4.1.1. Evolução da armazenagem de grãos	23
4.1.2. Como é feito o transporte de grãos.....	24
4.1.3. A importância da agricultura no Brasil	26
4.1.4. Representatividade de suas perdas – âmbito mundial e do Brasil	27
4.1.5. O Agro no desenvolvimento no Brasil.....	33
4.1.6. Agricultura e economia do Brasil.	35
4.1.7. Agricultura de precisão	37
4.1.8. Logística de escoamento de grãos	42
4.1.9. O agronegócio responde por 27,4 do PIB brasileiro em 2021	46
4.1.10. Transporte de grãos pós colheita.....	48
4.1.11. Brasil é o maior produtor de café e o segundo grande consumidor de café. 49	
4.1.12. Valor da produção agropecuária previsto para 2023 tem o melhor resultado em 34 anos.....	50
4.1.13. Safra de grãos é estimada em 313 milhões de toneladas impulsionada pela soja 53	
4.1.14. Quantidade de soja para saldar custos de produção das lavouras aumenta na safra 2023/24	56
4.1.15. Teor de umidade dos grãos define qualidade e preço do produto ...	59
4.1.16. Histórico de armazenagem de grãos.....	61

4.1.17.	Análise da perde de milho e soja no transporte rodoviário no Brasil	62
5.	MATERIAIS E MÉTODOS	63
5.1.	MÉTODOS	63
5.2.	MATERIAIS	63
5.2.1.	Chapa de latão	64
5.2.2.	Lona de polietileno	65
5.2.3.	Motor de passo	65
5.2.4.	Arduino Uno	66
5.2.5.	Protoboard	66
5.2.6.	Jumpers	67
5.2.7.	Sensor de umidade Capacitive Soil Moisture Sensor V1.2	69
5.2.8.	Sensor de Temperatura DS18B20	70
5.2.9.	Sensor de Vibração	71
5.2.10.	Sensor DHT 11	71
5.2.11.	Relé	72
5.2.12.	Pastilha Peltier	72
5.2.13.	Dissipador de Calor	73
5.2.14.	Fonte ATX de Gabinete	73
5.2.15.	Cano serpentina	74
5.2.16.	Cooler	75
5.2.17.	Display LCD 16x2	76
6.	PLANILHA DE CUSTOS DO PROJETO	77
7.	RESULTADOS OBTIDOS	78
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
	REFERÊNCIAS	83

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho é uma continuação de estudos anteriores que é tratam da questão da perda de grãos durante o transporte, que é muito importante. As perdas que ocorrem durante o transporte de grãos estão entre as maiores fontes de preocupações dos produtores rurais. O trabalho de plantio e colheita é bem complicado, em grandes e pequenas plantações, a logística é algo fundamental para evitar prejuízos, e não para pôr aí, após o pós-colheita temos a etapa mais esperada pelo produtor, a entrega.

Para o grão chegar ao seu destino é necessário que faça o transporte da carga. Normalmente acontece as perdas de grãos nesse trajeto e evitar isso é um verdadeiro desafio.

A maioria dos produtos alimentícios brasileiros passam ao menos por duas etapas, a colheita e a entrega. Devido à importância, é necessária a criação de um sistema logístico de transportes. Ele deve ter a finalidade de redução de perdas e gastos e um aumento significativo da produção no campo. No entanto o que se destaca são as perdas ocasionadas pelo transporte rodoviário, já que o mesmo atualmente, o modal rodoviário é responsável por 61,1% do transporte de grãos, seguido do ferroviário, 20,7%; o aquaviário, 13,6%; o duto viário, 4,2% e o aeroviário possui apenas 0,4%, segundo os dados da Confederação Nacional do Transporte.

Portanto, com maior utilização do transporte rodoviário, as perdas de grãos durante a movimentação podem ser vistas nas fazendas durante a movimentação das colheitas, das fazendas para os armazéns ou cooperativas, e dos armazéns aos portos de embarque.

No ciclo 2024/2025, as perdas durante o transporte de grãos continuam sendo um problema grave para o agronegócio brasileiro. Estima-se que até 15% da produção nacional seja desperdiçada devido à má qualidade da infraestrutura logística, principalmente no modal rodoviário, que ainda é responsável por mais de 65% do transporte de grãos no país (CF News, 2025; Jornal de Brasília, 2025). Essas perdas representam um impacto econômico significativo, chegando a cerca de US\$ 4 bilhões por safra (CF News, 2025). Mesmo com o crescimento do volume transportado como o recorde de 10,4 milhões de toneladas movimentadas em março de 2025, a falta de investimentos em estradas, frota e integração entre modais contribui para a continuidade dessas perdas (INFRASA, 2025). Além disso, quando a carga é

transferida de um modal para outro, a estimativa de quebra é de 1,53% da produção, evidenciando a urgência de melhorias logísticas para preservar a qualidade e a quantidade dos grãos até o destino (CF News, 2025).

De acordo com dados recentes, o Brasil perde até 15% da produção de grãos durante o transporte, devido principalmente à falta de infraestrutura adequada, como estradas em más condições, má conservação dos veículos e falta de integração entre os modais logísticos. Essas perdas representam um prejuízo anual estimado em US\$ 4 bilhões, o que afeta diretamente a rentabilidade do setor agropecuário e encarece o custo dos alimentos para o consumidor final (CF News, 2025). O cenário evidencia a necessidade urgente de investimentos em infraestrutura de transporte, especialmente no modal rodoviário, que ainda é responsável por mais de 65% do escoamento da produção agrícola no Brasil. Melhorias nesse setor podem reduzir significativamente o desperdício de grãos e aumentar a eficiência logística do país (CF News, 2025).

As mudanças e investimentos realizados nos últimos 40 anos transformaram o agronegócio no Brasil em um dos pilares da economia e do desenvolvimento do país. Para se ter uma ideia, de acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em 1977, o país produzia cerca de 46 milhões de toneladas de grãos. Em 3 comparação, a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) estima que somente na safra 2022/23 o país produza mais 300 milhões de toneladas de grãos. Isso significa que nos últimos 40 anos, o Brasil aumentou sua produção de grãos em mais de 500%. (CONAB, 2023).

São diversos fatores que influenciam para que o Brasil se destaque cada vez mais no mercado agrícola, tais como: fatores climáticos, implantação de novas tecnologias, investimentos nos campos e dedicação por parte dos produtores. Mesmo com os bons resultados, o país apresenta uma quantidade expressiva de perda de grãos no transporte, por esse motivo tende a aumentar o valor do produto para compensar a perda correspondente. Diante dos fatos supracitados o trabalho tem como objetivo identificar as perdas em quantidade e seus percentuais durante o transporte rodoviário (CARDOSO, 2022).

A má qualidade das carrocerias ou até mesmo a escolha errada dela prejudica o produtor, seja ele de grande ou pequeno porte, a escolha errada da carroceria pode

causar perdas significativas, perdas do grão seja por desperdício ou até mesmo interfira na qualidade do grão.

Espera-se que com a conclusão do desenvolvimento do projeto ter relevância para uma maior discussão onde se possa reduzir a perda de grãos chegando ao destino do transporte a carga completa e com a mesma qualidade feita na colheita do produto.

2. JUSTIFICATIVA

A principal motivação para o projeto foi analisar a quantidade de grãos desperdiçados durante o transporte rodoviário ao longo dos anos, visando aumentar a qualidade do transporte para que o produtor não tenha que se preocupar com a oscilação do seu lucro sobre o seu produto produzido na safra, a etapa do transporte para armazéns, cooperativas ou portos de embarque, é onde ocorre a perda e o Brasil está em segundo lugar pela causa responsável na perda total da safra de grãos.

O produtor perde uma parte da safra dele no transporte no carregamento pois tendo ciência que vai ocorrer uma porcentagem da perda da carga até o destino final ele acaba tendo que mandar uma quantidade maior de carga, para chegar no destino com a carga que deveria ter saído do ponto de carregamento, com toda essa perda no transporte rodoviário o produtor vende o produto com um preço até mais alto pois uma quantidade da produção na safra fica nas estradas, assim deixando mercadoria e uma porcentagem do seu lucro pois se não ocorrer a perda o lucro do produtor seria maior e ele poderia produzir mais nas próximas safras fazendo investimentos maiores pois teria uma margem certa lucrativa.

Dos 268,1 milhões de toneladas de alimentos disponíveis no Brasil em 2013, quase 10% foram perdidos, segundo levantamento da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (CONAB, 2018). Entre os maiores causadores dessas perdas estão: o transporte rodoviário, armazenamento, manuseio e a embalagem. Nesse contexto, reduzir as perdas na colheita e no transporte significa aumentar o lucro da atividade agrícola.

Figura 1 – Demonstração de perdas de grãos no transporte



Fonte: Motobipa agro

No Brasil, as empresas perdem no transporte de grãos das rodovias até os portos de embarque para exportação alguns percentuais, o indicador aponta perda de cerca de 0,17%. A situação é ainda melhor para o segundo produto, com índice de aproximadamente 0,13%. Essas métricas apontam perda, por tonelada transportada, de 1,2 kg/t para o milho, 1,7 kg/t para o trigo e 1,29 kg/t para o arroz em casca. Além disso, em todo território nacional, os agricultores deixam de ganhar entre 800 mil e 1 bilhão de reais por ano por conta da perda no transporte de grãos, isso levando apenas o milho e a soja em consideração (Brasil. Ministério da agricultura e pecuária. CONAB / CNPq, 2023).

Figura 2– O caminho do desperdício do Brasil



Fonte: A Lavoura

Para um transporte eficaz o caminhão deve ter uma estrutura eficiente para que não ocorra a perda de grãos e qualidade ao fim do trajeto. [OBJ]

3. OBJETIVOS

O objetivo inicial do projeto é reduzir a perda de grãos no transporte rodoviário, com o intuito de melhorar o sistema de carregamento para o produtor agrícola diminuindo as perdas e melhorar a qualidade da entrega e do grão. Desta forma ajudando no transporte e o lavrador, assim o agricultor não terá perdas em custo e nem em grãos, podendo produzir mais na safra pois vai ter ciência que não vai haver prejuízo na qualidade e nem de produto.

Nosso projeto inclui não apenas a criação de uma caçamba automatizada para transporte de grãos, mas também a implementação de tecnologias avançadas para garantir a integridade dos grãos durante todo o processo logístico. Integramos sensores de temperatura, umidade e vibração na caçamba, além de um sistema de desumidificação para manter a umidade dos grãos entre 12% e 14% e a temperatura abaixo de 35°C e tendo 18°C como ideal e estável durante o transporte.

Além disso, desenvolvemos um painel dedicado que permite ao transportador analisar em tempo real os dados capturados pelos sensores durante o transporte. Caso seja detectada uma vibração excessiva, o Painel emitirá um alarme, alertando o transportador para reduzir a velocidade, especialmente em estradas com condições adversas. Além disso, se os sensores detectarem variações significativas de umidade ou temperatura, o sistema de desumidificação será acionado automaticamente para corrigir as condições e preservar a qualidade dos grãos.

Com essa abordagem, não apenas buscamos minimizar as perdas durante o transporte de grãos, mas também oferecer aos transportadores ferramentas em tempo real para garantir a segurança do transporte, adaptando-se às condições da estrada e mantendo os grãos em condições ideais. Essas tecnologias não apenas melhorarão a eficiência do transporte de grãos, mas também elevarão os padrões de qualidade no mercado agrário, beneficiando tanto os produtores quanto os consumidores, enquanto contribuem positivamente para a sociedade e o meio ambiente. Para este protótipo ser construído outros objetivos foram levantados.

3.1. Objetivos específicos

- **Reduzir as perdas de grãos no transporte rodoviário** por meio de automação e vedação eficiente, evitando o desperdício de alimentos e fortalecendo a segurança alimentar. (ODS 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável)
- **Manter a qualidade dos grãos durante todo o transporte** com monitoramento em tempo real de temperatura, umidade e vibração, utilizando sensores inteligentes e sistemas automatizados. (ODS 9 – Indústria, Inovação e Infraestrutura)
- **Diminuir os impactos ambientais do agronegócio**, evitando o descarte de milhões de toneladas de grãos que contribuem para emissões de CO₂ desnecessárias na produção. (ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis | ODS 13 – Ação Contra a Mudança Climática)
- **Promover maior rentabilidade ao produtor agrícola**, reduzindo custos logísticos e aumentando a eficiência do transporte, o que fortalece a economia rural e a competitividade brasileira no mercado global. (ODS 8 – Trabalho Decente e Crescimento Econômico)
- **Expandir a solução para aplicação em grandes frotas de transporte agrícola**, ampliando o impacto positivo no setor e consolidando o Brasil como referência em inovação sustentável no agronegócio. (ODS 9 e 2)

4. LEVANTAMENTO TEORICO

4.1. Transporte de grãos no Brasil

O agronegócio é uma das bases da economia brasileira, mas para que ele possa exercer as suas plenas funções, existe toda uma estrutura por detrás que o mantém ativo e, dentre esses processos está o transporte de grãos.

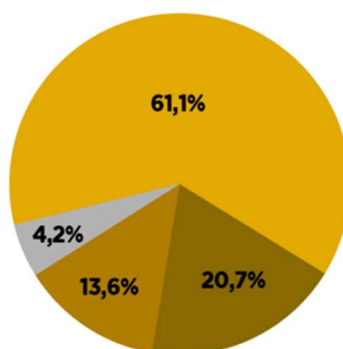
Não é novidade que os caminhoneiros enfrentam diariamente diversos obstáculos no meio do caminho, seja por falta de estrutura nas estradas, exaustivas jornadas de trabalho e, muitas vezes, falta de segurança.

Contudo, ainda há uma preocupação a mais: tomar muito cuidado com a carga para que ela não seja desperdiçada ao longo da viagem e, é justamente por isso que a logística do transporte de grãos no Brasil é fundamental.

Figura 3 – Distribuição dos modais

**DISTRIBUIÇÃO DOS MODAIS DE CARGA NO BRASIL
EM PORCENTAGEM (%)**

■ Rodoviário ■ Ferroviário ■ Aquaviário ■ Dutoviário



Fonte: Nidera sementes

Como dito anteriormente, o agronegócio é um dos motores da economia brasileira. Isso quer dizer que para o mercado funcionar, a logística de transporte de grãos no Brasil é essencial. O processo é longo e inclui preparos, planejamento,

plantio, colheita para então chegar ao transporte da mercadoria. Contudo, todas essas etapas estão interligadas.

É difícil precisar o tempo ideal de colheita e distribuição, visto que estes fatores dependem das condições climáticas de cada região e dos tipos de grãos utilizados. No entanto, as chamadas cultivares, ou seja, essas plantas aprimoradas pelo homem, têm ciclos que giram em torno de 60 a 120 dias. O agricultor, portanto, precisa ter um bom planejamento para que estes grãos estejam com qualidade de excelência para distribuição. Depois disso, o grão ainda precisa passar pela secagem, armazenamento e então o transporte. Dessa forma, os próximos passos requerem muito cuidado, visto que é neste ponto onde encontram-se as maiores dificuldades.

Um escoamento da carga que não é feito corretamente acarreta gastos mais altos com armazenagem, por exemplo. Por isso, escolher a máquina correta neste processo também é importante. Um modelo muito utilizado é a bazuca para transporte de grãos justamente por ser mais resistente. Além disso, a máquina possui uma estrutura que foi elaborada para suprir as demandas deste setor.

4.1.1. *Evolução da armazenagem de grãos*

Assim como vem ocorrendo com a produção, os equipamentos de armazenagem de grãos também evoluíram bastante, principalmente nos últimos anos. As principais companhias brasileiras fabricantes de equipamentos para armazenagem estão diversificando seus portfólios de produtos, ofertando equipamentos que atendem diferentes necessidades.



Fonte: Myfarm

Essa diversificação de equipamentos bem junto com um mercado cada vez mais globalizado e altamente competitivo, onde estratégias para a segregação de produtos tem sido cada vez mais priorizadas. Assim, as empresas visam agregar valor ao grão, reduzir as perdas ao longo da cadeia produtiva e ampliar sua participação no mercado.

Com isso, as empresas estão se adaptando ao processo de segregação, onde a construção de silos com menor capacidade e no esquema modular, se torna uma alternativa de estrutura capaz de proceder com a segregação dos grãos, aumentando em função da capacidade da empresa.

Além disso, os últimos anos têm sido voltados para maior integração entre fabricantes, clientes e transportadoras, já que todos passam a constituir elos dentro da cadeia de suprimentos, conhecida como Supply Chain.

Dessa forma, todos os processos são desenvolvidos para entregar o produto correto dentro do prazo para o consumidor final. Com isso, a configuração do armazém irá naturalmente evoluir para atender aos novos parâmetros de desempenho e de qualidade desejados pelo mercado.

4.1.2. Como é feito o transporte de grãos

O transporte de grãos é uma atividade essencial para o abastecimento de alimentos em todo o mundo. Grãos como trigo, arroz, milho, soja e outros são cultivados em grandes quantidades e precisam ser transportados dos locais de produção para os centros de distribuição e processamento, antes de chegarem aos

consumidores finais. O transporte de grãos pode ser realizado por diferentes meios, como caminhões, trens, navios e até mesmo aviões, dependendo da distância a ser percorrida e da urgência na entrega. No entanto, o transporte ferroviário e marítimo são os meios mais utilizados em larga escala.

É importante ressaltar que o transporte de grãos requer cuidados especiais para garantir a qualidade do produto. O armazenamento, o manuseio e o transporte devem ser realizados de forma adequada para evitar danos aos grãos e, conseqüentemente, a perda de qualidade e valor de mercado.

Figura 5 – Abastecimento de caminhão graneleiro



Fonte: Cobli

O transporte de grãos pode ser feito por via terrestre, ferroviária, hidroviária e aérea, dependendo da distância e do destino final. No Brasil, o transporte rodoviário é o mais comum, pois o país possui uma ampla malha viária. Dessa forma, os grãos são colocados em caminhões graneleiros, que possuem carrocerias especiais para evitar que os produtos sejam danificados durante o transporte. Já no caso do transporte ferroviário, os grãos são transportados em vagões com capacidade para até 100 toneladas, garantindo uma maior eficiência e economia. No transporte hidroviário é utilizado especialmente em regiões próximas aos portos.

Em síntese, o transporte de grãos envolve uma série de processos para garantir que os produtos cheguem ao seu destino com qualidade e segurança. É um trabalho

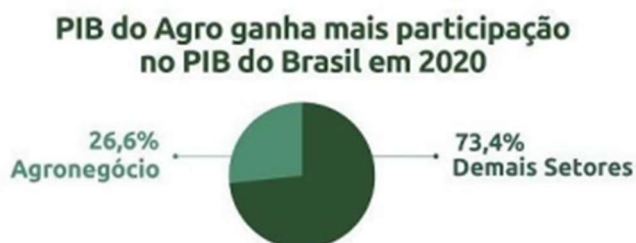
que requer planejamento e logística adequados, além de cuidados especiais com os grãos durante todo o processo de transporte.

4.1.3. A importância da agricultura no Brasil

A agroindústria brasileira tem uma importância global, principalmente em seus negócios de exportação, contribui para a geração de empregos, de alimentos entre outros fatores. Segundo a empresa brasileira de pesquisa agropecuária (EMBRAPA) a agricultura é um dos setores contribuintes para o crescimento do produto interno bruto (PIB) nacional e que responde por mais de 20% das riquezas produzidas, um quinto de todos os empregos e 43,2% das exportações brasileiras, chegando a US\$ 96,7 bilhões em vendas (2019-2020).

Figura 6 – Produto interno bruto (PIB) do agronegócio em 2020

	Insumos	Primário	Agroindústria	Agrosserviços	Total
Dez/2020	1,76	4,29	1,14	1,49	2,06
Acumulado jan-dez/2020	6,91	56,59	8,72	20,93	24,31



Fonte: < <https://cnabrazil.org.br> >

A agricultura é um dos setores mais importantes para a economia brasileira, contribui na nutrição da população, química verde, produção de biomassa e no desenvolvimento e aspecto da cultura e em vários outros fatores. De acordo com a EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2020), em relação ao departamento de agricultura dos Estados Unidos.

Dados do Economic Research Service – United States Department of Agriculture (em tradução nossa, Serviço de Pesquisa Econômica do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos) indicam que a produção de alimentos no Brasil apresentará a maior taxa de crescimento entre os maiores produtores e consumidores de alimentos no mundo. (EMBRAPA, 2020).

A evolução tecnológica da agricultura é importante para que o país evolua, para 2030, modelos matemáticos projetam produção de grãos superior a 318 milhões de toneladas, o que significa um aumento de cerca de 68 milhões de toneladas a produção atual do Brasil (EMBRAPA, 2020). A agricultura no Brasil tem a menor sobra de dúvida e essencial e de suma importância para a economia e desenvolvimento do país, gerando emprego, alimento para o consumo e rotação de cultura, como mostrado nos últimos anos, o país foi um grande importador e produtor, e acabou se tornando um grande provedor de alimentos para o mundo, e a cada período o país está aumentando sua capacidade.

4.1.4. Representatividade de suas perdas – âmbito mundial e do Brasil

Objetivo da análise é avaliar a dimensão da perda de grãos nos últimos 21 anos em nível nacional e mundial, e destacar sua representatividade com base em parâmetros monetários e de conteúdo energético para a dieta humana.

Figura 7 – Grãos de transporte graneleiro



Fonte: Germipasto

O aumento populacional requer cada vez mais esforços para o enfrentamento da demanda por alimentos no mundo, buscando-se alternativas que não se restringem exclusivamente ao incremento nas áreas de produção e produtividade das culturas.

Nesse sentido, o papel das perdas e desperdícios de alimentos tem sido amplamente discutido e é também destaque no mais recente estudo da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB).

O objetivo da análise é avaliar a dimensão da perda de grãos nos últimos 21 anos em nível nacional e mundial, e destacar sua representatividade com base em parâmetros monetários e de conteúdo energético para a dieta humana.

O documento faz uma análise sobre as perdas de grãos no mundo, ocorridas em todas as etapas da cadeia produtiva, desde a lavoura à mesa do consumidor. E ressalta ainda a necessidade de que, neste momento e para as próximas décadas, a humanidade volte seus esforços para a questão das perdas e desperdícios de alimentos.

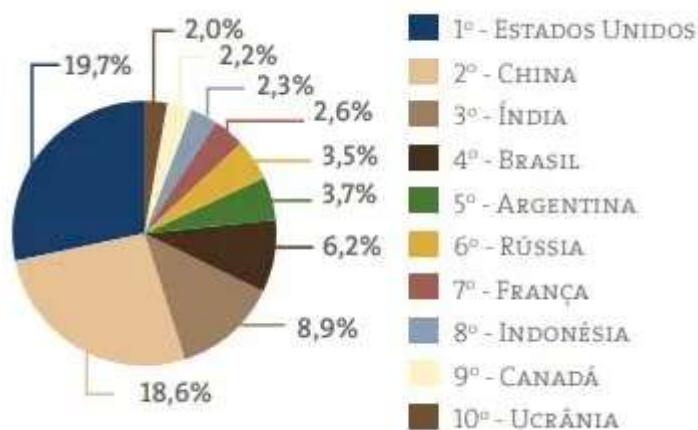
Não há como fazer referência ao tema de perda de grãos no mundo sem, preliminarmente, ter a percepção da dimensão de sua produção. Ao considerar os produtos arroz, cevada, milho, soja e trigo, que representaram juntos mais de 90% da produção mundial de grãos nos últimos 21 anos, somente 10 países foram responsáveis pelo montante predominante dessa produção, alcançando 69,7%. Desses, quatro nações responderam por mais de 50% dessa produção, tendo o Brasil ocupado a quarta posição, com fatia percentual de 6,2%, conforme Gráficos 1 e 2.

Figura 8 – *Produção Mundial de Grãos – arroz, cevada, milho, soja e trigo – 2000 a 2022 – 50,7 bilhões de toneladas.*



Fonte: Faostat (2021). Adaptado de Embrapa (2021)

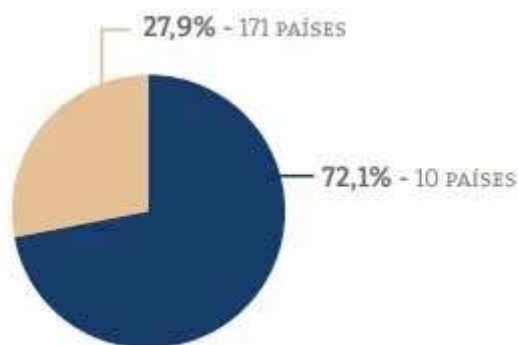
Figura 9 – *Dez maiores produtores mundiais de grãos – arroz, cevada, milho, soja e trigo – 2000 a 2020.*



Fonte: Faostat (2021). Adaptado de Embrapa (2021).

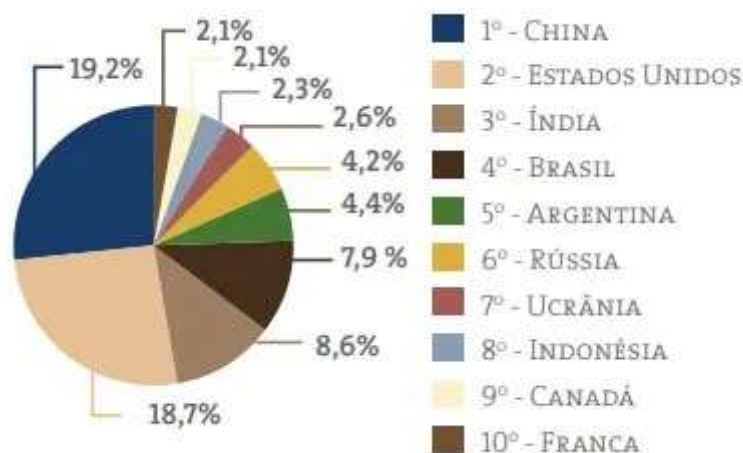
O recorte do último ano desse período analisado não se mostrou distinto, evidenciando para os mesmos grãos predominantemente produzidos no mundo, que 72,1% advieram dos mesmos 10 países, com variações apenas nas posições ocupadas entre si na ordenação entre os maiores produtores.

Figura 10 – Produção mundial de grãos – arroz, cevada, milho, soja e trigo – 2020 – três bilhões de toneladas.



Fonte: Faostat (2021). Adaptado de Embrapa (2021).

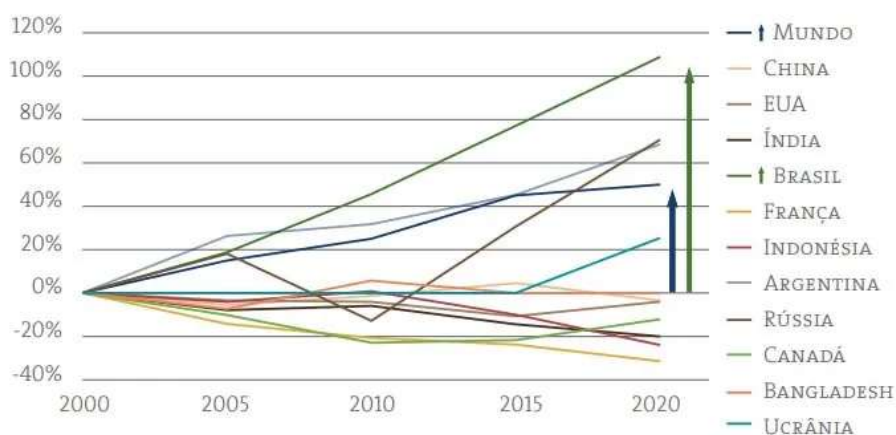
Figura 11– Dez maiores produtores mundiais de grãos – arroz, cevada, milho, soja e trigo – 2020.



Fonte: Faostat (2021). Adaptado de Embrapa (2021).

Quando analisada a dinâmica de produção nesse período (Gráfico 5), o mundo apresentou um aumento acumulado de 50% na produção total desse grupo de produtos, carreado principalmente pela evolução no Brasil (108,9%), seguido da Rússia (70,77%), e Argentina (68,61%). Em que pesem razões específicas para cada nação, esse panorama produtivo em franca evolução teve como causa principal, a incorporação de novas tecnologias com geração contínua de aumento na produtividade.

Figura 12 – Evolução (% acumulado) da produção mundial de grãos (arroz, cevada, milho, soja e trigo) de 2000 a 2020.



Fonte: Faostat (2021).

Fonte: Faostat (2021)

Consoante ao crescimento na produção mundial de grãos, projeta-se também no período, um aumento substancial no montante perdido, tendo em vista a relação percentual entre as variáveis.

Apesar da significativa variação nos índices divulgados para perdas de grãos no mundo, é representativo considerar o percentual médio de 15% para perdas de grãos, considerando todas as etapas da lavoura à oferta ao consumidor (colheita, armazenagem, transporte e processamento), tanto do ponto de vista quantitativo como qualitativo.

De forma rotineira, são atribuídas projeções para perdas de grãos no Brasil de no mínimo 10%, considerando somente a perda quantitativa, tida como predominante. Com base nesse patamar, ao considerar a produção mundial de grãos obtida em 2020 (arroz, cevada, milho, soja e trigo), no total de 3,05 bilhões de toneladas (Infográfico 1), é possível projetar uma perda de 458,1 milhões de toneladas.

Em termos monetários, na cotação dolarizada média de março de 2022, para cada produto, e nas devidas proporções perdidas para cada tipo de grão, esse montante de perda representa, aproximadamente, US\$176,1 bilhões, valor superior ao PIB de mais da metade dos países da América Latina e Caribe somados.

No âmbito nutricional, como fonte energética na dieta humana, a projeção da perda de grãos em 2020 representou 1.660 trilhões de kcal, considerando os devidos quantitativos perdidos para cada tipo de grão e sua composição em energia (kcal), de acordo com Franco (2003). Com base na recomendação de ingestão calórica diária de 2.500kcal/dia, por indivíduo adulto e com saúde normal, realizada pela Organização Mundial da Saúde (OMS), essa perda possibilitaria suprir a demanda energética de 1,8 bilhões de pessoas, durante 365 dias, mais do que o dobro do quantitativo de pessoas que enfrentaram a fome no mundo durante o ano de 2020, 811 milhões, conforme estimativa divulgada em relatório da Organização das Nações Unidas (ONU), em julho de 2021.

Figura 13– Evolução (% acumulado) da produção mundial de grãos – arroz, cevada, milho, soja e trigo – ano de 2020..



Fonte: Elaborado pelos autores com base em Caixeta Filho e Pêra (2021); Cepal (2022); Conab (2021 e 2022); Dieese (2012); Embrapa (2012 e 2020); Faostat (2021); Franco (2003); Lorini (2007); Penissan (2021).

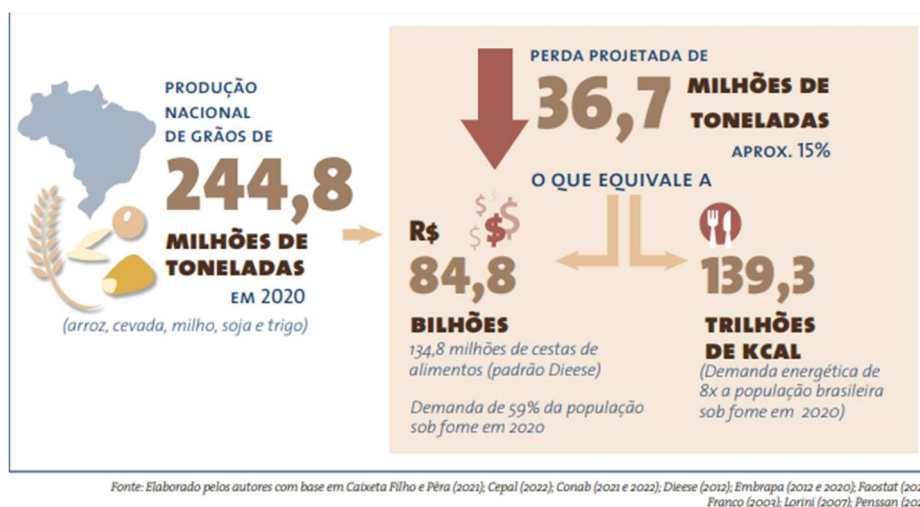
Fonte: conab (2022)

No âmbito do Brasil, o montante perdido e sua representatividade também se mostram impactantes. Adotando-se o mesmo ano para fins de comparação com a produção mundial em 2020, o país teve produção estimada de 244,8 milhões de toneladas considerando, juntos, arroz, milho, soja e trigo, aproximadamente 95% da produção nacional de grãos naquele ano. Ao se empregar o mesmo referencial de 15% como parâmetro percentual para perdas de grãos, a projeção do montante perdido no Brasil, em 2020, corresponde a 36,7 milhões de toneladas.

Na cotação semanal de março de 2022 (21 a 25 de março), preço pago ao produtor, de acordo com Conab, considerando as devidas proporções perdidas para cada produto, o valor monetário corresponderia a R\$ 84,8 bilhões. São valores muito significativos, e que causam impacto quando os transformamos em produtos de outra natureza.

A exemplo, do contraste com valores de cestas de alimentos, sobremaneira pertinente, uma vez que o alvo central do objeto em discussão é o enfrentamento da fome. Para tanto, adotando a cesta de alimentos padrão Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (Dieese), base para o dimensionamento do salário-mínimo no Brasil, com cotação para o mês de fevereiro de 2022 de R\$ 629,04, o valor perdido projetado permitiria adquirir 134,8 milhões de cestas.

Figura 14 – Projeção e representatividade da perda de grãos – Brasil – (arroz, milho, soja e trigo) – ano de 2020.



Fonte: Conab (2022)

Como esse padrão de cesta é dimensionado para suprir a necessidade de um trabalhador adulto durante 30 dias, isso corresponderia ao suprimento alimentar de 11,2 milhões de pessoas por ano, cerca de 59% das pessoas que enfrentaram a fome no Brasil no ano de 2020, conforme estimativas do Governo Federal.

De forma análoga à perda mundial de grãos e seu correspondente em calorias, a projeção do montante de grãos perdidos no Brasil, em 2020, corresponderia a 139,3 trilhões de kcal, o que, por conseguinte, atenderia a demanda energética 152,6 milhões de pessoas, durante 365 dias. Em contraste com o parâmetro da fome no Brasil naquele ano, o montante perdido de grãos, sob a ótica estritamente energética, suprimiria oito vezes a necessidade energética de toda a parcela da população brasileira que enfrentou essa adversidade.

4.1.5. O Agro no desenvolvimento no Brasil.

Com a descoberta do Brasil pelos europeus, os colonizadores encontraram nas nossas terras uma grande oportunidade para expandirem sua agricultura. De maneira geral, as plantas mais cultivadas no Brasil eram oriundas de outros países, logo após o descobrimento.

O trigo e a cana-de-açúcar, por exemplo, ao que tudo indica, foram introduzidos em 1534, na Capitania de São Vicente, hoje São Paulo. Desde aí, outras espécies de

plantas foram sendo introduzidas e se adaptando ao nosso clima tropical. Dessa forma, o agronegócio se tornou muito importante para o país.

Figura 15 – Desenvolvimento no Brasil da agricultura



Fonte: Agropós

Nos municípios brasileiros que têm a agricultura como base da economia, existe maior oferta de emprego, crescimento das cidades e qualidade de vida. Existe um impacto positivo que esperamos de quem tem o compromisso de levar comida boa do campo à mesa. E isso começou na década de 1970, quando as fronteiras agrícolas modernas do Brasil começaram a ser ocupadas, tornando-se áreas intensivas em capital e tecnologia. E com isso, algumas cidades tornaram-se centros de referência, tecnologia e desenvolvimento. É evidente que existe correlação entre modernização agrícola e aumento da urbanização nos principais municípios produtores de grãos da fronteira agrícola moderna. Nesses locais, o percentual da taxa de urbanização é superior ao dos seus respectivos estados.

Exemplos são as cidades de Dourados (MS), Rio Verde (GO), Barreiras (BA), Uberlândia (MG) e Rondonópolis (MT), que surgiram como pequenos vilarejos e se tornaram importantes centros regionais. Verdadeiras conexões entre as suas regiões e o restante do território nacional.

Além disso, nas últimas décadas, o Brasil também se tornou um grande provedor de alimento para o mundo e, atualmente, somos um dos grandes líderes agrícolas do planeta. Aumentamos a produção e a produtividade da agropecuária. Com isso, passamos a exportar grandes quantidades de alimentos e ainda diminuir o

custo relativo da nossa cesta básica. A partir de 1975, identificamos expressivo crescimento de produtividade. De uma produção que girava em torno de 1.500 kg/ha, em média, atingiu-se cerca de 4000 kg/ha em algumas culturas, nos tempos atuais. De importador de alimentos, o Brasil se transformou, em 50 anos, em um dos maiores exportadores mundiais.

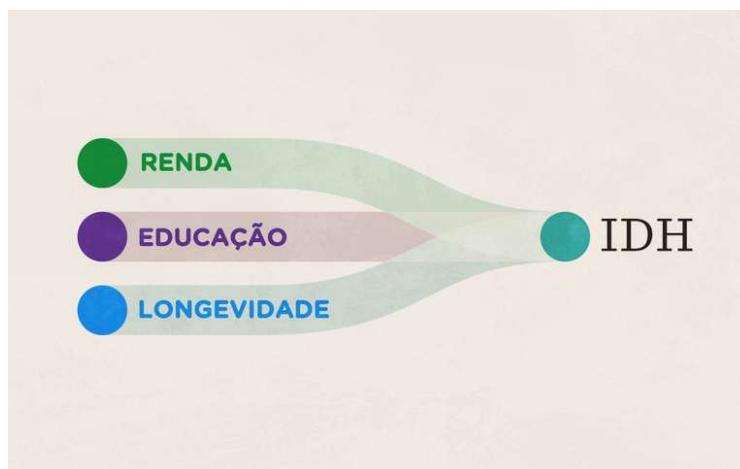
A produção de cereais, por exemplo – milho, arroz, trigo – aumentou de 0,29 para 0,39 toneladas por pessoa entre 1961 e 2014, como resultado do aumento da produtividade ao longo do tempo. Um exemplo mais palpável pode ser visto na produção mundial de arroz. Se compararmos o ano de 1961 com o de 2018 encontramos um aumento de aproximadamente 73% na produção associado a um crescimento de apenas 31% em novas terras. Enquanto, nesse mesmo período, a população cresceu mais de 60%.

4.1.6. *Agricultura e economia do Brasil.*

Não dá para negar a importância do agronegócio para o Brasil. O setor responde por um quarto do Produto Interno Bruto (PIB) do país, sendo que 1 em cada 3 trabalhadores brasileiros está empregado em lavouras, criações, agroindústria e na produção de insumos.

Municípios que têm a agricultura como base da economia apresentam, de modo geral, maior evolução no Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do que regiões classificadas como “não-agrícolas”.

Figura 16 – O que é IDH



Fonte: Nexo jornal

O IDH é um dado utilizado pela Organização das Nações Unidas para analisar a qualidade de vida de uma população. Ele considera educação, saúde e renda.

Analizando apenas o IDH de regiões onde se cultiva cana-de-açúcar, milho e soja se observa um crescimento de até 73% no IDH nas últimas décadas. Em regiões não agrícolas o crescimento foi de 57%. Em outras palavras, nas regiões onde o agronegócio é forte, toda a sociedade ganha. Áreas que se tornam polos de migração e referência em geração de oportunidades.

Além disso, a digitalização dos processos e a introdução de ferramentas de precisão no campo, atrai novos talentos e exigem profissionais cada vez mais qualificados, colocando o Brasil também como exportador de tecnologia agrícola. Dessa forma, nossas terras agrícolas continuam a fornecer alimentos e outros produtos para a população humana que continua a crescer rapidamente.

É claro que não podemos esquecer que o desenvolvimento agrícola traz também muitos benefícios para a agricultura familiar. Apesar de ser um termo não muito bem definido globalmente, visto que cada país adota uma classificação, a agricultura familiar tem grande importância no comércio de alimentos básicos do mundo, sendo representada por cerca de 500 milhões de propriedades distribuídas ao redor do mundo. Além disso, a tecnologia de irrigação, pesquisas de produção em ambientes protegidos e o desenvolvimento de novos insumos agrícolas com alta

tecnologia também proporcionaram a ampliação da diversidade dos alimentos, além de ofertar alternativas sustentáveis para os produtores.

Não existe desenvolvimento sustentável sem considerarmos as pessoas. Por isso, empresas e setores alinhados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS) têm se empenhado em equilibrar o tripé que define o conceito da sustentabilidade: econômico, ambiental e social.

4.1.7. Agricultura de precisão

A agricultura de precisão é baseada na variação espacial e temporal da unidade produtiva. Ou seja, o conceito prevê a utilização de um conjunto de ferramentas que permite ao produtor fazer a gestão de sua propriedade de um jeito mais eficiente, prático e estratégico.

Nesse tipo de cultivo, a prioridade é aumentar a produtividade ao mesmo tempo em que há uma economia de recursos financeiros. Ao contrário do sistema convencional de manejo, a agricultura de precisão permite a utilização dos insumos de maneira igual com base em uma amostragem que foi analisada de forma geral, levando em conta também as características ambientais e agronômicas.

O nome, aliás, já diz tudo: as informações detalhadas sobre o plantio auxiliam na tomada de decisão de um jeito mais preciso e tornam o sistema muito mais sustentável e inteligente, uma vez que permite aplicar somente o que é realmente necessário e no local certo.

No dia a dia da agricultura de precisão a tecnologia tem forte participação. Softwares especializados e o uso de drones ajudam no acompanhamento do plantio até a colheita, auxiliando na rápida identificação de possíveis pragas, no controle delas e no controle de qualidade dos produtos cultivados.

Figura 17 – Agricultura de precisão



Fonte: TMA maquinas

Com relação da agricultura com **TRC** Do controle da colheita feita pelo tablet aos drones que controlam pragas e doenças, tudo passa por equipamentos e soluções de tecnologia de ponta. As operações agrícolas monitoradas e a adoção da agricultura de precisão, aliás, refletem um negócio mais coerente, sustentável e inteligente.

Além disso, esse tipo de sistema traz inúmeros ganhos, como:

- Maior assertividade na tomada de decisão pelo produtor;
- Economia de insumos;
- Melhor aproveitamento dos recursos financeiros;
- Visualização detalhada da propriedade;
- Aumento da produtividade e melhoria nos processos agrícolas e seu manejo. A tendência acompanha um cenário global que prevê a busca por soluções rápidas e eficientes, a fim de garantir o aumento de retorno econômico. O movimento também vai ao encontro do que observamos em outros setores, como o de transporte rodoviário de cargas.

Nos últimos anos as transportadoras têm se preocupado muito em relação à eficiência e melhor aproveitamento dos seus processos. O uso de tecnologias que ajudam a minimizar as burocracias e garantem a integração dos sistemas, aliás, tem

ganhado cada vez mais relevância. E uma vez que o agricultor está se modernizando cada vez mais, ele passou a buscar parceiros que estivessem alinhados com sua visão de negócio. Pensando em oferecer um serviço de transporte de alto padrão, as empresas de transporte vêm buscando inovar suas soluções.

Os sistemas da PagBem estão no centro dessa mudança de *mindset*. Desenvolvidos para facilitar a gestão de pagamentos, documentos e notas fiscais e, conseqüentemente, aumentar a segurança dos processos, os softwares e serviços da LogFinTech são essenciais para quem trabalha com agricultura de precisão e preza pela qualidade e sustentabilidade das entregas.

É também uma maneira de tirar as transportadoras da informalidade, uma vez que as soluções permitem o pagamento de terceiros de forma legal, segura e organizada. Afinal, a preocupação deve contemplar toda a cadeia produtiva: da colheita inteligente à entrega eficiente.

As transportadoras que contam com as soluções da PagBem contam com sistemas para facilitar a emissão de CIOT, fazer uma roteirização que garanta a segurança da carga e do transportador na ida e na vinda, e na finalização mais rápida das demandas com o auxílio de filiais estendidas espalhadas pelo país. Outro benefício importante é que a tecnologia permite a otimização dos processos para redução de custos. Além disso, os motoristas de caminhão utilizam as facilidades do cartão-frete e do vale-pedágio, facilitando a passagem pelas praças de pedágio e agilizando as idas e vindas de mercadorias.

Figura 18 – Sistema LogFintech



Fonte: PagBem

Segundo Coelho e Silva (2009), o conceito de Agricultura de Precisão está normalmente associado à utilização de equipamento de alta tecnologia (seja hardware, no sentido genérico do termo, ou software) para avaliar, ou monitorizar as condições numa determinada parcela de terreno, aplicando depois os diversos fatores de produção (sementes, fertilizantes, fitofármacos, reguladores de crescimento, água etc.) em conformidade. A agricultura atua tanto na monitorização como a aplicação diferenciada, ou à medida, exigem a utilização de tecnologias recentes, como os sistemas de posicionamento a partir de satélites GPS, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) ou os sensores electrónicos.

De fato, foi o desenvolvimento de instrumentos computacionais, de sensores que permitem a monitorização ambiental, da robótica, de novos meios de telecomunicação rápida e acessível que permitiram concretizar as hipóteses de gestão da agricultura de precisão, que, até então, estavam apenas no domínio da imaginação, ou, na melhor das hipóteses, da ficção científica.

Foi o aparecimento de novas tecnologias, como o GPS e os SIG, e a evolução registada nos seus custos, que permitiram pensar na possibilidade, não só operacional, mas também económica, de alcançar precisão em larga escala. Sem perder a eficiência que havia sido conseguida com o advento da mecanização, tornou-se possível novamente considerar cada pequena área ou parcela de terreno como

uma unidade independente. (COELHO; SILVA, 2009, p.13). Os sistemas de posicionamento (GPS) de uma forma genérica, servem para determinar a localização de um objeto no ar ou na superfície terrestre por meio das coordenadas geográficas (latitude e longitude). O GPS (Global Positioning System) é, a uma distância considerável dos seus concorrentes (como o sistema Russo GLONASS), o sistema de posicionamento mais utilizado nos nossos dias.

Figura 19 – Aparelho de GPS portátil



Fonte: Mercado Livre

O GPS está, por este motivo, na base de quase todos os sistemas de agricultura de precisão. O sistema pode ser dividido em dois componentes principais: um sistema de satélites e um receptor de sinais no utilizador. O primeiro componente é composto por 24 satélites NAVSTAR (Navigation by Satellite Timing and Ranging) que giram em torno do globo terrestre, percorrendo uma órbita em cada 12 horas. (COELHO; SILVA, 2009, p.10). O sistema de Informação Geográfica (SIG) é uma aplicação informática que permite associar informação de natureza espacial e informação alfanumérica. A grande diferença entre um SIG e outros sistemas de informação não geográficos consiste na sua capacidade de manipular informação com base em atributos espaciais. Esta capacidade de relacionar camadas de dados através de atributos georreferenciados comuns, permite combinar, analisar e, finalmente, cartografar os resultados. A sua utilização em sistemas de agricultura de

precisão é fundamental, dado que a maior parte das tecnologias que servem de base a estes sistemas necessitam de informação georreferenciada, os SIG são utilizados para armazenar, analisar e apresentar a informação. (COELHO; SILVA, 2009, p.11). A realização de análises de solos é hoje uma prática comum na maior parte dos sistemas de produção agrícola dos países desenvolvidos. No nosso país, dada a variabilidade espacial dos solos, que muitas vezes se revela mesmo em pequenas parcelas, estas análises são fundamentais.

De qualquer forma, é necessário decidir quais as variáveis são importantes analisar, ou seja, quais as variáveis que, em determinadas condições, mais afetam o crescimento e o desenvolvimento das culturas. A fertilidade e o pH do solo são, geralmente, as primeiras características a considerar. (COELHO; SILVA, 2009, p.9).

No que diz respeito à fertilidade do solo importa não só ter em conta o teor de macronutrientes principais (N, P e K), como de macronutrientes secundários (Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn). Além disso, importa saber se estes nutrientes estão disponíveis para as plantas, as análises de solo determinam, por exemplo, os teores em potássio e fósforo assimiláveis, e não as quantidades totais destes nutrientes no solo, e por esta razão que o pH tende a ser incluído nas análises de fertilidade.

4.1.8. Logística de escoamento de grãos

Com dimensões continentais e uma produção agrícola considerada referência no mundo todo, o Brasil tem uma longa história quando o assunto é logístico de escoamento de grãos. Atualmente, na matriz de transportes brasileira, o modal rodoviário representa 61,1% do total; o ferroviário, 20,7%; o aquaviário, 13,6%; o dutoviário, 4,2% e o aeroviário, apenas 0,4%, segundo a Confederação Nacional do Transporte (CNT). Quando é levada em consideração apenas a chegada de grãos em portos (algo recorrente, já que o Brasil está entre os principais exportadores do mundo), a situação é diferente. Isso porque 47% dos grãos chegam aos portos por ferrovias, 42% por rodovias e 11% por hidrovias.

A história, contudo, nem sempre foi assim. Isso porque a logística de escoamento contou com importantes mudanças ao longo dos séculos e hoje é bem

diferente daquela existente no passado. Esse processo de desenvolvimento, aliás, é recorrente em diversas áreas, especialmente no que se refere ao setor agro. O armazenamento de alimentos está diretamente ligado aos avanços da humanidade. No Antigo Egito, por exemplo, muitas pessoas armazenavam o excedente de trigo e papiro para utilizá-los como moeda de troca. Já no Império Romano, soldados mantinham repartições na zona de batalha dedicadas exclusivamente a alimentos, água e armamentos.

Mais tarde, celeiros se tornaram comuns em diversas partes do mundo e, dessa forma, produtores passaram a armazenar grãos e sementes de maneira muito mais eficiente e organizada. Foi a partir disso que a região que liga o sul da Europa, o norte da África e o oeste da Ásia se tornou um verdadeiro centro de comércio, com diversos espaços para o armazenamento das mais diversas culturas.

Figura 20 – Logística de carregamento



Fonte: Farm News

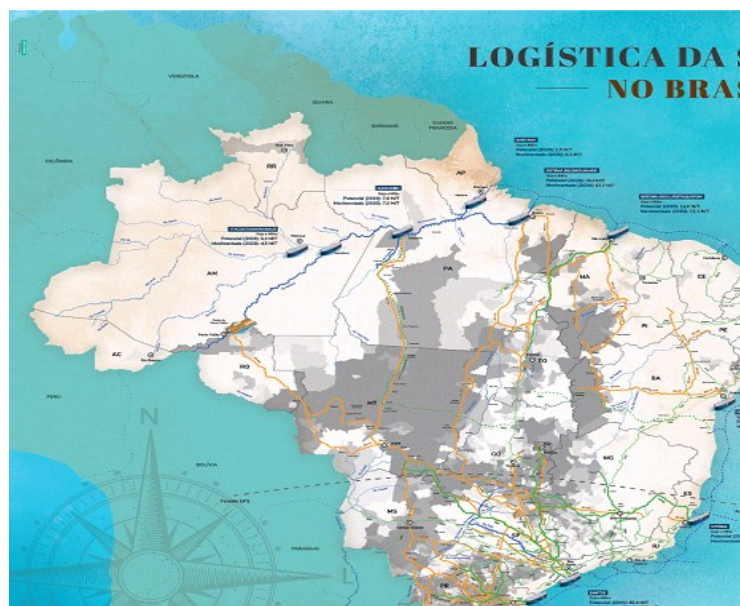
Também foi nesse período, no século XVII, que as embalagens para alimentos começaram a ganhar mais espaço e, em algumas regiões, passaram até mesmo a ser padronizadas. Havia, já naquele tempo, cuidados para proteger a mercadoria, especialmente porque na maioria das vezes ela seria transportada a cavalo ou de navio. Quando se fala em avanços tecnológicos muitas vezes se faz necessário destacar o papel desempenhado pela Revolução Industrial, ocorrida no século XIX. Naquele momento o trabalho realizado em indústrias se sobrepôs ao dos artesãos, o que teve diversas consequências, desde o aumento da produção até a redução de

tempo e recursos dispensados em cada produto. Outra mudança que se fez necessária a partir da Revolução Industrial foi a instalação de postos de abastecimento em pontos estratégicos, sobretudo na Europa. Isso se fez necessário porque o aumento da produção gerou escassez de matérias-primas devido à distância geográfica entre minas e fábricas. Sendo assim, esses postos de abastecimento permitiam um acesso mais rápido à matéria-prima.

Ainda que já tivesse avançado bastante, o sistema de transportes de mercadorias ainda precisava de um elemento essencial: os containers, criados em 1955 e responsáveis por oferecer vantagens como maior segurança no transporte, movimentação de grandes volumes, empilhamento em navios, redução de acidentes durante o manuseio e transporte de alimentos a granel, como açúcar e soja.

A partir daí tudo ficou mais fácil para os produtores. Mas isso não significa, nem de longe, que eles puderam ficar livres de preocupações. Existem preocupações em relação a prazos, trâmites burocráticos, melhores formas de transportar os produtos e meios adequados para armazená-los. Isso fez com que os parâmetros de desempenho e de qualidade se tornassem cada vez mais elevados. Por isso, o armazém é um setor fundamental para qualquer produtor, já que é o local em que as mercadorias são recebidas, separadas e estocadas. Hoje, mais do que nunca, cabe ao produtor ter armazéns bem-preparados e organizados, para que possa atender com precisão a consumidores dentro e fora do país.

Figura 21 – Logística da soja e do milho 2020



Fonte: CAN

Outro desafio da logística de escoamento de grãos no Brasil é o transporte dentro do país, já que muitas rodovias, sobretudo nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste, estão em condições precárias, o que prejudica o transporte para essas áreas. Outro fato que chama a atenção é que apesar da região Centro-Oeste e do Matopiba (região formada por áreas majoritariamente de cerrado nos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) concentrarem mais da metade da safra de grãos, cerca de 70% do escoamento ainda é feito pelo Sul e Sudeste.

Para exemplificar com ainda mais clareza, basta observar as dificuldades para chegar até São Luís (MA), visto que as estradas para o Maranhão estão em péssimas condições. A solução, portanto, é o transporte pela ferrovia que chega ao Tegram, no Maranhão. No entanto, o trajeto passa por Carajás, no Pará, e por isso o terminal não consegue operar em sua plenitude, já que há uma concorrência com o minério. Nesse sentido, a situação do Brasil é muito diferente à dos Estados Unidos. Estudo da Confederação Nacional do Transporte (CNT) mostra que o Brasil possui 25 km de rodovias pavimentadas para cada 1 mil quilômetros quadrado de território. O número é 17,5 vezes menor que o que dos Estados Unidos, onde há 438 km para cada 1 mil quilômetros quadrado de área. É por isso que o país norte-americano tem um sistema de escoamento de grãos considerado referência no mundo todo (EMBRAPA,2022)

A história da logística de escoamento de grãos atravessa os séculos e tem, como elemento fundamental, o desenvolvimento tecnológico, desde a criação de armazéns até o uso de containers. Hoje, o Brasil transporta grãos de muitas maneiras, sempre com eficiência e planejamento. Contudo, esse trabalho pode se tornar ainda melhor, desde que haja maior investimento em rodovias, sobretudo nas regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste. Somente assim o Brasil poderá ter uma logística tão eficiente quanto a dos Estados Unidos, hoje referência mundial.

4.1.9. O agronegócio responde por 27,4 do PIB brasileiro em 2021

Foi a maior participação do agronegócio no PIB desde 2004, quando foi de 27,53%; o PIB do setor cresceu 8,36% em 2021

O Produto Interno Bruto (PIB) do agronegócio brasileiro, calculado pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), da Esalq/USP, em parceria com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) cresceu 8,36% em 2021. No último trimestre de 2021, o PIB do agronegócio brasileiro chegou a cair, 2,03%, influenciado sobretudo por uma piora nos preços reais do setor. Diante do bom desempenho agregado, o agronegócio alcançou participação de 27,4% no PIB brasileiro no ano passado, a maior desde 2004, quando foi de 27,53%. Segundo pesquisadores do Cepea, os segmentos primário e de insumos se destacaram em 2021, com aumentos de 17,52% e 52,63%, respectivamente.

O PIB também cresceu para os outros dois segmentos, 1,63% para a agroindústria e 2,56% para os agros serviços. Dentre os ramos, enquanto o PIB do agrícola avançou 15,88% de 2020 para 2021, o PIB do pecuário recuou 8,95%.

Figura 22– PIB Brasil 2020 Agronegocio



Fonte: Divulgação/Cepea

Segundo o Cepea, o forte crescimento do PIB do segmento primário agrícola decorreu especialmente do alto patamar real dos preços, tendo em vista as expressivas quebras de produção para importantes culturas, devido ao clima desfavorável.

O avanço da renda nesse segmento não foi ainda maior por conta do também expressivo incremento dos custos de produção – o que pode ser verificado no avanço do PIB dos insumos agrícolas. “Esse crescimento refletiu, em grande medida, a alta importante dos preços de fertilizantes e de máquinas agrícolas (mas o aumento da produção nacional de fertilizantes, defensivos e máquinas agrícolas também impulsionou os resultados)”, diz o Cepea.

Pesquisadores destacam a importante desaceleração da agroindústria ao longo do segundo semestre de 2021, após sucessivas recuperações observadas ao longo do primeiro semestre. Ainda assim, sobretudo devido ao avanço real dos preços, a indústria agrícola finalizou 2021 com alta no PIB. E com os bons resultados nos segmentos a montante, os agros serviços prestados ao ramo também avançaram no ano passado.

4.1.10. Transporte de grãos pós colheita.

Investir em medidas preventivas e estratégias de otimização de logística de transporte é fundamental para garantir o sucesso do escoamento da safra e preservar o faturamento do produtor.

O transporte de grãos após a colheita é uma etapa estratégica da cadeia de produção agrícola. O sucesso dessa etapa depende de vários fatores, como o planejamento da safra, as medidas adotadas durante o armazenamento da produção, entre outros. Por isso, para tornar o escoamento da safra mais eficiente, além de adotar alguns cuidados para armazenar os grãos, o produtor precisa implementar boas práticas durante o transporte da produção.

Escolher os veículos adequados, adotar medidas para evitar perdas, investir em estratégias para otimizar a logística de transporte e monitorar todo o processo são algumas delas. Seguindo essas dicas e investindo nas ferramentas da Agricultura Digital, o agricultor aumenta a eficiência do processo de transporte da safra e protege seu faturamento.

O processo de transporte de grãos após a colheita desempenha um papel estratégico na cadeia de produção agrícola. Caso não seja feita corretamente, o escoamento da produção pode resultar em perdas e prejuízos financeiros.

Figura 23 – Colhendo e carregando



Fonte: Blogview

Para se ter uma ideia, estima-se que as perdas de grãos durante o transporte rodoviário no país possam variar entre 5% e 20% do volume de grãos produzidos no Brasil. Isso mostra que, mesmo maximizando a produtividade da lavoura, o produtor que não adota medidas e estratégias adequadas para o transporte da safra corre o risco de registrar perdas no faturamento.

Para ajudar o agricultor a evitar esses problemas, neste artigo, explicaremos dicas e boas práticas para tornar o transporte de grãos mais eficiente, entre outros tópicos relevantes para entender melhor esse assunto.

4.1.11. Brasil é o maior produtor de café e o segundo grande consumidor de café.

Em 2022 foram exportadas cerca de 2,2 milhões de toneladas de café para mais de 100 países. Brasil, maior produtor e exportador de café do mundo, dá início aos preparativos para a colheita da produção. Com uma área destinada à cafeicultura totalizando 2,26 milhões de hectares em 2023, a produção brasileira de café pode atingir 54,94 milhões de sacas do grão beneficiado, segundo a Conab.

O café é a segunda bebida mais consumida no mundo, atrás apenas da água. Segundo a Organização Internacional do Café (OIC), o mundo produziu, entre outubro de 2021 e setembro de 2022, 170,83 milhões de sacas de 60 quilos e consumiu 164,9 milhões de sacas.

Figura 24– Café pronto para colheita



Fonte: TMF fertilizantes.

O Brasil é o segundo maior consumidor de café no mundo, atrás somente dos Estados Unidos. Maior produtor mundial do grão, o Brasil exportou cerca de 2,2 milhões de toneladas, o equivalente a 39,4 milhões de sacas de café, em 2022, com embarques para 145 países, com destaques os destinos dos Estados Unidos e Alemanha, seguidos por Itália, Bélgica e Japão.

Figura 25 – Café sendo coletado



Fonte: Revista cultivar.

O preço elevado do café no exterior permitiu que a exportação do produto (café verde, solúvel e extratos) alcançasse US\$ 9,2 bilhões, no ano passado. Essa cultura tem um forte apelo social, tendo em vista a grande concentração de produção em propriedades familiares onde as lavouras são cultivadas. Segundo o diretor de Comercialização e Abastecimento do Ministério da Agricultura e Pecuária, Silvio Farnese, a cultura representa uma importante receita para as famílias, com grande emprego de mão-de-obra não só na produção como em todo o processo industrial e comercial.

O café também é celebrado em outras datas como o Dia Internacional do Café, em 1º de outubro, data escolhida, em 2015, para uma comemoração internacional pela OIC. No Brasil, o dia nacional do café é celebrado em 24 de maio.

4.1.12. Valor da produção agropecuária previsto para 2023 tem o melhor resultado em 34 anos

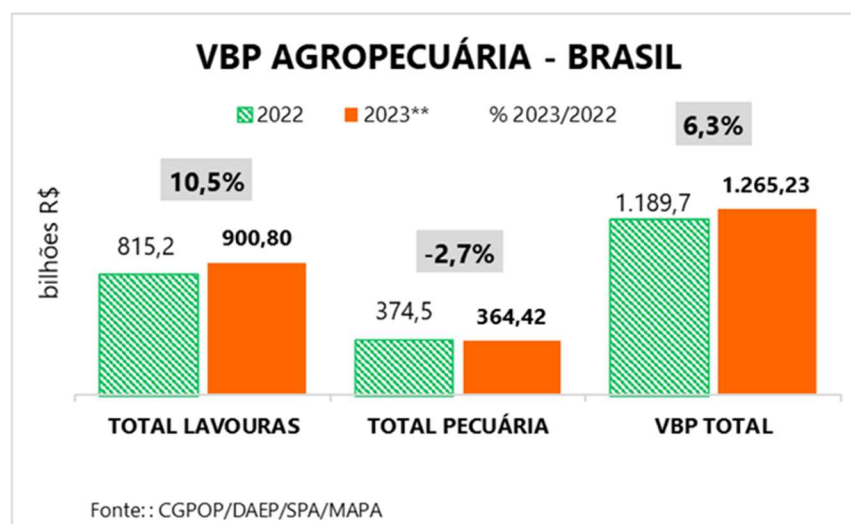
VBP deste ano está estimado em R\$ 1.265,2 trilhão. As lavouras de milho e soja são as que mais devem contribuir para o crescimento. Valor Bruto da Produção

Agropecuária (VBP) para este ano, com base nas informações de janeiro, está estimado em R\$ 1.265,2 trilhão. Este é o melhor resultado obtido nos últimos 34 anos para esse indicador.

Em relação ao ano passado, que foi de R\$ 1.189,7 trilhão, representa um acréscimo previsto de 6,1% em termos reais. As lavouras têm um faturamento previsto de R\$ 900,8 bilhões, e a pecuária com R\$ 364,4 bilhões.

O VBP das lavouras cresceu 10,5% em relação ao observado no ano passado, e a pecuária deve ter retração de 2,7%. Há expectativas favoráveis para o clima neste ano, com exceção para o estado do Rio Grande do Sul que se encontra num período de falta de chuvas. Lavouras como soja, milho e feijão já revelam perdas acentuadas de produtividade no estado.

Figura 26– VBP agropecuaria Brasil



Fonte: Ministério da agricultura e pecuária.

A previsão de safra recorde de grãos em 2023, anunciada pelo IBGE e pela Conab, explicam as estimativas de produção de grãos - da ordem de 302,0 milhões de toneladas segundo o IBGE, e de 310,6 milhões conforme a Conab. As lavouras de milho e soja são as que mais devem contribuir para esse crescimento, sendo que a soja representa 44,5% do VBP das lavouras, com VBP previsto de R\$ 401,0 bilhões. A cana-de-açúcar projeta um crescimento recorde em 2023, o que contribui com o valor total de produção das lavouras neste ano.

Também estão previstos resultados positivos para o VBP de algodão, arroz, batata-inglesa, cacau, feijão, laranja, mandioca, tomate e uva. Juntamente com milho e soja, esses produtos estão puxando o faturamento da agropecuária. A pecuária mostra-se mais favorável apenas para suínos e leite, enquanto os demais itens como carne bovina, de frango e ovos apresentam valor negativo para a previsão de crescimento do VBP deste ano. Soja, milho, cana-de-açúcar, café e algodão lideram o faturamento dos 17 produtos analisados no relatório, representando 83,7% do VBP das lavouras estudadas.

Figura 27 – VBP



Fonte: CNA

O que é o VBP ? O VBP mostra a evolução do desempenho das lavouras e da pecuária no decorrer do ano, correspondente ao faturamento dentro do estabelecimento. É calculado com base na produção agrícola e pecuária e nos preços recebidos pelos produtores nas principais praças do país dos 26 maiores produtos agropecuários nacionais.

O valor real da produção é obtido, descontada da inflação, pelo Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna (IGP-DI), da Fundação Getúlio Vargas (FGV). A periodicidade é mensal com atualização e divulgação até o dia 15 de cada mês.

4.1.13. Safra de grãos é estimada em 313 milhões de toneladas impulsionada pela soja

O crescimento reflete uma estimativa de elevação na área plantada da soja. A segunda estimativa para a safra de grãos em 2022/23 indica um volume de produção de 313 milhões de toneladas, aumento de 15,5% se comparado com o resultado obtido no último ciclo, o que representa quase 42 milhões de toneladas a mais. O crescimento reflete uma estimativa de elevação na área plantada da soja. No geral, a área semeada no país deverá chegar a 76,8 milhões de hectares, ante aos 74,5 milhões de hectares cultivados em 2021/22, como mostra o 2º Levantamento de Grãos da Safra 2022/23 divulgado pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab).

Figura 28– Plantação de soja



Fonte: Terra magna.

De acordo com o levantamento, a projeção é que cerca de 43,2 milhões de hectares em todo país sejam destinados para a semeadura da soja. Com uma produtividade esperada em 3.551 kg/ha, a estimativa é que a produção fique em torno de 153,5 milhões de toneladas. O plantio da safra 2022/23 da oleaginosa alcança 57,5% da área prevista após um início lento por conta das precipitações localizadas em alguns estados.

Em Mato Grosso, principal estado produtor do grão, os trabalhos se aproximam do fim e as lavouras apresentam bom desenvolvimento, apesar da irregularidade das chuvas. Em Goiás, Minas Gerais e no Matopiba, o plantio segue em ritmo mais lento ao da safra passada devido às condições climáticas registradas em outubro. Em Mato Grosso do Sul, esta é considerada uma das safras com melhor desenvolvimento das lavouras dos últimos anos. No Rio Grande do Sul, o início da semeadura segue em percentual abaixo daquele registrado no mesmo período do último ciclo; enquanto isso, no Paraná e Santa Catarina, as baixas temperaturas e o excesso de chuvas comprometem o desenvolvimento inicial da cultura em diversas regiões.

Para o milho, a expectativa é que a produção total seja de 126,4 milhões de toneladas. Na primeira safra do cereal, há redução de 3,1% na área a ser cultivada, atribuída à elevação dos custos de produção e à alta pressão da ocorrência de cigarrinha. “Com essa medida, os produtores esperam uma redução da infestação desta praga no próximo cultivo por meio da eliminação da “ponte verde”, que seria a presença de milho durante o verão e, com isso, reduzir a pressão do inseto na segunda safra”, ressalta o diretor de Informações Agropecuárias e Políticas Agrícolas da Companhia, Sergio De Zen.

A Conab também prevê uma redução de área para o arroz e o feijão. No caso do arroz, a maior queda se dá em área de plantio sequeiro da cultura. Com uma área estimada em 1,5 milhão de hectares e uma recuperação da produtividade média saindo de 6.667 kg/ha para 7.012 kg/ha, uma vez que a safra passada foi marcada pela estiagem no Sul do país, a safra do cereal está estimada em 10,6 milhões de toneladas. No caso da leguminosa, a diminuição deve chegar a 2,7% na área total prevista a ser semeada, somando todos os ciclos da cultura. Ainda assim, a produção total de feijão no país é estimada em 2,9 milhões de toneladas.

Dentre as culturas de inverno, destaque para a safra recorde de trigo. A expectativa é que os agricultores colham 9,5 milhões de toneladas do grão nesta safra, valor 23,7% maior que o ciclo anterior. O bom resultado deverá ser obtido mesmo com a redução de produtividade das lavouras no Paraná, prejudicadas por excesso de umidade, registrado ao longo de setembro e outubro deste ano, o que tende também a diminuir a qualidade do respectivo produto colhido. A situação adversa no estado paranaense foi compensada pelas condições climáticas favoráveis no Rio Grande do

Sul, com rendimentos obtidos acima de 55 sacas por hectare e boa qualidade do grão colhido.

Figura 29– Soja pôs colheita



Fonte: Sensix blog

Já no mercado este levantamento, a Conab prevê uma queda do consumo nacional de arroz em relação ao volume divulgado no levantamento anterior, saindo de 10,8 milhões de toneladas para 10,6 milhões de toneladas na safra 2022/23. Isso ocorre em razão da perspectiva de recuperação econômica, dado o fato de o arroz possuir uma elasticidade-renda negativa. Além disso, diante de um cenário de menor disponibilidade do grão e tendência de melhores preços internos, as estimativas de exportação também diminuiram em relação ao 1º Levantamento, sendo estimadas em 1,3 milhão de toneladas. Com isso, a perspectiva é de leve retração do estoque de passagem para 2,0 milhão de toneladas ao final de 2023

Para o trigo, a expectativa é de encerramento da safra com estoque de passagem de 1,3 milhões de toneladas, estimativa 11,58% maior que a de outubro. Com a revisão da produção da safra 2022/2023 (iniciada em agosto 2022) para 9,5 milhões de toneladas, além do suprimento, foi atualizada a expectativa de consumo interno, no que se refere ao uso para sementes. No caso do milho colhido na safra 2021/22 ainda em comercialização, os dados de suprimento e consumo continuaram estáveis em relação ao levantamento anterior. Por outro lado, os estoques de passagem foram ajustados para 7,6 milhões de toneladas, dado o aumento nas

estimativas de exportação para 38,5 milhões de toneladas e o aumento das importações para 2,5 milhões de toneladas.

Já sobre a produção de 2022/23, a perspectiva é de aumento em torno de 6,2% no consumo interno e projeção de continuidade de demanda externa aquecida pelo cereal, o que em conjunto com uma maior produção brasileira tende a resultar numa elevação de 16,9% nos embarques, com uma previsão de exportação em 45 milhões de toneladas.

Para a safra 2022/23 de soja, não houve alterações significativas em relação ao estimado no mês anterior. Em razão do aumento de área e produção, as estimativas de perdas e sementes aumentaram 27 mil toneladas (0,7%) e as expectativas de exportações foram atualizadas para 96,4 milhões de toneladas. Houve, entretanto, redução dos estoques finais para a safra 2022/23 em consequência dos menores estoques esperados para a safra 2021/22. As estimativas do algodão também permaneceram estáveis nesse 2º levantamento, em relação às do 1º. O destaque é a elevação de 3,73% dos estoques finais, em virtude da perspectiva de elevação da produção.

4.1.14. Quantidade de soja para saldar custos de produção das lavouras aumenta na safra 2023/24

Gastos deverão ficar acima da média das últimas cinco safras, alerta Cepea. Os custos de produção das lavouras de soja na temporada 2023/24 deverão ficar acima da média das últimas cinco safras. O alerta está no boletim de custos dos grãos, divulgado pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea) da Esalq/USP.

Figura 30 – Soja caminhão graneleiro



Fonte: Globo rural.

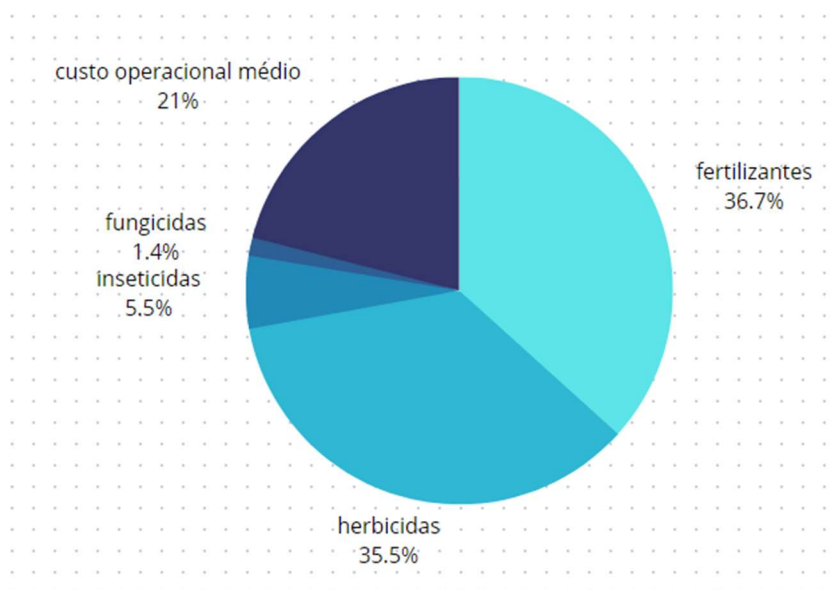
O planejamento de compra dos insumos para a safra verá da temporada 2023/24 está na fase final nas principais regiões produtoras de grãos do Brasil.

Ao contrário das safras passadas, a compra de insumos para essa temporada foi mais lenta, pois muitos produtores tinham expectativas de recuo dos preços médios dos fertilizantes, mas não aconteceu como esperado. Segundo o Cepea, em julho de 2023, o ritmo de aquisição de fertilizantes nas principais regiões produtoras fechou em média 75%, na comparação com o volume médio de 87,3% para o mesmo período de 2022, uma diferença de quase 13 pontos percentuais.

Embora os preços médios dos fertilizantes tenham diminuído no primeiro semestre de 2023, outros componentes do custo não acompanharam essa redução. Por exemplo, a taxa acumulada média de queda dos gastos com fertilizantes para produção de soja foi de 24,1% no primeiro semestre de 2023, os herbicidas, 23,3%, inseticidas, 3,6%, fungicidas, 0,9% e o custo operacional médio, 13,8%.

Por outro lado, o preço da soja acumulou queda de 29,5% para o mesmo período. Esse descompasso gerou a lentidão na negociação e preocupação para planejar a safra 2023/24.

Figura 31– Gráfico de queda de gastos de fertilizantes na soja



Fonte: Globo rural

Para avaliar esse contexto, a equipe de pesquisa do Projeto Campo Futuro CNA/Cepea grãos (PFC) analisou o Custo Operacional Efetivo (COE) da soja tolerante ao herbicida e resistente a lagarta para as regiões de Sorriso (MT), Rio Verde (GO), Cascavel (PR) e Carazinho (RS).

Em linha geral, a estimativa de custo de produção para a soja para a safra 2023/24 deverá ficar superior ao valor médio das últimas cinco safras nas quatro praças avaliadas, tendo a região de Carazinho (RS) a menor diferença entre a estimativa para a safra 2023/24 e a média das últimas cinco safras.

Essa região registrou duas safras seguidas (2021/22 e 2022/23) de quebra de produção devido à seca provocada pelo efeito La Niña. A safra 2022/23 foi desastrosa para os produtores gaúchos, pois se registrou o maior custo médio real para a soja da série histórica do PCF e, por outro lado, quebra de safra e desvalorização do preço médio da saca da oleaginosa. Para 2023/24, estima-se a necessidade de 38,8 sacas de soja para saldar o custo operacional efetivo e 66 sacas para o custo total contra uma produtividade média de 54 sacas/ha. Nas outras três regiões produtoras avaliadas, o custo operacional médio real de produção da soja por hectare da safra 2022/23 foi a maior da série histórica do PCF. Houve dois fortes aumentos no grupo de insumos como os fertilizantes e herbicidas, que impulsionaram o custo de produção da temporada.

O COE médio em saca de soja ficou em 53,7 sacas de soja para Sorriso (MT), 48,6 para Rio Verde (GO) e 41,26 para Cascavel (PR) para a safra 2022/23. Para o ciclo 2023/24, a estimativa para a temporada 2023/24 do COE ficou em 52,3 sacas de soja por hectare para região de Sorriso, 46,6 sacas para Cascavel e 45 sacas para Rio Verde.

De acordo com o Cepea, os valores médios do COE para a safra 2023/24 tem deixado muitos produtores preocupados, pois suas margens reduziram drasticamente, o que, por sua vez, diminui a sua capacidade de investimento.

4.1.15. Teor de umidade dos grãos define qualidade e preço do produto

As projeções seguem apontando para mais uma safra de grãos recorde em 2021, mas o excesso de chuvas começa a preocupar os agricultores em várias regiões agrícolas do país.

O teor de umidade do grão é um fator importante dentro da classificação de grãos. Por isso, é importante que o produtor rural saiba o momento certo de fazer a colheita, até porque, para atender mercados, é necessário que produtos como soja e milho estejam dentro dos padrões de umidade.

Para preservar a qualidade do grão, em geral, é desejável que a umidade atinja padrões entre 12% e 14%, conforme normas oficiais aprovadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).

Grãos com umidade superior a 14% podem estar sujeitos a colheitadeiras mal reguladas durante a colheita, enquanto umidade inferior a 12% pode resultar em maior sensibilidade à quebra dos grãos.

Deve-se destacar que o teor de umidade do grão é um dos principais critérios avaliados pelas tradings, cooperativas, cerealistas e armazéns que compram o produto.

Cada ponto acima de 14% dá espaço para descontos praticados pelos compradores. Esses descontos serão aplicados sobre o peso total do produto entregue, já descontada a porcentagem de impurezas. As empresas compradoras de grãos têm suas normas operacionais e praticam descontos diferenciados entre elas.

Classificação Além da umidade, a classificação de grãos avalia também as impurezas (detritos próprios como pedaços de caules, vagens), matérias estranhas (sementes de outras espécies, palhas, etc e grãos avariados (imaturos, ardidos, chocho, mofado).

A engenheira agrônoma Ivonete Teixeira Raseira, que tem 40 anos de experiência nesta área de classificação de grãos, prevê para nesta colheita maior quantidade de grãos imaturos, esverdeados e de vagens verdes por conta do replantio ocorrido em algumas regiões.

Com o atraso no plantio da soja, houve muitos casos de replantio e, se o produtor colher junto com o primeiro plantio, vai dar diferença”, diz a agrônoma. Segundo ela, o plantio do milho segunda safra também deve acelerar a colheita da soja. “Para não perder o prazo do plantio do milho safrinha, o produtor pode colher a soja com as vagens ainda verdes, o que vai resultar em lucro menor orienta os agricultores a fazerem uma boa regulagem dos maquinários e a medir a umidade dos grãos, da pré-colheita à colheita, como forma de minimizar eventuais perdas.

Medidor de Grãos Com um medidor de umidade de grãos confiável e, devidamente calibrado, o produtor vai realizar o controle de umidade, da roça até o momento da entrega do produto, garantindo desta forma uma boa negociação.

A gerente Comercial e de Marketing da LocSolution, empresa pioneira de locação de equipamentos de controle de umidade de grãos da marca Motomco, informa que a alta umidade dos grãos interfere diretamente no lucro do produtor, pois o comprador vai descontar do preço de compra, os custos para secar e processar os grãos. Fazendo uso do equipamento, é possível saber o momento certo da colheita e obter uma estimativa maior da lucratividade da sua produção.

O mercado atual exige dos agricultores que eles tenham uma alta produtividade, alta qualidade e um baixo custo. No entanto, para isso, eles precisam das melhores ferramentas, que irão ajudar a serem mais lucrativos, como um medidor de umidade, que garante a qualidade do plantio em todas as etapas da produção. Passo a passo para garantir a qualidade do grão Colheita Atenção às regulagens das colheitadeiras; observar as condições meteorológicas; fazer a medição da umidade do grão.

Transportes: A carroceria do caminhão deverá ser coberta para proteger os grãos das intempéries climáticas. Entrega no armazém coletar amostras representativas de um lote ou volume de grãos, que posteriormente são utilizadas para a determinação de sua qualidade teor de umidade e de impurezas; negociar eventuais descontos. Umidade: máximo de 14%. A umidade é a relação percentual entre a quantidade de água e a massa total do grão. Impurezas e matérias estranhas: máximo de 1%.

Impurezas são detritos do próprio produto – talos de soja, folhas e vagens não debulhadas.

Matérias estranhas são corpos estranhos, como pedras, insetos, sementes de outras espécies como trigo, milho etc. Grãos avariados: máximo de 8%

Grãos ou pedaços de grãos mofados, ardidos, queimados, fermentados, germinados, danificados, imaturos e chochos. Grãos esverdeados: máximo de 8,0%

Grãos ou pedaços em desenvolvimento fisiológico e coloração esverdeada

4.1.16. Histórico de armazenagem de grãos

Os primeiros registros indicam que os processos de armazenagem eram baseados no armazenamento de alimentos. Celeiros eram utilizados para guardar a produção de grãos para consumo e comércio entre produtores e reservar sementes para a plantação das colheitas seguintes.

Já entre os anos 40 e 60 foram construídos no Brasil armazéns chamados convencionais de fundo plano, sem transportadores de carga e descarga. Estes armazéns eram destinados para sacarias especialmente para armazenagem de café e arroz.

Com a granelização, ocorrida nos anos 60, esses armazéns ficaram defasados e praticamente com utilidade apenas para café e algodão, mas sem finalidade para a armazenagem dos produtos de grandes lavouras de grãos a granel.

Nas décadas de 60 e 70, iniciavam-se a granelização da armazenagem de grãos com o abandono da sacaria nas grandes culturas e a construção de silos graneleiros com fundo plano ou em “V”. Estes contavam com máquina de limpeza, secagem contínua de grãos, transportes a granel para carga e descarga nas empresas particulares, públicas e cooperativas.

Figura 32 – Armazenagem de grãos nos anos 70



Fonte: Revista acim

4.1.17. Análise da perda de milho e soja no transporte rodoviário no Brasil

Os principais grãos produzidos no Brasil são: milho, trigo, soja, arroz e feijão, estes últimos destacam-se, pois, são os alimentos básicos mais consumidos no dia a dia da população. O transporte do grão armazenado para a indústria de processamento, ou dos armazéns ou indústrias de exportação com destino ao mercado externo, normalmente ocorre em rodovias pavimentadas, não necessariamente em boas condições, fazendo com que ocorra mais perdas. Com isso, objetivou-se abordar parte das perdas que ocorrem no transporte de soja e milho por meio exclusivo do modal rodoviário brasileiro. A metodologia utilizada foi uma pesquisa bibliográfica, exploratória e qualitativa, buscou-se exemplos práticos de pesquisas que fazem abordagens dentro sobre a temática em questão. As perdas de grãos não trazem só perdas para o produtor, mas sim para todos que participam dessa cadeia logística. Assim, o transporte de cargas é um item indispensável para o Agronegócio, no entanto a combinação de rodovias em má conservação, transporte inadequado e necessidade de levar os grãos em caminhões, na maior parte das vezes por estradas não pavimentadas e em condições precárias, provoca grande volume de perdas de soja e milho pelo caminho.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. MÉTODOS

O método utilizado é o método de engenharia, pois o projeto se concentra em solucionar um problema por meio do desenvolvimento de um protótipo funcional. A pesquisa é explicativa, uma vez que busca investigar detalhadamente o problema, compreender seu funcionamento e propor soluções eficazes, permitindo validar hipóteses e aprimorar a implementação da solução.

A primeira parte da pesquisa envolve o levantamento dos dados teóricos de custos e qualidade dos materiais que estão sendo utilizados para a realização do protótipo. Ter uma compreensão dos custos é crucial para avaliar a viabilidade do protótipo e determinar se sua realização física é possível. Além disso, analisar o material mais adequado é importante para garantir uma vida útil mais longa e a capacidade de resistir as diversidades que possam surgir.

Na segunda etapa da pesquisa, a montagem do protótipo 3D está sendo desenvolvido utilizando o software Autodesk Inventor. Isso permitirá não só a construção do protótipo virtual, mas também fornecerá uma ideia clara da sua estrutura. Através de montagem, é possível avaliar riscos de perdas de grãos durante o transporte, garantindo que o projeto seja desenvolvido sem problemas de perda de material devido a erros ou má concepção. Além disso, a criação de um protótipo físico possibilitará a realização de testes reais para validar o conceito.

Na terceira fase da pesquisa, serão conduzidos testes do protótipo físico em campo. Estes testes envolverão avaliações em diferentes elevações, ângulos e tipos de estradas ao longo do trajeto. O objetivo é confirmar que os resultados obtidos estão alinhados com as expectativas e objetivos da pesquisa. Isso permitirá verificar se o protótipo está de fato produzindo os resultados desejados e previstos.

5.2. MATERIAIS

Para a construção do protótipo, foram cuidadosamente selecionados materiais que combinam qualidade, durabilidade e custo-benefício. A escolha considerou fatores como resistência mecânica, facilidade de manuseio, disponibilidade no

mercado e impacto ambiental, visando não apenas a eficiência do protótipo, mas também sua sustentabilidade e viabilidade econômica para aplicação em larga escala.

5.2.1. Chapa de latão

Material da estrutura da carreta, a chapa de latão com espessura de 1,5 mm é um material com custo acessível e de fácil manuseio já que podemos utilizar a solda para realizarmos a fixação de outras partes separadas.

Figura 33 – Chapa de latão



Fonte: Sky alumínio

5.2.2. Lona de polietileno

Utilizado na tampa de carregamento com o objetivo de manter a qualidade dos grãos, já que vamos utilizar as mesmas lonas utilizadas em estufas agrícolas.

Figura 34 – Lona de polietileno 150 micras



Fonte: Mercado Livre

A lona de polietileno de 150 micras resulta em ser mais resistente. Esse fator é muito importante, pois representa a vida útil do produto. Uma lona com alta resistência, ou seja, com alta micragem, evitará que seja necessário substituí-la a todo momento.

5.2.3. Motor de passo

O motor de passo é um motor elétrico utilizado para posicionamentos precisos ou rotações em ângulo exato, cuja precisão pode chegar, em alguns casos, a milésimos de grau.

Figura 35 – Motor de passo 28byj-48



Fonte: Mercado Livre

Será utilizado para realizarmos a automatização tendo como função abrir a tampa de carregamento da caçamba na hora do abastecimento girando a 270 graus.

5.2.4. **Arduino Uno**

O Arduino Uno é uma placa de Arduino que tem como microcontrolador principal o ATmega328P da fabricante Atmel. Com linguagem de programação padrão baseado no em C/C++, mas explicando de uma forma bem simples, Arduino é uma plaquinha para se fazer projetos de eletrônica de uma forma bem mais simples que os métodos anteriores.

Figura 36 – Arduino



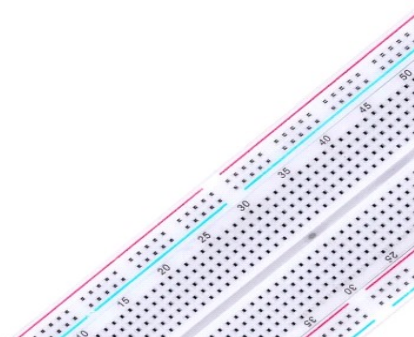
Fonte: Mercado Livre

Essa placa Arduino será utilizada para realizarmos a programação dos motores de passo na abertura da tampa de abastecimento.

5.2.5. **Protoboard**

A protoboard é uma placa de ensaio que serve como um protótipo de um aparelho eletrônico, com uma matriz de contatos que possibilita construir circuitos de teste sem que haja necessidade de solda e, assim, garantindo segurança e agilidade nos testes do funcionamento do protótipo.

Figura 37 – Protoboard



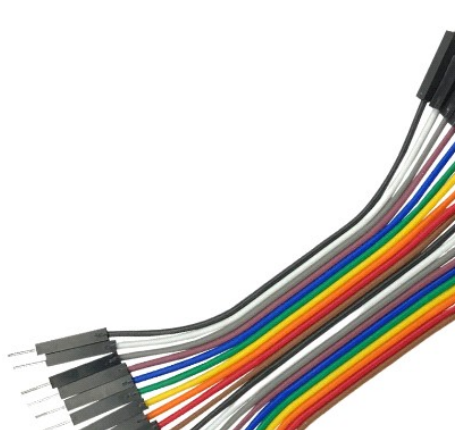
Fonte: Mercado Livre

Vai ser utilizada para realizações dos testes de funcionamento entre arduino, programação e motor de passos e sensores através de fios jumpers.

5.2.6. *Jumpers*

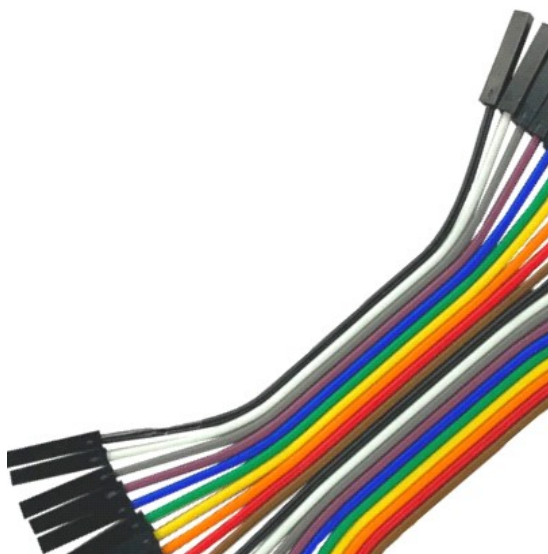
O jumper é uma ligação em ponte de um condutor que conecta dois pontos de um circuito, tem 3 tipos de ponta (macho, macho. Fêmea/fêmea e macho/fêmea).

Figura 38 – Jumpers macho/macho



Fonte: Mercado Livre

Figura 39 – Jumpers fêmea/fêmea



Fonte: Mercado Livre

Figura 40 – Jumpers machos e fêmea



Fonte: Mercado Livre

Os jumpers serão utilizados para fazer as ligações de botão e motor de passo através da protoboard e Arduino.

5.2.7. Sensor de umidade *Capacitive Soil Moisture Sensor V1.2*

É um dispositivo utilizado para medir a umidade do solo em tempo real. Ele funciona com base na capacidade do solo de conduzir eletricidade. Quando o solo está úmido, ele conduz eletricidade melhor do que quando está seco. Esse sensor utiliza essa propriedade para determinar o nível de umidade do solo.

Figura 41 – Sensor de umidade V1.2



Fonte: Mercado livre

Iremos adaptar o senso de umidade de solo para fazer a análise de umidade dos grãos, depois de pesquisas rápidas é possível utilizá-lo dessa forma.

5.2.8. Sensor de Temperatura DS18B20

O **DS18B20** é um sensor de temperatura digital de alta precisão fabricado pela Maxim Integrated. Ele é capaz de medir temperaturas com uma precisão de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ na faixa de -10°C a $+85^{\circ}\text{C}$. Este sensor tem uma ampla gama de aplicações, desde monitoramento de temperatura em sistemas de refrigeração, automóveis e eletrônicos, até projetos de automação residencial e agricultura.

Figura 42 – Sensor de temperatura DS18B20



Fonte: mercado livre

5.2.9. Sensor de Vibração

O **Sensor de Vibração SW-420** é um dispositivo que detecta movimentos vibratórios e é frequentemente utilizado em projetos eletrônicos para detectar impactos, colisões ou qualquer tipo de vibração. Ele possui uma sensibilidade ajustável, o que significa que você pode definir um limite de sensibilidade para o sensor ativar ou desativar com base na intensidade da vibração.

Figura 43 – Sensor de vibração SW-420

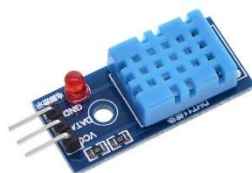


Fonte: Mercado livre

5.2.10. Sensor DHT 11

Sua capacidade de medir com precisão a umidade relativa e a temperatura do ambiente o torna indispensável em projetos de monitoramento ambiental, como em residências, escritórios e estufas.

Figura 44 – Sensor DHT 11



Fonte: Mercado livre

Ele vai ser usado para captarmos a temperatura e umidade ambiente e conseguir realizar uma comparação entre os parâmetros captados do lado ambiente para o de dentro da caçamba.

5.2.11. Relé

O relê é um equipamento eletrônico que permite a abertura e fechamento de um circuito elétrico, ou seja, pode bloquear ou não o fluxo de corrente elétrica. É utilizado para caso a umidade do grão passar de 13% o relé libera o sistema de desumidificação automaticamente.

Figura 45 – Relé



Fonte: Mercado livre

5.2.12. Pastilha Peltier.

Uma pastilha Peltier funciona com base no efeito termoelétrico Peltier, que usa uma corrente elétrica para criar uma diferença de temperatura entre seus dois lados: um lado fica frio e o outro quente. Para isso, ela é composta por blocos de semicondutores tipo P e tipo N, intercalados e conectados em série eletricamente. Quando a corrente passa, o calor é transferido de uma face para a outra, permitindo resfriar ou aquecer um objeto.

Figura 46 – Pastilha Peltier



Fonte: Mercado livre.

Ela será responsável por gelar a serpentina que quando chegar ao ponto de orvalho, exemplo de ponto de Orvalho: Se o ar estiver a 25 °C com 60% de umidade relativa, o ponto de orvalho é cerca de 16 °C. Assim diminui a temperatura e remove a umidade excessiva.

5.2.13. Dissipador de Calor

O dissipador de calor absorve o calor do componente ao qual está ligado e liberta-o para o ar, evitando que fique demasiado quente. É constituído por uma base plana que assenta no processador e por alhetas ou peças metálicas que aumentam a área de superfície para a saída do calor.

Figura 47 – Dissipador de Calor



Fonte: Mercado livre.

Ele vai acoplado do lado da placa que esquenta assim absorvendo o calor e não deixando passar para o lado frio.

5.2.14. Fonte ATX de Gabinete.

Uma fonte ATX é a fonte de alimentação padrão para computadores desktop, um componente que converte a energia da tomada para as voltagens necessárias para alimentar a placa-mãe, o processador, a memória e outros periféricos do computador.

Figura 48– Fonte de Gabinete atx



Fonte: Mercado livre

Responsável por alimentar o sistema de desumidificação, já que o arduino só alimenta 5v ele vai cuidar disso pois ela fornece tanto 3v até 12v.

5.2.15. Cano serpentina.

A serpentina é um dos principais componentes de um aparelho de ar-condicionado. Ela conduz o fluido que absorve o calor do ambiente interno e o libera no ambiente externo (na unidade condensadora). A condutibilidade térmica da serpentina, portanto, é fundamental.

Figura 49 – Cano serpentina.



Fonte: Mercado livre.

5.2.16. Cooler.

A principal função do ou dos coolers dentro do computador. Resumindo a definição técnica de cooler, um componente que extrai o calor da Unidade Central de Processamento (CPU) ou de outros chips de execução que geram calor, como um processador gráfico — placa de vídeo (GPU). São coolers que funcionam transportando o calor produzido através de tubos de alta condutividade térmica. No interior do heat pipe está localizado um líquido refrigerador, mistura de água e metanol, que reage ao calor movimenta-se por esses tubos até o local onde encontra-se uma ventoinha que volta a resfriá-lo.

Figura 50 – cooler



Fonte: Mercado livre

5.2.17. Display LCD 16x2

O Display LCD é um painel fino usado para exibir as informações de entrada por via eletrônica. Essas informações podem ser texto, vídeos e imagens. Vamos passar as informações dos sensores para ele através do Arduino.

Figura 51– LCD 16x2



Fonte: Mercado livre

6. PLANILHA DE CUSTOS DO PROJETO

Tabela 1 - Planilha de custos do projeto

QTD	DESCRIÇÃO DO RECURSO	VALOR UNITÁRIO (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)	FONTE
1	Computador, processador Intel core i7, memória RAM 16 GB, SSD 480 GB, Windows 10.	R\$ 2.319,00	R\$ 2.319,00	Amazon.com.br
1	AutoCAD 2023, software CAD 2D e 3D, Versão 2023.	R\$ 8.037,00	R\$ 8.037,00	Autodesk.com.br
1	Chapa de latão 2mm de espessura, 20x30cm	R\$ 295,00	R\$ 295,00	Mercadolivre.com.br
1	Miniatura de caminhão graneleiro	R\$ 123,19	R\$ 123,19	Mercadolivre.com.br
1	Arduino uno	R\$ 62,90	R\$ 62,90	Mercadolivre.com.br
1	Lona de polietileno carreteiro 5x3	R\$ 110,13	R\$ 110,13	Mercadolivre.com.br
3	Motor de passo 28byj-48	R\$ 29,90	R\$ 89,70	Mercadolivre.com.br
1	Sensor de umidade V1.2	R\$ 18,90	R\$ 18,90	Mercadolivre.com.br
1	Relé	R\$ 12,90	R\$ 12,90	Mercadolivre.com.br
1	Protoboard	R\$ 17,90	R\$ 17,90	Mercadolivre.com.br
1	Sensor de temperatura DS18B20	R\$ 19,99	R\$ 19,99	Mercadolivre.com.br
1	Sensor de vibração SW-420	R\$ 11,99	R\$ 11,99	Mercadolivre.com.br
1	Cano serpentina	R\$ 26,90	R\$ 26,90	Mercadolivre.com.br
1	Fonte 12v	R\$ 14,90	R\$ 14,90	Mercadolivre.com.br
1	Bomba de esguicho de água para-brisa 12v	R\$ 39,90	R\$ 39,90	Mercadolivre.com.br
1	Cooler	R\$ 17,00	R\$ 17,00	Mercadolivre.com.br
1	Display LCD 16x2	R\$ 19,90	R\$ 31,40	Mercadolivre.com.br
1	Caixa MDF 20x20x10	R\$ 8,00	R\$ 8,00	Mercadolivre.com.br
TOTAL			R\$ 11.307,39	-----

Fonte: Autoria própria

7. RESULTADOS OBTIDOS

O projeto tem como foco na problemática das perdas de grãos durante o transporte rodoviário, uma questão de grande preocupação para os produtores rurais. Para resolver esse problema, desenvolvemos um protótipo 3D e realizamos alguns testes e simulações para avaliar sua eficácia. Foi utilizado nossos conhecimentos técnicos em mecânica e eletrônica na construção do protótipo, isso inclui o uso de componentes como o Arduino e motores de passo, juntamente com materiais como chapas de latão e solda eletrodo.

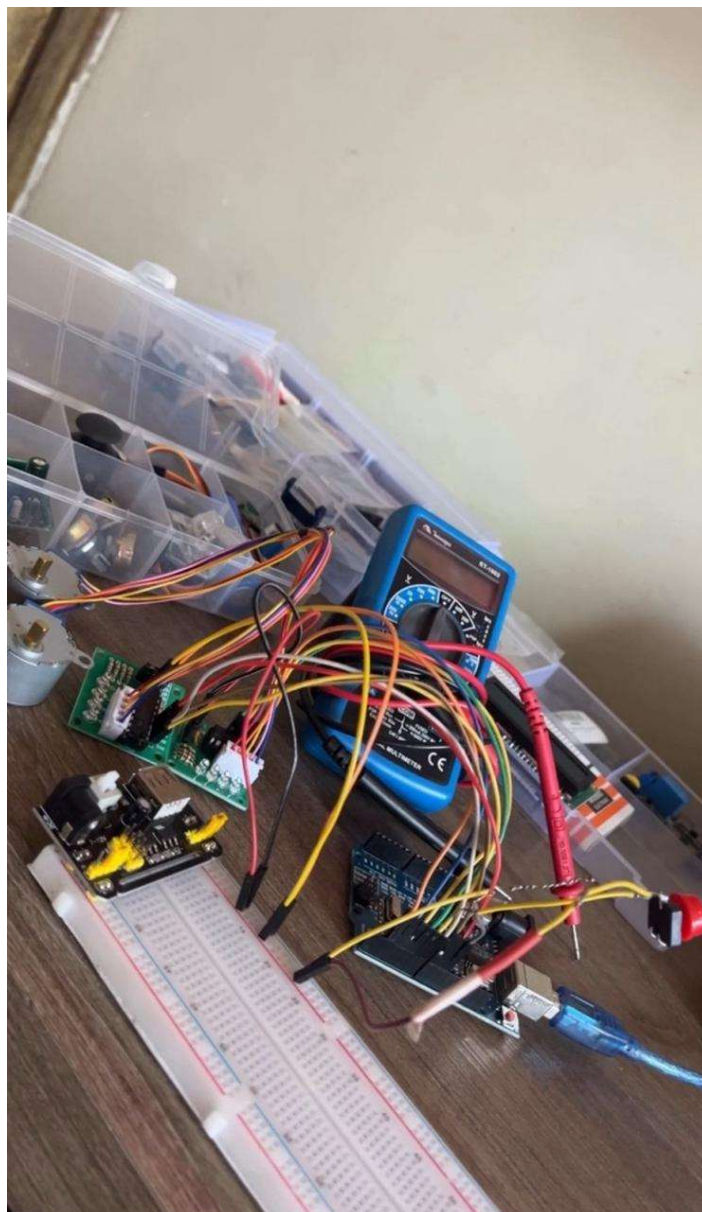
Figura 52– Desenho protótipo 3D



Fonte: Autoria própria

O protótipo foi testado e os resultados desses testes demonstraram de forma eficaz que o protótipo é capaz de reduzir significativamente as perdas de grãos durante o transporte rodoviário. Além disso, o protótipo conta com outros recursos, como um sistema automatizado para a abertura da tampa de abastecimento e o uso de acrílico para preservar o calor dos grãos.

Figura 53- Sistema de Automação do carregamento



Fonte: Autoria própria

No geral, este projeto tem o potencial de fazer uma contribuição significativa para a agricultura brasileira, melhorando o transporte rodoviário de grãos e, conseqüentemente, beneficiando tanto os produtores quanto o mercado agrícola. Esses resultados representam um passo importante na solução de um problema relevante no setor agrícola.

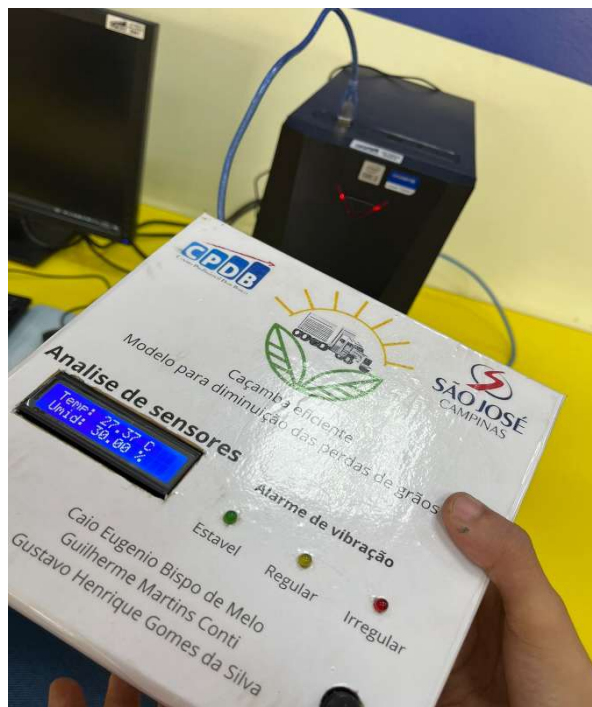
Figura 54- Protótipo em desenvolvimento



Fonte: Autoria própria

Desenvolvemos um Painel dedicado. Este painel permite que os transportadores analisem os dados dos sensores durante o transporte. Em caso de vibração excessiva, o aplicativo emite alertas para reduzir a velocidade, especialmente em estradas com condições adversas. Se os sensores detectarem variações significativas de umidade ou temperatura, o sistema de desumidificação que desenvolvemos com cooler e serpentina e pastilha peltier é ativado automaticamente através de um relé para restaurar as condições ideais, assim mantemos a qualidade do grão até a entrega.

Figura 55– painel de análise



Fonte: Autoria própria

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, abordou-se a questão das perdas de grãos durante o transporte, uma preocupação significativa para os produtores rurais. As perdas no transporte rodoviário de grãos são uma das principais preocupações, e nosso objetivo foi desenvolver um protótipo que abordasse esse problema de maneira eficaz.

Inicialmente, realizamos uma revisão teórica geral para compreender os custos associados às perdas de grãos e a qualidade dos materiais envolvidos. Esses dados teóricos foram muito importantes para o desenvolvimento do nosso protótipo.

O processo de criação do protótipo 3D envolveu o uso de softwares de desenho técnico e a realização de testes e simulações para avaliar a possibilidade de perda de grãos durante o transporte, montagem do protótipo físico exigiu conhecimentos técnicos em mecânica e alguns conhecimentos em eletrônica para fazer o uso de componentes como Arduino e motor de passo.

Na parte mecânica, com nossos conhecimentos habilidades utilizamos os materiais como chapa de latão, máquinas mecânicas e solda eletrodo para construir o protótipo. O protótipo foi submetido a testes demonstrando resultados eficazes com nossas expectativas e os objetivos da pesquisa. Uma característica notável do nosso protótipo é o sistema automatizado de abertura da tampa de abastecimento. Em resumo, este projeto abordou a problemática das perdas de grãos no transporte rodoviário por meio de uma abordagem que combinou conhecimentos em fabricação mecânica e eletroeletrônica com um profundo entendimento das necessidades da agricultura. A intenção presente no projeto é contribuir para a melhoria do transporte de grãos no Brasil, alinhando-o com os requisitos de qualidade do mercado agrícola e das comunidades rurais.

REFERÊNCIAS

BELEDELI, Marcelo. **QUANTIDADE DE SOJA PARA SALDAR CUSTOS DO PROJETO DE CUSTOS DE PRODUÇÃO DAS LAVOURAS AUMENTA NA SAFRA 2023/24**. Publicado em: 27 set de 2023. Disponível em: < <https://globorural.globo.com>>. Acesso em: 29 set 2025.

BRASIL, Croplife. **A importância da agricultura no papel da transformação da humanidade**. 24 nov. 2020. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/>. Acesso em: 23 ago. 2025.

BRASIL, Daniel. **Entenda todas as regras para o transporte de grãos**. O Estado de S. Paulo. 9 mar. 2021. Disponível em: <https://www.hivecloud.com.br/>. Acesso em: 9 ago. 2025.

CANAL, Rural. **Agronegócio respondeu por 27,4% do PIB brasileiro em 2021**. 25 mar. 2022. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/>. Acesso em: 14 set. 2025.

CONAB (Brasil). **Agronegócio no Brasil: um panorama da importância, oportunidades e desafios no país**. Publicado em: 24 fev. 2023. Disponível em: < <https://blog.climatefieldview.com.br> >. Acesso em: 21 jun. 2025.

CONAB (Brasil). Ministério da agricultura e pecuária. **Estudo revela perda abaixo do nível de tolerância no transporte de grãos**. Publicado em: 28 nov. 2018. Disponível em: < <https://www.gov.br>. > Acesso em: 22 mar. 2025.

CONAB (Brasil). Ministério da agricultura e pecuária. **SAFRA DE GRAOS É ESTIMADA EM 313 MILHOES DE TONELADAS IMPULSIONADA PELA SOJA**. Publicado em: 09 nov 2022. Disponível em: < <https://www.gov.br>. > acesso em: 28 set 2025.

CONAB. **Produção de grãos está estimada em 312,5 milhões de toneladas na safra 2022/23**. Publicado em: 13 abr. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 21 jun. 2025.

CARDOSO, Gabriel Caldeira. **PERDA DE GRÃOS NAS RODOVIAS BRASILEIRAS**. Disponível em: < <https://repositorio.ufu.br>. > Acesso em: 23 mar. 2025.

COSTABILE, Lucio Tadeu. **Comparativo de perdas de grãos no transporte rodoviário**. Publicado em: 25 de mar. 2016, disponível em: < <https://www.revistaespacios.com>. > acesso em: 29 maio. 2025.

CORREA, Lazaro da costa. **Quantificação de perda de arroz no Transporte rodoviário no sul do Brasil**. Publicado em: 14 dez. 2021, disponível em: < <https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br>.> acesso em: 29 maio. 2025.

CONAB (Brasil). **Estudo da Conab avalia papel da perda de grãos na redução do desperdício de alimentos**. Publicado em: 30 janeiro. 2023. Disponível em: < <https://opresenterural.com.br>. > acesso em: 22 maio.2025.

EMBRAPA. **Trajatória do agro, visão do futuro do agro Brasileiro**. Publicado em: Disponível em:< <https://www.embrapa.br>.> Acesso em: 23 mar. 2025.

FIGUEREDO, Nayara. **Brasil perde US\$ 750 milhões em grãos devido a gargalo logístico na exportação**. Publicado em: 29 maio 2023. Disponível em: < <https://globorural.globo.com>>. Acesso em: 31 jul. 2025.

GOV. Ministério da agricultura e pecuária. **BRASIL É O MAIOR PRODUTOR MUNDIAL DE CAFÉ E O SEGUNDO MAIOR CONSUMIDOR DE CAFÉ**. Publicado em: 14 maio 2023. Disponível em: < <https://www.gov.br> >. Acesso em: 28 set 2025.

GOV. ministério da agricultura e pecuária. **Valor da produção agropecuária previsto para 2023 tem o melhor resultado em 34 anos**. Publicado em: 09 fev 2023. Disponível em: < <https://www.gov.br>>. Acesso em: 28 set 2025.

INFRASA S.A. **Panorama Transportes: transporte rodoviário de grãos atinge recorde histórico para o mês de março**. Publicado em: 29 maio 2025. Disponível em: < <https://www.infrasa.gov.br>> Acesso em: 10 jun 2025.

CF NEWS. **Brasil perde 15% da safra durante o transporte, por falta de infraestrutura**. Publicado em: 12 Mar 2025. Disponível em:<<https://www.cfnews.com.br/> > Acesso em: 17 ago 2025.

INACIO, Bruno Silva. **Logística de escoamento de grãos: história, avanços e desafios**. Publicado em: 18 fev. 2022. Disponível em: <<https://blog.sensix.ag>>. Acesso em: 23 ago. 2025.

PAGBEM, BRASIL. Agricultura de precisão. **Relação entre a agricultura de precisão e TRC**, Publicado em: 14 jun. 2023. Disponível em: <https://pagbem.com.br>. Acesso em: 23 ago. 2025.

RODRIGUES, Manoella. **Teor de umidade dos grãos define qualidade e preço do produto**, Publicado em: 9 fev. 2021. Disponível em: < <https://opresenterural.com.br>> acesso em: 20 out. 2025.

SEMENTES. Nidera. Transporte de grãos no Brasil: **O transporte rodoviário é o mais utilizado no Brasil para cargas em geral**. Publicado em: 26 nov. 2022. Disponível em: <https://somosmilhoes.com>. Acesso em: 9 ago. 2023.

UNIAO NACIONAL DE BIOENERGIA (Brasil). **Perda de grãos segue expressiva no Brasil**. Publicado em: 15 abril. 2021. Disponível em: < <https://www.udop.com.br>. > acesso em: 22 maio. 2025.

VIEW, Field. **Transporte de grãos após a colheita**. 14 jun. 2023. Disponível em: <https://blog.climatefieldview.com.br/>. Acesso em: 14 set. 2025.