

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Agronomia

**TÉCNICAS DE GESTÃO DE PRODUÇÃO NA EXPANSÃO DA CAPACIDADE DE  
CLASSIFICAÇÃO NO BENEFICIAMENTO DE SEMENTES DE MILHO**

**Thamires Alves Bahia**

Montes Claros – MG  
2024

THAMIRES ALVES BAHIA

TÉCNICAS DE GESTÃO DE PRODUÇÃO NA EXPANSÃO DA CAPACIDADE DE  
CLASSIFICAÇÃO NO BENEFICIAMENTO DE SEMENTES DE MILHO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de engenharia agrônômica da  
Universidade Federal de Minas Gerais, como  
requisito parcial para o grau de Bacharel em  
engenharia agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Delacyr da Silva Brandão  
Junior

Montes Claros  
Instituto de Ciências Agrárias – UFMG  
2024

## AGRADECIMENTOS

A Deus por permitir que eu vivesse essa experiência que me trouxe muito crescimento pessoal, profissional e por não me deixar desistir nos dias mais difíceis.

À empresa, por me proporcionar a oportunidade do estágio, e de realizar este trabalho em suas instalações. Ao meu gestor de estágio, Henrique Gontijo, por acreditar no meu potencial, apoiar minhas ideias e me dar espaço para desenvolvê-las. Ao meu mentor de estágio, Luccas Fernandes, por compartilhar comigo seus conhecimentos e sempre estar disponível para ajudar. À equipe inclusa no projeto, pela parceria e auxílio no desenvolvimento do mesmo, Mauro, Camila, Marcos, Juraci, Gabriel, José e Lucas. À minha colega de trabalho que se tornou amiga, Eviny, por todo suporte na rotina.

À UFMG, pela base de conhecimentos acadêmicos que tornou possível o desenvolvimento deste projeto. Aos professores do Instituto de Ciências Agrárias, por todos os incentivos, e conhecimento de qualidade compartilhado. À turma de 2018 de agronomia, pela união e apoio mútuo, em especial às amigadas sinceras que fiz durante essa jornada, Fernanda, Jéssica, Elora e Nicson.

Ao meu professor e orientador, Delacyr Brandão, por todo conhecimento e experiência compartilhados, pelo suporte, disponibilidade e interesse em me auxiliar nos meus projetos. Agradeço a confiança e apoio.

À minha família pelo apoio incondicional, minha mãe Maria, meus irmãos Joana, Patrícia, Bianca, Allison e Alline por acreditarem em mim até mais que eu mesma. Aos meus sobrinhos Francisco, Antônio e Edu por serem inspiração para seguir em frente. Ao meu pai, Geraldo, (*in memoriam*) por ter sido em vida um exemplo, e após sua partida uma memória de acalento. Ao meu namorado, Pedro, por nunca me deixar desistir e sempre estar ao meu lado. Aos meus amigos pelas conversas e conselhos, em especial, à Keyty pelo apoio durante a elaboração do projeto. Meu muito obrigada.

## RESUMO

A produção de sementes de milho de alta qualidade é o objetivo principal de qualquer empresa do setor, e o beneficiamento das sementes é uma etapa fundamental para atingir essa meta. As unidades de beneficiamento de sementes (UBS) visam classificar as sementes de acordo com seu tamanho e formato, e a disponibilizar um produto final homogêneo e livre de impurezas. Isso facilita o processo de semeadura mecanizada e assegura a qualidade das sementes adequada ao processo. O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de atuar nos pontos de ineficiência analisados, aplicando técnicas de gestão de produção baseados nos princípios da metodologia *lean manufacturing* na torre de classificação de sementes de milho híbridos de alta tecnologia da UBS Paracatu-MG, de uma empresa privada. Para isso, foi realizado um estudo acerca das atividades realizadas no setor, a fim de encontrar impactos a serem trabalhados. Para tal, todas as atividades que configuraram um empecilho para a produtividade foram mapeadas, visando a redução de desperdícios seja de tempo, materiais, financeiro ou causador de retrabalhos. A empresa colocou em prática as ações resolutivas, como a padronização de procedimentos operacionais, a criação e aplicação de treinamentos, organização do espaço, entre outras ações, as quais foram monitorados os resultados obtidos. Além disso, foram analisados os impactos e a efetividade de cada atividade realizada. Desta forma, foi possível validar o trabalho e analisar o impacto na produtividade. Tal expansão possibilitou absorver maior quantidade de material para beneficiamento dentro da unidade e reduzir custos com empresas terceiras que beneficiam o material excedente produzidos nos campos. Portanto, é possível concluir que, a aplicação de técnicas de gestão de produção *Lean Manufacturing* expandiu a capacidade de produção do setor de classificação da UBS Paracatu-MG, havendo aumento da vazão média do processo e conseqüente aumento da quantidade de material processado, diminuição do índice de reprovações de materiais e reprocessos, que propiciaram a redução dos custos da empresa.

**Palavras chave:** *Zea mays* L., qualidade física de sementes, lean Manufacturing.

## Lista de Tabelas

<b>TABELA 1: VARIAÇÃO DO TESTE DE RETENÇÃO EM PENEIRA DE CADA OPERADOR COM AMOSTRA R1M.....</b>	<b>23</b>
<b>TABELA 2: VARIAÇÃO DO TESTE DE RETENÇÃO EM PENEIRA DE DIFERENTES OPERADORES COM AMOSTRA R2.....</b>	<b>23</b>
<b>TABELA 3: VARIAÇÃO DO TESTE DE RETENÇÃO EM PENEIRA DE DIFERENTES OPERADORES COM AMOSTRA R2M.....</b>	<b>23</b>
<b>TABELA 4: VARIAÇÃO DO TESTE DE RETENÇÃO EM PENEIRA DE DIFERENTES OPERADORES COM AMOSTRA C1M.....</b>	<b>24</b>
<b>TABELA 5: VARIAÇÃO DO TESTE DE RETENÇÃO EM PENEIRA DE DIFERENTES OPERADORES COM AMOSTRA C2M.....</b>	<b>24</b>
<b>TABELA 6: TEMPO DE EXECUÇÃO DOS TESTES DE RETENÇÃO EM PENEIRA.....</b>	<b>25</b>

## Lista de Figuras

<b>FIGURA 1 – PENEIRA TUBULAR INSTALADA NO CLASSIFICADOR .....</b>	<b>16</b>
<b>FIGURA 2 – CAMISA DE TRIEUR DESINSTALADA.....</b>	<b>17</b>
<b>FIGURA 3. MÉDIAS DE PARADAS DA CLASSIFICAÇÃO EM 2022. ....</b>	<b>27</b>
<b>FIGURA 4. MÉDIAS DE PARADAS DA CLASSIFICAÇÃO EM 2023. ....</b>	<b>28</b>
<b>FIGURA 5. COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS DE 2022 E 2023 DE CONSUMO DE SEMENTES DE MILHO DEBULHADAS E SECAS POR DIA NA CLASSIFICAÇÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>FIGURA 7. COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS DE 2022 E 2023 DE VAZÃO MÉDIA DO PROCESSO EM TONELADAS POR HORA.....</b>	<b>29</b>
<b>FIGURA 8. COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS DE 2022 E 2023 DE VOLUME PROCESSADO EM SEMENTES DE MILHO DEBULHADAS E SECAS (TONELADAS).....</b>	<b>29</b>

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>10</b>
2.1	A CULTURA DO MILHO	10
2.2	AS UNIDADES DE BENEFICIAMENTO DE SEMENTES (UBS)	11
2.3	CLASSIFICAÇÃO COM FOCO EM UNIFORMIDADE	11
2.4	O SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO	12
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>13</b>
3.1	LOCAL DE INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO	13
3.2	ANÁLISES PARA MELHORIA DE PRODUTIVIDADE	13
3.2.1	<i>Reorganização do espaço físico</i>	14
3.2.2	<i>Regulagem do processo de trieuragem</i>	15
3.2.3	<i>Construção de base de dados para o setor de classificação (registro e KPI 's de rendimento)</i>	15
3.2.4	<i>Padronização de testes de retenção</i>	15
3.2.5	<i>Revisão, ajuste e divulgação do processo de classificação</i>	16
3.3	AÇÕES REALIZADAS	16
3.3.1	<i>Testes de uniformidade (retenção em peneira)</i>	16
3.3.2	<i>Medição do furo das peneiras</i>	16
3.3.3	<i>Teste de comprimento</i>	17
3.3.4	<i>Registro de dados e execução de análises:</i>	18
3.3.5	<i>Gestão e otimização das atividades</i>	18
3.3.6	<i>Identificação das peneiras tubulares e camisas de Trieur</i>	18
3.3.7	<i>Padronização da execução do teste em retenção</i>	18
3.3.8	<i>Reorganização do espaço físico</i>	19
3.3.9	<i>Orientação de regulagem do processo de trieuragem (separação das sementes por comprimento)</i>	20
3.3.10	<i>Dados informativos do processo, registro e KPI's de rendimento</i>	21
3.3.11	<i>Análise estatística</i>	22
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSSÕES</b>	<b>29</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O milho é uma das principais culturas agrícolas do Brasil, ao lado da soja, sendo destaque no cenário mundial. O país é um dos principais produtores e exportadores dessa commodity, ocupando o segundo lugar no ranking de exportação de milho, ficando atrás apenas dos Estados Unidos. Cerca de 30% a 40% da produção brasileira de milho é exportada, com volumes variando conforme a demanda global e as condições climáticas. Além disso, o Brasil ocupa o terceiro lugar no *ranking* global de produção de milho, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China (MASO, et al.).

A produção de milho no país se concentra em duas safras anuais: a primeira safra, também chamada de safra de verão, plantada nos meses de outubro a dezembro, e a segunda safra, ou safrinha, que é plantada logo após a colheita da soja, entre janeiro e março (de SOUZA et.al, 2018). A safrinha, especialmente no Centro-Oeste, tornou-se a principal responsável pelo aumento da produção de milho no Brasil, sendo atualmente a maior parte do volume total produzido. Esse crescimento tem sido impulsionado por fatores como a expansão da área plantada, o uso de sementes geneticamente modificadas, tecnologias de agricultura de precisão e o aprimoramento da qualidade através do beneficiamento das sementes.

O beneficiamento de sementes de milho é um processo crucial para garantir a qualidade e o rendimento da produção agrícola. Esse processo envolve uma série de etapas que visam selecionar e preparar as sementes para o plantio, assegurando que elas tenham as melhores condições possíveis para germinar e desenvolver-se de maneira saudável. As principais etapas do beneficiamento de sementes de milho são: a recepção (ainda como espiga), a debulha, a secagem, a classificação, a limpeza (retirada de materiais indesejáveis), o tratamento fitossanitário e por último o ensaque e armazenamento.

O processo de beneficiamento quando realizado de forma adequada, traz diversos benefícios para os produtores de sementes. Além de realizar o aprimoramento das características das sementes, garante maior taxa de germinação e maior vigor das plantas. Outro ponto importante é o tratamento fitossanitário, que consiste na aplicação de defensivos químicos que auxiliam na proteção das sementes contra pragas e doenças, reduzindo a necessidade de intervenções químicas no campo.

O foco deste trabalho foi no setor de classificação de sementes, que compreende uma etapa de extrema importância no beneficiamento. Consiste em um processo onde é feita a separação de sementes de acordo com seu tamanho e forma. Essa etapa assegura uma maior uniformidade

no plantio, facilitando o ajuste das máquinas semeadoras, contribuindo para uma germinação mais homogênea, que por sua vez, otimiza a colheita e aumenta a produtividade da lavoura.

Dentro do processo de classificação cada etapa tem impacto no produto final. O processo inicia-se na pré-limpeza, onde é realizada uma limpeza inicial de materiais que não são sementes. Após isso o material passa para a classificação chamada de “bruta”, realizada em classificadores com peneiras tubulares acopladas, com furos de tamanhos específicos, onde é feita uma primeira separação por largura e espessura. Caso não atinja a uniformidade desejada, é realizada uma separação por comprimento, realizada em uma máquina denominada “*Trieur*”, que possui peças, chamadas de “camisas”, que possuem alvéolos de tamanhos específicos para encaixar as sementes cujos os tamanhos coincidam.

Durante o processo de classificação são retiradas amostras de todas as etapas para a verificação da uniformidade do material, e tomada de decisões sobre os ajustes nas máquinas. O material deve atingir a uniformidade seguindo os padrões de qualidade de sementes exigidos pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) e para isso são analisadas todas as etapas do processo de classificação, através de amostras dos materiais em fluxo. (RAS, 2009).

Para a gestão dos processos foi utilizada uma filosofia e metodologia operacional, conhecida como “*Lean Manufacturing*”, que visa maximizar a produção ao eliminar desperdícios e perdas dos processos (OLIVEIRA, F.S. et al, 2018). Essa ideia surgiu a partir do sistema de produção da Toyota, no Japão, na década de 1950, e desde então tem sido amplamente adotado em várias indústrias ao redor do mundo. A essência do *Lean Manufacturing* é a busca contínua por eficiência, otimizando recursos e melhorando a qualidade do produto ou serviço final.

A implementação da cultura *lean* traz uma série de benefícios para as empresas, como a redução de custos que é gerada a partir da eliminação de desperdícios, a melhoria da qualidade, que consiste no foco na eliminação de defeitos dos produtos e serviços, o aumento da eficiência que se forma a partir de padronizações de processos operacionais e reduções de tempo de ciclo. Ou seja, essa metodologia auxilia na organização dos níveis da cadeia produtiva, criando uma cultura de melhoria contínua dos processos nos ambientes onde é implementada.

A primeira etapa desse trabalho consistiu em entender o cenário atual do setor de beneficiamento de sementes da empresa na qual foi instalado o experimento, e seus principais processos. Para contextualizar do cenário atual e os impactos dos projetos, a equipe responsável

pela melhoria de processos da empresa, realizou um estudo de caso demonstrando os pontos críticos e possíveis ações de melhoria destes pontos. Foram realizadas reuniões com os colaboradores e responsáveis pelo setor, mapeando tais ações. Para alcançar a expansão de capacidade de absorção de mais material para beneficiamento, foi discutido um ponto principal que influenciava em todos os demais elementos: a redução das reprovações de qualidade dos materiais e conseqüentemente de reprocessos dos mesmos.

Com base nos dados apresentados pela equipe responsável pela demonstração de impacto, a vazão média (volume escoado por unidade de tempo) do setor de classificação nos dois últimos anos era de 9,4 toneladas por hora, essa média foi influenciada pela queda que ocorria na velocidade do fluxo quando o material estava em reprocesso, (de 10 t/h para 2,3 t/h) calculado pela automação. O objetivo era aumentar a vazão média para atingir a potencial (calculada segundo as vazões nominais dos equipamentos) do setor, que era de 10,3t/h, sem comprometer a qualidade do produto. Portanto, seria possível alcançar a expansão de capacidade com redução das reprovações e conseqüentemente de reprocessos.

Outro ponto que influenciava no índice de reprovações do processo era a falta de acuracidade nos ajustes realizados na máquina de separação por comprimento, o *Trieur*, esse fato foi associado à falta de treinamentos e instruções de trabalho específicas para operar a máquina. O *Trieur* é uma máquina complexa que auxilia na classificação de sementes, realizando a separação das mesmas por comprimento, através de um cilindro com alvéolos de tamanho único (peneira cilíndrica). Cada classe de sementes (chatas e redondas) é passada no cilindro separador, obtendo-se uma classe curta, média ou longa.

Os ajustes na máquina são feitos pelos operadores, porém, pela falta de um direcionamento, os operadores precisavam ser treinados por outros operadores, o que aumentava a curva de aprendizagem e deixava o processo suscetível a erros de regulagem. Para auxiliar neste problema, foi realizada uma reunião com a equipe de operação da classificação, onde foram discutidas ações resolutivas, a fim de contribuir com a expansão de capacidade.

A expansão de capacidade ocorre com o intuito de absorver maior quantidade de material para beneficiamento, mudando a forma de gerir os processos da cadeia produtiva, com a finalidade de reduzir custos com empresas terceirizadas que beneficiam o material excedente produzido nos campos. Para isso, é necessário aumentar a eficiência dos setores que compõem o beneficiamento.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de atuar nos pontos de ineficiência

analisados, aplicando técnicas de gestão de produção baseados nos princípios da metodologia *lean manufacturing* na torre de classificação de sementes de milho, da unidade de beneficiamento de sementes de milho híbridas de alta tecnologia da empresa na qual foi desenvolvido o projeto.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 A cultura do milho**

O milho (*Zea mays* L.) é uma espécie pertencente à família Gramineae/Poaceae, que é amplamente cultivada pelo mundo devido a sua facilidade de adaptação (BARROS, CALADO, 2014). A planta é cultivada em sua maioria para destinação à alimentação animal, mas também é destinada à alimentação humana, produção de álcool e indústria. No Brasil, o milho é um dos cereais mais cultivados, encontrado em praticamente todo território do país, o que o torna uma cultura de muita importância econômica.

Segundo o 11º levantamento da Safra de Grãos realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), a expectativa de aumento na produção de grãos é de cerca de 17,4% (CONAB, 2023) na safra 2022/23 em relação ao ciclo anterior. Este resultado foi associado ao aumento de áreas cultivadas e das maiores produtividades atingidas nos campos.

A produção de milho se destaca no estudo realizado pela Conab com a alta produtividade e melhor desempenho da cultura atingidas no período da safrinha. A crescente ascensão do milho safrinha se associa a maior oferta de materiais genéticos que apresentam mais resistência e tolerância a estresses, que associado à gestão das atividades nos campos, e agricultura de precisão, possibilita plantios de mais qualidade, vigor e germinação (MANTOVANI et al., 2020). Esse aumento de produção impacta diretamente a indústria de produção de milho semente de alta tecnologia, com o crescimento de demandas pelo produto, mantendo a qualidade necessária.

A produção de milho para sementes é um processo considerado muito complexo quando comparado a outras culturas (SCHMIDT, 2019). Essa complexidade se dá aos diferentes formatos da semente, que variam de acordo com a cultivar e posição na espiga. Os lotes de sementes devem seguir um padrão de tamanho para garantir a uniformidade ideal para um plantio de qualidade. Para atingir esse padrão, as sementes são submetidas a diversos processos durante o beneficiamento, que ocorre em usinas especializadas, em que a estrutura é montada para atender o beneficiamento do milho, que difere de outras culturas (FERREIRA, 2010).

## **2.2 As unidades de beneficiamento de sementes (UBS)**

O beneficiamento de sementes é realizado nas chamadas UBS (usina de beneficiamento de sementes) (FERREIRA, 2010). O processo se inicia no recebimento, onde são recebidas as espigas, em seguida são despalhadas (retirada da palha), debulhadas (retirada da semente do sabugo), e passa pelo processo de secagem para atingir a umidade ideal para a continuidade dos processos.

As sementes após debulhadas e secas, seguem para o processo de classificação, na qual são divididas em lotes homogêneos quanto a sua forma e tamanho (TERABE, 2021). Para facilitar o plantio mecanizado no campo e garantir uniformidade de plantio, as sementes são classificadas como redonda (formato arredondado), e chata (formato achatado), utilizando peneiras tubulares de furos redondos e oblongos de diferentes diâmetros.

Após a classificação, o material passa por uma limpeza, onde são eliminadas impurezas e sementes comprometidas em sanidade e/ou estrutura física. Após classificadas e limpas, são direcionadas para um tratamento, onde recebem uma calda de produtos defensivos agrícolas de acordo com a necessidade do cliente, e são transferidas para um secador para secagem da calda aplicada. A última etapa é o ensaque das sementes e acondicionamento no armazém climatizado, nesse ponto os lotes de sementes estão prontos para entrega aos produtores.

## **2.3 Classificação com foco em uniformidade**

O processo de classificação inicia-se na pré-limpeza, onde são retiradas sementes maiores do que o padrão e materiais que não são sementes (impurezas), através da seleção de uma peneira denominada “topo”. A próxima etapa é a classificação por largura e espessura, realizada no classificador, onde são instaladas peneiras tubulares contendo furos de diâmetros específicos de acordo com cada material. As sementes que se encaixam no padrão são selecionadas e as que não se encaixam vazam nos furos e seguem para a próxima peneira para seleção. A primeira seleção separa as sementes de formato arredondado (redondas) e de formato achatados(chatas), após isso, são separadas em 3 grupos, as maiores são grupo 1, as intermediárias são grupo 2 e as menores são grupo 3. Para identificação, utiliza-se a letra referente ao formato, e o número referente ao tamanho (R1, R2 e R3 para redondas, e C1, C2 e C3 para chatas).

Quando a massa não atinge a homogeneidade adequada, são realizadas mais subdivisões,

considerando outros tamanhos. O processo é realizado por um separador cilíndrico alveolado (*Trieur*) que consiste em um cilindro com alvéolos de tamanho único (peneira cilíndrica), essa máquina em rotação recebe a massa de sementes que passam por sua superfície, e se encaixam em suas cavidades se os comprimentos coincidirem. Para essas divisões são considerados tamanhos longos, médios e curtos, a denominação leva a letra do formato, o número do tamanho e a letra do comprimento (longo e médio), por exemplo: R1M (redonda, grupo 1, divisão média), C2L (chata, grupo 2, divisão longa), (TERABE, 2021).

De acordo com as normas internas da empresa, durante todo o processo de classificação, são feitos testes para verificação de uniformidade utilizando peneiras manuais com as mesmas características das tubulares, com o objetivo de analisar o andamento da classificação do material, e fornecer informações para realização dos ajustes nas máquinas. Os ajustes feitos nas máquinas classificadoras são de extrema importância, pois através deles é que se atinge a uniformidade das sementes. As amostragens, testes e análises das informações coletadas são muito importantes para a estratégia da produção.

A vazão (volume escoado por unidade de tempo) também é um dado muito importante do processo de beneficiamento. A medição da vazão é realizada através da automação, que coleta os dados através de sensores. Esse dado é analisado para entender a produtividade, e a acuracidade dos procedimentos, pois se a vazão variar acima ou abaixo do adequado, pode acarretar problemas na classificação, como reprovação de qualidade (uniformidade).

O material reprovado passa por um reprocesso para uma nova tentativa de adequar aos padrões internos da companhia, logo, representa um impacto na produtividade. Todos os dados (vazão, quantidade de material (t), índices de retenção (%)) são coletados, e utilizados para analisar possíveis falhas no processo e montagem de novas estratégias para atingir grandes produtividades.

## **2.4 O Sistema Toyota de Produção**

Para uma gestão eficiente dos processos de produção, a empresa utiliza o *Toyota Production System* (Sistema Toyota de Produção, ou “TPS”). Este sistema tem como objetivo uma manufatura enxuta através da diminuição de desperdícios, perdas, ineficiências presentes no processo, com a implementação de uma cultura organizacional que visa estimular os colaboradores a investigar, expor e resolver vários tipos de problemas encontrados no ambiente (OLIVEIRA, F.S. et al, 2018).

O “TPS” originou-se no Japão após a II Guerra Mundial, quando surgiu a necessidade de aumentar a produção em indústrias (Menezes, 2012). Foi desenvolvida a Metodologia *Lean Manufacturing*, que trata-se de um conjunto de técnicas cujo o foco é a melhoria dos processos, aumento de produtividade, redução de custos e gestão de perdas.

Através do uso prático das ferramentas da Metodologia *lean*, é possível enxergar, investigar e solucionar os impactos dos processos, como por exemplo: reprocessos, desorganização no ambiente de trabalho, movimentações excessivas, superprodução e longos prazos de entregas.

A reorganização do espaço físico, otimização de atividades e estímulo ao trabalho em equipe são grandes aliados para a redução de desperdícios, conforme aponta Monden (1999). Duas técnicas que pertencem a metodologia *lean manufacturing* são muito interessantes para uso em ambientes industriais: o 5s que foca na organização, limpeza e padronização do ambiente, e a gestão visual que foca na rápida compreensão visual e interpretação das informações e indicadores de desempenho do processo.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Local de instalação do experimento**

O projeto foi conduzido em uma unidade de produção e beneficiamento de sementes híbridas de milho de alta tecnologia, na Usina de Beneficiamento de Sementes (UBS) de uma empresa privada, localizada na cidade de Paracatu, estado de Minas Gerais, no período de novembro de 2022 a novembro de 2023.

#### **3.2 Análises para melhoria de produtividade**

O trabalho teve como foco a possibilidade de melhorar a produtividade da torre de beneficiamento, através da expansão de capacidade do setor de classificação de sementes. Para isso, o objetivo era aumentar a vazão média do processo, com consequente aumento da quantidade de material processado e a diminuição do índice de reprovações de materiais e reprocessos. Nesse contexto, todas as ações tiveram como foco de resultado principal 3 métricas: vazão média do processo, *uptime*<sup>1</sup> de atividades e qualidade do produto final.

Com o estudo acerca dos empecilhos que afetavam o setor, foi possível direcionar as ações resolutivas para agir nos pontos que influenciavam na produtividade. As ações foram

---

<sup>1</sup> Tempo em atividade.

monitoradas para certificação da efetividade, com isso, foi possível observar os resultados gradativamente. Após 6 meses do início das ações, os resultados de vazão, *uptime* e volume processados foram avaliados e comparados ao ano anterior para mensuração da expansão de capacidade do setor de classificação de sementes.

A vazão, um dos principais empecilhos estudados no trabalho, é medida automaticamente por sensores de volume instalados internamente nos silos e tulhas, que medem a quantidade de material que passa por sua superfície a cada segundo, além disso a soma do volume registrado, representa volume processado. O *uptime* é medido através do sistema de automação, que registra as informações de todas as rotas iniciadas (para executar a classificação), e mede também as paradas dessas rotas, que representa os *downtimes*<sup>2</sup>, os quais são registrados os horários (início e fim) e as justificativas (motivos de parada).

O aumento de capacidade é correlacionado à aderência aos padrões de qualidade do produto (outro empecilho importante estudado no trabalho), pois os reprocessos acontecem quando o produto não atinge a qualidade desejada no primeiro processo, ou seja, nessa situação, o setor perde em produtividade para processar novamente materiais reprovados. Sendo o reprocesso um dos maiores impactos do setor, o trabalho foi feito para reduzir os índices de materiais reprovados, para isso, foi necessário realizar ações para resolver problemas ligados à qualidade, para diminuir o tempo utilizado para reprocesso, que também era responsável pela diminuição da vazão média.

Com o auxílio da equipe técnica da torre de beneficiamento da empresa sede do experimento, e utilizando os princípios da metodologia de *Lean Manufacturing*, foi analisado o processo de produção na unidade de beneficiamento, identificando ações e, ou atividades que dificultam ou interrompem o fluxo produtivo. Para melhoria da capacidade de beneficiamento da unidade foram considerando os seguintes aspectos:

### **3.2.1 Reorganização do espaço físico**

O excesso de estoque no setor de classificação foi observado em área, onde haviam peneiras tubulares e camisas de trieur que apresentavam danos estruturais, possíveis obstruções nos furos e alvéolos das peças, e a falta de identificação do diâmetro das mesmas.

---

<sup>2</sup> Tempo de inatividade.

### **3.2.2 Regulagem do processo de trieuragem**

O processo de classificação por comprimento é complexo, a falta de conhecimento técnico nos ajustes das máquinas ocasiona diversas reprovações de qualidade, que conseqüentemente, acarreta reprocessos e desperdícios. Ao iniciarem na função os operadores da classificação são treinados por 30 dias pelos operadores mais experientes, esse fato causa uma curva de aprendizagem maior, pois dependerá da habilidade de treinamento do operador experiente e do entendimento do novo operador. Além disso, ocasiona um período de espera (tempo sem trabalho) do operador experiente, que afasta da sua função para realizar o treinamento.

### **3.2.3 Construção de base de dados para o setor de classificação (registro e KPI 's de rendimento)**

O setor de classificação não utilizava de bases de dados para registro dos dados gerados pelo setor, nesse contexto, a análise de produtividade, estratégia e planejamento são diretamente afetadas pela falta de visibilidade dos impactos de produção.

### **3.2.4 Padronização de testes de retenção**

O procedimento interno da companhia para os testes de retenção possuem orientação por escrito sobre a forma de realização do teste, porém, a execução do mesmo é feita fisicamente pelo operador, que o realiza da forma como interpreta após a leitura do procedimento. Esta situação ocasiona uma divergência de compreensão entre cada colaborador ao ler as instruções, pois a forma de execução (tempo, forma de movimento) não é orientada no arquivo.

Os testes são realizados como base para compreensão do andamento das etapas do processo de classificação, logo, são utilizados para realização dos ajustes das máquinas. Dessa forma, é observado uma possibilidade de impacto na qualidade do produto, considerando que existem variações nos resultados dos testes e a acuracidade dos resultados gerados pelos testes é comprometida. Os métodos oficialmente estabelecidos pela RAS – Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), estabelecidas pelo MAPA visam criar um padrão de análise passível de ser reproduzido em diferentes laboratórios e para diferentes materiais.

### **3.2.5 Revisão, ajuste e divulgação do processo de classificação**

Em síntese, o processo de classificação necessita de uma brusca reorganização para reduzir reprovações que geram reprocessos, bem como ações para o aumento da vazão de produção sem comprometer a qualidade do produto. Com o intuito de expandir o setor e absorver maior quantidade de material para beneficiamento, o presente trabalho foi elaborado de forma a praticar a melhoria contínua, entendendo os pontos que impactam os processos para otimização dos mesmos visando atingir altas produtividades.

### **3.3 Ações realizadas**

Com a anuência da empresa sede do projeto em questão, considerando, as etapas do processo de beneficiamento que necessitavam de adaptação, foram planejadas e implementadas ações corretivas, visando a otimização de desperdícios, seja de tempo, materiais, financeiro ou causador de retrabalhos, que após o monitoramento, validação e análise de impacto, foram implementadas e analisadas de forma observacional e estatística (descritiva). Sendo elas:

#### **3.3.1 Testes de uniformidade (retenção em peneira)**

Foram utilizados 1kg de sementes de milho (*Zea mays*) híbridas da cultivar DKB255PRO4 da marca DEKALB, as quais foram divididas em 5 sacos de papel, cada um contendo 200 gramas. Para realização dos testes de retenção foram utilizadas peneiras manuais com os seguintes diâmetros dos furos: 21'', 18'', 13'', e 12,5'' da mesma marca dos classificadores e peneiras tubulares utilizados no processo, a CarterDay. Para pesagem das amostras foi utilizada uma balança de precisão. Os resultados foram registrados em planilha de excel, onde foi criado um gráfico para observação da divergência dos valores considerando a mesma amostra de material.

#### **3.3.2 Medição do furo das peneiras**

Foi utilizado um paquímetro para determinação do diâmetro dos furos das peneiras e dos alvéolos das camisas.

**FIGURA 1** – Peneira tubular instalada no classificador.



Fonte: Arquivo pessoal.

**FIGURA 2** – Camisa de trieur desinstalada.



Fonte: Arquivo pessoal.

### **3.3.3 Teste de comprimento**

Foram coletadas 2 amostras (100g) de cada *trieur* (12 *trieurs*) após o operador realizar os ajustes para separação, essas amostras foram colocadas em sacos de papel e identificadas com o número de referência do trieur o qual foi coletado a mesma. Desta amostra foram selecionadas 150 sementes ao acaso (através de um molde com 150 cavidades) e adicionadas à uma bandeja transparente onde foram submetidas ao teste de uniformidade no equipamento de leitura digital avançada, denominado *GroundEye*, que realiza a análise do comprimento das sementes e

fornece o comprimento, desvio padrão e range. Após obtidos os resultados, os valores médios de comprimento das sementes foram comparados com o diâmetro padrão dos alvéolos das camisas acopladas no equipamento (*trieur*). Para os diâmetros que coincidiram com o padrão, foi considerado que os ajustes realizados na máquina foram aprovados. Para os diâmetros que não coincidiram, o processo se repetiu até ser encontrado o ajuste que ocasionou a aprovação da massa. Esse ajuste foi registrado como padrão, contendo a posição da calha (angulação), a velocidade (hz), a vazão (t/h) e a denominação do grupo da semente que foi separada.

### **3.3.4 Registro de dados e execução de análises:**

O Excel foi utilizado para registro dos dados que foram coletados, o Microsoft Power BI (serviço de análise de dados) foi utilizado como ferramenta de visualização de dados e KPI's para análises. O Power Point foi utilizado para a construção de treinamentos, de forma a conter imagens e textos descritivos em um arquivo acessível.

### **3.3.5 Gestão e otimização das atividades**

Foram utilizadas 2 ferramentas pertencentes ao conceito da metodologia *lean manufacturing*<sup>3</sup>, o 5s<sup>4</sup> e a gestão visual<sup>5</sup>;

### **3.3.6 Identificação das peneiras tubulares e camisas de Trieur**

Foram utilizadas tintas spray Super Color, de cores variadas.

### **3.3.7 Padronização da execução do teste em retenção**

Foram utilizadas 1kg de sementes de milho (*Zea mays*) híbridas da cultivar DKB255PRO4 da marca DEKALB, separadas em 5 grupos diferentes em largura, espessura, das peneiras R1M (redonda, Grupo 1, Média), R2 (redonda, grupo 2), R2M (redonda, grupo 2, média), C1M (chata, grupo 1, média) e C2M (chata, grupo 2, média). As amostras foram submetidas ao teste de retenção pelos 4 operadores responsáveis pela classificação de sementes, nas mesmas condições e mesmo ambiente. Para o teste de retenção em peneira, foi utilizado um jogo composto por 4 peneiras dispostas da seguinte forma: peneira oblonga (13'' para Grupo 1 e

---

<sup>3</sup> Metodologia utilizada no sistema de produção enxuta.

<sup>4</sup> 5 sensores de organização pertencentes à metodologia lean.

<sup>5</sup> Gestão de visualizações de informações de forma enxuta e objetiva.

12,5'' para Grupo 2), peneira 21'', peneira 18'' e fundo cego. Foram realizadas quatro determinações de 100 g de sementes por tratamento, dispostas na primeira peneira de forma a vazarem para as peneiras de baixo o que não ficou retido nas peneiras de cima. As sementes retidas em cada peneira foram separadas e pesadas para determinação da percentagem de sementes retidas em cada peneira (Brasil, 2009). Cada operador realizou o teste da forma como realiza comumente na sua rotina. Foi registrado o tempo que cada operador gastou para realizar o teste, a forma como foi executado o teste (em forma de batidas, revolvendo ou agitando), se houve interferência manual do operador para a passagem da semente pelo furo, entre outras particularidades.

### 3.3.8 Reorganização do espaço físico

Foram utilizados 4 dos 5 sentidos da técnica de 5s para reorganização do espaço físico:

- **5s - Seiri (utilização, organização, seleção):** Foi feita uma análise em área, para avaliar o grau de deterioração das peneiras, as quais tiveram suas características de oxidação, diâmetro dos furos e integridade da estrutura catalogadas. Com isso, foi tomada a decisão do que ainda podia ser utilizado e o que teve que ser substituído. Para isso, foi utilizado o paquímetro para medir 100 furos aleatoriamente em toda a superfície das peneiras e das camisas, os resultados foram anotados em uma planilha no excel, onde foi calculada uma média. Essa média poderia ser até 1% (orientação de fábrica) maior que o diâmetro do furo para ser aceitável, valores acima configuram peças comprometidas, que foram direcionadas para descarte. A análise de oxidação e integridade das estruturas foram analisadas com apoio da equipe de manutenção, dessa forma, foram observadas as bordas que são acopladas no cabeçote (peça que encaixa a peneira tubular no classificador e a camisa no *trieur*), onde não poderiam apresentar danos físicos (quebrados, rachados, perfurados) em suas extremidades e em volta dos encaixes dos parafusos (orientação de fábrica). Também foi observada a oxidação nas superfícies das peças, as que foram consideradas aptas para uso, apresentavam menos de 40% de sua área oxidada (orientação de fábrica). As peças consideradas comprometidas foram descartadas e substituídas por novas peças de mesma característica.
- **5s - Seiketsu (padronização):** As peneiras e camisas foram identificadas por cor, cada tipo recebeu uma cor de referência que foi pintada na borda com uma tinta

spray color, para auxiliar na identificação foi feita uma legenda, onde foi correlacionada a cor com o diâmetro de cada peça, da seguinte forma:

Peneiras:

15'' – Verde Musgo; 16'' – Preto; 17'' – Azul marinho; 18'' – Vermelho; 19'' – Amarelo; 20'' – Laranja claro; 21'' – Azul claro; 13'' – Rosa; 12,5'' – Cinza; 12'' – Marrom.

Camisas:

20''- Verde limão; 22'' – Vermelho; 24'' – Azul; 26'' – Amarelo; 28'' – Rosa; 18'' – Preta.

- **5s - Seiton** (arrumação, ordenação, classificação): Para otimizar o espaço e facilitar a localização das peças, as mesmas foram organizadas em suportes de metal (medida 2x2x3 metros) onde foram organizadas por categoria. Cada suporte recebeu a identificação visual informativa da característica da peça que está armazenada. O número referente ao diâmetro do furo ou alvéolo foi gravado com tinta spray na superfície de metal, na parte mais visível considerando a posição que se encontra em área, a identificação foi da cor referente a escolhida para a identificação de cada peça. As peças foram dispostas horizontalmente no suporte, de modo a não comprometer sua integridade física, a segurança dos colaboradores e otimizar espaço.
- **5s - Shitsuke (autodisciplina, compromisso)**: Para manter os padrões de identificação, as avaliações da deterioração, organização de área e da identificação deve ser periódica, de acordo com os procedimentos internos de auditoria, avaliações desse tipo são feitas a cada 6 meses, sendo assim, foi adotado este prazo. Para auxiliar na auditoria, foi registrado um procedimento indicando a frequência da atividade, passo a passo e registro das informações.

### **3.3.9 Orientação de regulagem do processo de trieuragem (separação das sementes por comprimento)**

As instruções necessárias para realização do treinamento de regulagem do *Trieur* foram feitas com base na estrutura da máquina, com o auxílio do manual disponibilizado pela fábrica e um vídeo demonstrativo do funcionamento interno do mesmo, dessa forma foi descrito a

forma como a máquina realiza a separação mecânica durante o processo.

Para a instrução dos ajustes, primeiramente foram realizadas as amostragens dos *trieurs*, as mesmas foram testadas e as amostras aprovadas tiveram seus respectivos ajustes registrados para construção das estratégias de ajuste da vazão, posição da calha e velocidade do *trieur*. Com essas informações técnicas, todo o processo foi descrito, utilizando o Power Point para redigir, com imagens explicativas, deixando claro a forma de realização dos ajustes quanto a posição da calha (angulação), a velocidade (hz), a vazão (t/h), em situações de separação de curtas, médias e longas, dos grupos de sementes redondas e chatas separadamente.

### 3.3.10 Dados informativos do processo, registro e KPI's de rendimento

Uma base de dados foi criada utilizando o Excel, para registro das informações importantes para entendimento do processo. Foram catalogadas em planilhas informações de: índices de reprovação (retenção e vazado em %), presença de um grupo em outro grupo (mistura em %), quantidade de material reprovado (kg), motivo das reprovações, a denominação de grupo/peneira, data, turno e responsável. Em outra planilha foram registrados dados de quantidade de material (kg) processadas, turno referente, e data. Foi criada uma instrução de trabalho para auxiliar os operadores no preenchimento e interpretação de dados, os quais devem ser mantidos como histórico.

Os dados gerados nessa base foram transferidos para o Power BI <sup>6</sup>de forma automática, através de uma *power query* (ferramenta de extração de dados), dos quais foram gerados os novos KPI's de produtividade, para auxiliar nas análises de performance do setor. Os indicadores foram construídos da seguinte forma:

- **Consumo diário:** Soma de materiais processados nos 3 turnos;
- **Rendimento de material aprovado:** Soma do material reprovado sobre a soma de material processado, em porcentagem;
- **Dado qualitativo de reprovações:** Quantidade de materiais reprovados por motivo (retenção e vazado);

Essas informações são visualizadas em forma de gráficos, configurando assim melhores análises dos impactos e a construção de estratégias mais efetivas para melhoria da

---

<sup>6</sup> Serviço de análises de dados.

produtividade.

### **3.3.11 Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos a estatísticas descritivas, utilizando os gráficos de médias dos valores obtidos após a realização dos testes.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao realizar a primeira ação do trabalho, o teste de retenção de peneiras com os operadores, foi constatada uma variação de resultados entre os testes dos operadores (Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5). Nesse caso, foram 3 métricas analisadas: a amostra utilizada, o tempo de execução e a forma de execução. Foram utilizadas para todos os testes a mesma amostra, as mesmas ferramentas e submetidas ao mesmo ambiente, já o tempo e a forma divergiram entre os operadores, sendo assim, a variação foi atribuída a estas divergências.

**Tabela 1:** Variação do teste de retenção em peneira de cada operador com amostra R1M (redonda, Grupo 1, Média) de sementes de milho híbrido da cultivar DKB255PRO4 da marca DEKALB, separadas em grupos diferentes em largura, espessura.

Operador	Peneira	Retido na 13/12,5	Vazado na 13/12,5	Retido na 21	Vazado na 21	Retido na 18	Vazado na 18
1	R1M	97,00%	3,00%	97,00%	3,00%	3,00%	0,00%
2	R1M	96,50%	3,50%	97,50%	2,50%	2,50%	0,00%
3	R1M	98,00%	2,00%	98,00%	2,00%	2,00%	0,00%
4	R1M	97,00%	3,00%	97,00%	3,00%	3,00%	0,00%

**Tabela 2:** Variação do teste de retenção em peneira de diferentes operadores com amostra R2 (redonda, grupo 2) de sementes de milho híbrido da cultivar DKB255PRO4 da marca DEKALB, separadas em grupos diferentes em largura, espessura.

Operador	Peneira	Retido na 13/12,5	Vazado na 13/12,5	Retido na 21	Vazado na 21	Retido na 18	Vazado na 18
1	R2	99,00%	1,00%	4,00%	96,00%	95,00%	1,00%
2	R2	99,50%	0,50%	6,00%	94,00%	93,50%	0,50%
3	R2	100,00%	0,00%	6,50%	92,50%	93,50%	0,00%
4	R2	99,00%	1,00%	5,00%	95,00%	95,00%	0,00%

**Tabela 3:** Variação do teste de retenção em peneira de diferentes operadores com amostra R2M (redonda, grupo 2, média) de sementes de milho híbrido da cultivar DKB255PRO4 da marca DEKALB, separadas em grupos diferentes em largura, espessura.

Operador	Peneira	Retido na 13/12,5	Vazado na 13/12,5	Retido na 21	Vazado na 21	Retido na 18	Vazado na 18
1	R2M	97,00%	3,00%	2,00%	98,00%	96,00%	2,00%
2	R2M	98,50%	0,50%	2,50%	97,50%	96,00%	1,50%
3	R2M	98,00%	2,00%	1,00%	99,00%	98,00%	1,00%
4	R2M	96,00%	4,00%	1,00%	99,00%	98,00%	1,00%

**Tabela 4:** Variação do teste de retenção em peneira de diferentes operadores com amostra C1M (chata, grupo 1, média) de sementes de milho híbrido da cultivar DKB255PRO4 da marca DEKALB, separadas em grupos diferentes em largura, espessura.

Operador	Peneira	Retido na 13/12,5	Vazado na 13/12,5	Retido na 21	Vazado na 21	Retido na 18	Vazado na 18
1	C1M	5,00%	95,00%	94,00%	6,00%	6,00%	0,00%
2	C1M	4,00%	96,00%	95,50%	4,50%	4,50%	0,00%
3	C1M	5,00%	95,00%	96,00%	4,00%	4,00%	0,00%
4	C1M	21,00%	79,00%	95,00%	5,00%	5,00%	0,00%

**Tabela 5:** Variação do teste de retenção em peneira de diferentes operadores com amostra C2M (chata, grupo 2, média) de sementes de milho híbrido da cultivar DKB255PRO4 da marca DEKALB, separadas em grupos diferentes em largura, espessura.

Operador	Peneira	Retido na 13/12,5	Vazado na 13/12,5	Retido na 21	Vazado na 21	Retido na 18	Vazado na 18
1	C2M	2,00%	98,00%	1,00%	99,00%	97,00%	2,00%
2	C2M	1,50%	98,50%	2,00%	98,00%	97,00%	1,00%
3	C2M	0,00%	98,00%	1,00%	99,00%	98,00%	1,00%
4	C2M	1,00%	99,00%	2,00%	98,00%	97,00%	1,00%

Durante a realização dos testes foi observado que os operadores não tinham uma forma de execução padrão, ou seja, cada etapa do teste era executada aleatoriamente em relação a tempo e forma. A forma como os operadores executavam variava entre batidas, revolvimento e agitação, sem critérios. O tempo de execução também não seguia um padrão entre os testes realizados, cada etapa era realizada com a duração que o operador julgava ser a mais adequada, com isso, foi possível registrar a variação aleatória do tempo de execução dos testes de retenção (Tabela 6).

**Tabela 6:** Tempo de execução dos Testes de retenção em peneira (uniformidade de classificação) e média de cada operador de amostras de sementes de milho híbrido do cultivar DKB255PRO4 da marca DEKALB, separadas em 5 grupos diferentes em largura, espessura, das peneiras R1M (redonda, Grupo 1, Média), R2 (redonda, grupo 2), R2M (redonda, grupo 2, média), C1M (chata, grupo 1, média) e C2M (chata, grupo 2, média).

Teste de Retenção em Peneira AMOSTRA	Tempo de Execução (segundos)			
	OPERADOR			
	1	2	3	4
1 – C1M	61	82	63	43
2 – R2M	53	85	68	52
3 – C2M	48	76	57	44
4 – R1L	57	64	55	57
5 – R3	69	83	61	46
<b>Média</b>	<b>57,6</b>	<b>78,0</b>	<b>60,8</b>	<b>48,4</b>
<b>Desvio Padrão</b>	<b>7,99</b>	<b>8,51</b>	<b>5,12</b>	<b>5,94</b>

Na amostra 1 foi observada uma peculiaridade, o operador 4 retirou duas unidades de semente com a justificativa de que as mesmas apresentavam defeitos e seriam retiradas na limpeza, com isso, não foi considerada no teste para a classificação.

Após constatada a variação entre os resultados, foi necessário padronizar o teste de retenção. O LAS (Laboratório de Análises de Sementes) da empresa em questão realiza os testes de qualidade das sementes de forma imparcial, para garantir a qualidade do produto antes de ser comercializado, dessa forma, o laboratório serviu de espelho para o teste padrão. O teste foi realizado pelo LAS seguindo os padrões internos da companhia e baseado nas Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009).

O teste foi padronizado em forma de vídeo, com instruções sobre tempo de agitação necessário, a forma correta de movimentar as peneiras, a intensidade dos movimentos, a orientação de como deve estar o ambiente no momento do teste, e as interferências externas que influenciam no resultado. O vídeo e a instrução foram registrados junto aos procedimentos internos da classificação de sementes, nas plataformas de treinamento da empresa para todos as sedes do Brasil, que servem de base para os ajustes que são realizados nas máquinas de beneficiamento. Foi realizado também um treinamento com a equipe para atualizá-los do novo padrão.

Com a padronização dos testes de retenção, a substituição de peneiras reprovadas, aquisição de novas peneiras, orientação acerca da regulagem do *Trieur* e os indicadores de

qualidade e produtividade do setor, a aderência aos padrões de qualidade subiu, possibilitando a diminuição da quantidade de materiais reprovados e conseqüentemente do tempo dedicado ao reprocesso. Como a vazão média caiu de 10t/h para 2,3t/h durante o reprocesso, a diminuição do reprocesso ocasionou o aumento da vazão média do setor.

O *uptime* da classificação é avaliado para analisar os motivos que ocasionam paradas no processo. As paradas do período de abril a setembro foram utilizadas para comparação entre os índices dos dois anos, antes do projeto (2022) e depois do projeto (2023).

Neste período, o *set-up* que é a atividade de limpeza, organização e ajustes entre o fim do processo de um híbrido e a entrada de outro, foi responsável por 10,67% (2022) do tempo de inatividade do setor de classificação. Com as melhorias implementadas, como a identificação visual e a reorganização do espaço físico das peneiras/camisas, e conseqüente facilitação de identificação e localização das peças utilizadas nos ajustes, houve uma diminuição do tempo dedicado à atividade, a qual passou a representar, no mesmo período em 2023 o índice de 9,79% de tempo de inatividade.

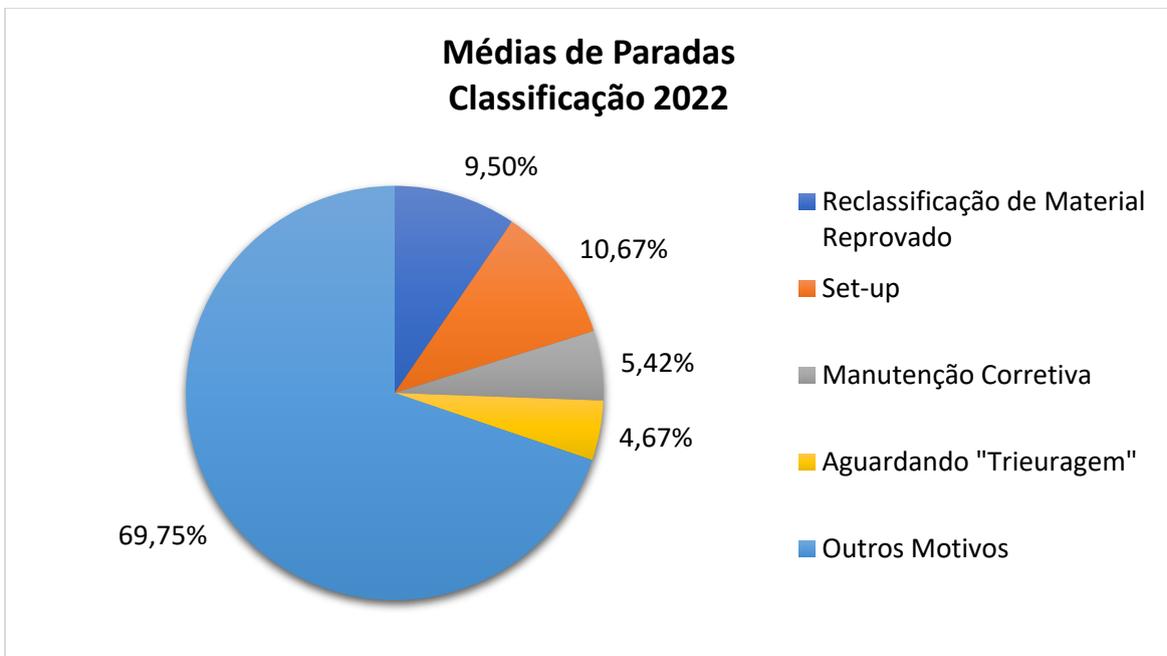
As identificações visuais das peneiras, camisas e suportes e a reorganização do espaço físico influenciou também na acuracidade dos ajustes realizados pela equipe de manutenção do setor, pois, diminuiu os erros de identificação das peças, e otimizou a localização correta das peças no espaço físico, ou seja, diminuiu o tempo de procura e de erros de montagem. Com isso, o tempo dedicado às manutenções diminuiu, principalmente as manutenções corretivas, que antes representavam 5,42% de tempo de inatividade (2022), passando a representar 4,21% (2023), ocasionando uma queda de 1,21% no índice.

A reclassificação de material reprovado, representava 9,50% de tempo de inatividade no ano de 2022, após as melhorias implementadas, houve um déficit no índice que passou a representar 6,13%, ocasionando uma queda de 3,37% no ano de 2023. Essa queda se deve a maior acuracidade nos ajustes das máquinas que classificam o material, que elevou o índice de aprovação de primeira dos lotes de sementes. Isso foi possível devido as ações focadas na melhoria da qualidade e estratégia de processo, como a padronização dos testes e ajustes de *trieur*, a utilização de camisas/peneiras com furos e alvéolos aprovados, e aos registros dos dados de produção que permitiram elaborar estratégias de performance.

A parada nomeada “aguardando trieuragem” representa o tempo de inatividade que ocorre durante o processo de classificação em que as tolhas brutas (locais de armazenamento anterior ao trieur) ficam cheias, sem a possibilidade de seguir para o processo de trieuragem. Quando os ajustes não são assertivos, é necessário reprocessar o material até atingir o padrão de qualidade, com isso, quanto menos assertivos os ajustes, maior o tempo de “trieuragem” e

maior o tempo de espera do material nas tulhas brutas (material separado apenas pelas peneiras tubulares).

O processo de classificação parado aguardando trieuragem representou 4,67 % do tempo de inatividade da classificação em 2022, este número diminuiu para 4,17% em 2023, devido à maior acuracidade dos ajustes com a nova padronização e treinamentos realizados durante o projeto. Os gráficos abaixo ilustram a diferença entre os impactos das paradas de processo analisadas no projeto no conjunto de paradas como um todo. A “fatia” do gráfico de pizza identificada como “outros motivos” representa as outras paradas de processo que acontecem na classificação que não foram estudas neste projeto, como por exemplo: tulhas cheias sem opção de escoamento, refeição, reuniões, falta de material para classificar, paradas de emergência, etc.

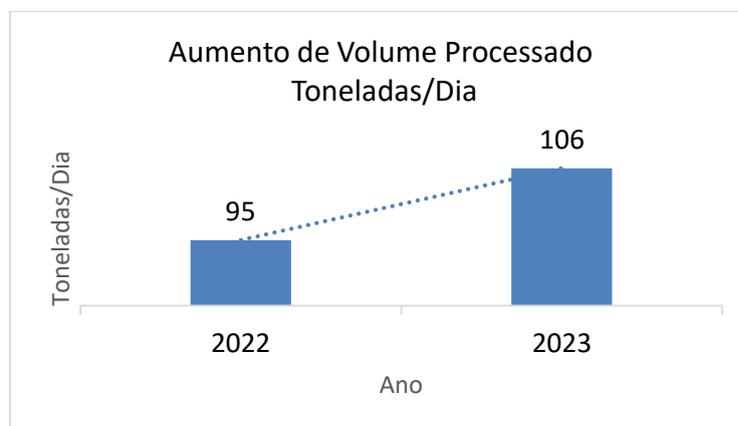


**Figura 3.** Médias de paradas da classificação em 2022.



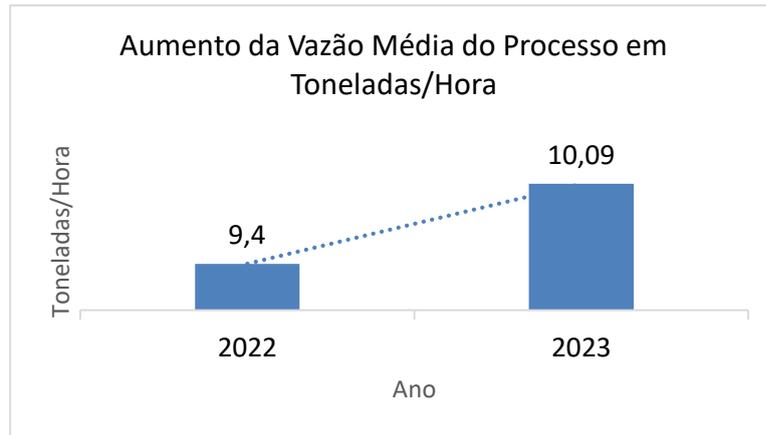
**Figura 4.** Médias de paradas da classificação em 2023.

A quantidade média de material debulhado seco (DS), consumido por dia na classificação subiu de 95 toneladas (2022) para 106 toneladas (2023), representando um ganho de 11,58% em consumo.

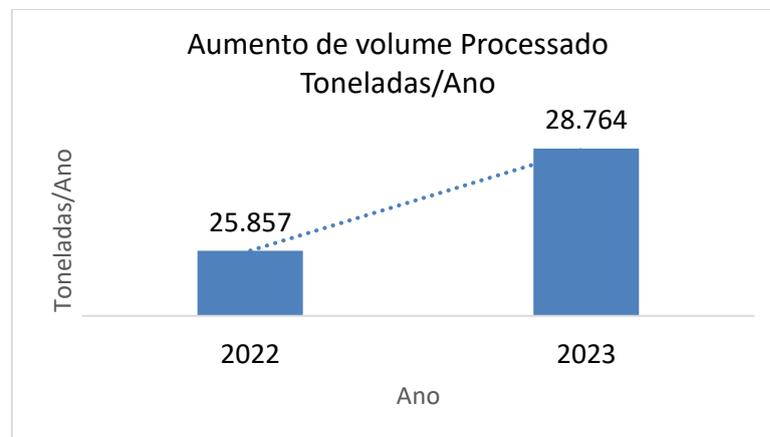


**Figura 5.** Comparação entre os resultados de 2022 e 2023 de consumo de sementes de milho debulhadas e secas por dia na classificação.

A vazão média por hora subiu de 9,4t/h (2022) para 10,09t/h (2023), representando um aumento de 7,35%, que combinado ao *uptime* que subiu 5,96% em 2023 em relação a 2022, gerou um aumento no consumo de 2907 toneladas de material para classificação na torre de beneficiamento. Com isso, foi possível chegar à expansão de capacidade do setor de classificação de sementes, aumentando seu consumo e mantendo o padrão de qualidade.



**Figura 7.** Comparação entre os resultados de 2022 e 2023 de vazão média do processo em toneladas por hora.



**Figura 8.** Comparação entre os resultados de 2022 e 2023 de volume processado em sementes de milho debulhadas e secas (toneladas).

## 5 CONCLUSÕES

Portanto, é possível concluir que, a aplicação de técnicas de gestão de produção *Lean Manufacturing* expandiu a capacidade de produção do setor de classificação da unidade de beneficiamento da empresa em questão, localizada no município de Paracatu, Minas Gerais, Brasil, havendo aumento da vazão média do processo e consequente aumento da quantidade de material processado, diminuição do índice de reprovações de materiais e reprocessos, que propiciaram a redução dos custos da empresa.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, H. M. R; et al; **Avaliação das terras e sua importância para o planejamento racional do uso.**

BARROS, J; CALADO, J. **A cultura do milho.** Universidade de Évora, 2014. Disponível em: <[https://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/10804?mode=full&submit\\_simple=Mostrar+registro+em+formato+completo](https://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/10804?mode=full&submit_simple=Mostrar+registro+em+formato+completo)>. Acesso em: 11/12/2023.

BASU, T. **Studies of health benefits from germinated wheat and its use in development of value added products.** 1997. Alberta Agriculture, Food and Rural Development Home Page. <<http://www.agric.gov.ab.ca/research/ari/matching/97-98/97m105.html>>. Acesso em: 20/10/2023.

BAYER BRAZIL. **Visão geral, histórico.** Maio, 2023. Disponível em: <<https://www.bayer.com.br/pt/historia>>. Acesso em: 20/01/2024.

BRASIL. **Ministério da Agricultura e Pecuária. Projeções do Agronegócio: BRASIL 2020-2021 a 2030-2031.** Secretaria de Política Agrícola. Brasília, 2021, 102 p. – Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/ptbr/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politicaagricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio-2020-2021-a-2030-2031.pdf/view>>. Acesso em: 30/10/2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Projeções do Agronegócio: BRASIL 2020-2021 a 2030-2031. **Regras para análise de sementes** / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília : Mapa/ACS, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa SARC no 7, de 15 de agosto de 2001. **Regulamento técnico de identidade e de qualidade do trigo.** Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 160-E, p. 33-35, 21 ago. 2001. Seção 1.

CUNHA, G.R., org. **Trigo no Brasil: rumo ao século XXI.** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 194p.

CUNHA, G. R.; CAIERÃO, E. **Informações Técnicas para Trigo e Triticale safra 2023.** 15ª Reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale Brasília – DF, 2023. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1153536/1/InformacoesTecnicasTrigoTriticale-Safra2023.pdf>>. Acesso em: 01/11/2023.

De SOUZA, A. E., dos REIS, J. G. M., RAYMUNDO, J. C., & Pinto, R. S. (2018). **ESTUDO DA PRODUÇÃO DO MILHO NO BRASIL: REGIÕES PRODUTORAS, EXPORTAÇÃO E PERSPECTIVAS.** *South American Development Society Journal*, 4(11), 182. <https://doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v4i11p182-194>.

DHINGRA, O. D. **Teoria da transmissão de patógeno fúngico por sementes.** In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). *Sementes: qualidade fitossanitária.* Viçosa: UFV, 2005. p. 77.

FERREIRA, Roberta Leopoldo. **Etapas do beneficiamento na qualidade física e fisiológica de sementes de milho.** 2010. Disponível em: [https://www.feis.unesp.br/Home/DTA/STPG/agro/dissertacoes2010/roberta\\_final\\_2010.pdf](https://www.feis.unesp.br/Home/DTA/STPG/agro/dissertacoes2010/roberta_final_2010.pdf). Acesso em: 25/11/2023.

LIN, S.S. & CARVALHO, F.I.F. **Efeito do período de colheita sobre a qualidade e rendimento do produto final de trigo (*Triticum aestivum* L.).** Agronomia Sulriograndense, Porto Alegre, v.14, n.2, p.151-158, 1978.

MANTOVANI, E. C. et al. **Agricultura de precisão no contexto do sistema de produção: lucratividade e sustentabilidade.** Embrapa Milho e Sorgo. 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1124732/agricultura-de-precisao-no-contexto-do-sistema-de-producao-lucratividade-e-sustentabilidade>>. Acesso em: 17/05/2024.

MASO, Anadyne Dal et al.. **Indicador de desempenho competitivo: uma análise da produção de milho nos vinte maiores municípios produtores do estado do Mato Grosso como fator determinante do desenvolvimento competitivo territorial.** In: Anais do 58º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (SOBER), 26 a 28 de outubro de 2020, Foz do Iguaçu-PR: Cooperativismo, inovação e sustentabilidade para o desenvolvimento rural. Anais...Foz do Iguaçu(PR) UNIOESTE, 2020. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/sober2020/244342-INDICADOR-DE-DESEMPENHO-COMPETITIVO--UMA-ANALISE-DA-PRODUCAO-DE-MILHO-NOS-VINTE-MAIORES-MUNICIPIOS-PRODUTORES-DO->. Acesso em: 19/08/2024

MENEZES, R. S. **Aplicação do Sistema Toyota de Produção para Melhoria do Desempenho em um Sistema de Produção de Peças em Plástico.** RUniversidade do Minho (Portugal) ProQuest Dissertations & Theses, 2012. 30623001. Disponível em: <<https://www.proquest.com/openview/e882839ece1d47f3e90def0825281940/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y>>. Acesso em: 17/05/2024.

MONDEN, Y. **Sistemas de redução de custos: custo-alvo e custo kaizen.** Porto Alegre: Bookman, 1999.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Novo Recorde de produção de grãos na safra 2022/23,** 2023. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5157-com-novo-recorde-producao-de-graos-na-safra-2022-23-chega-a-322-8-milhoes-de-toneladas>>. Acesso em: 04/07/2024.

OLIVEIRA, F. S. et al. **Implantação do sistema de produção enxuta em uma indústria de autopeças utilizando a metodologia lean manufacturing.** In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE, 10., 2018, São Cristóvão, SE. Anais [...]. São Cristóvão, SE, 2018. p. 194 - 208.

SCHMIDT, Fabiana. **Qualidade da classificação física e plantabilidade no campo de lotes de sementes de milho variedade.** Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 5, n. 7, p. 8591-8602jul. 2019. Disponível em:

<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/2268/2283>. Acesso em: 20/11/2023.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção**. Porto Alegre: Bookman, 1996a.

SHINGO, S. **Sistemas de produção com estoque zero: O sistema Shingo para melhorias contínuas**. Porto Alegre: Bookman, 1996b.

TERABE, Nadia. Procedimento de Classificação de Sementes de Milho. Crop Science Division, V1.0, 2021.

VIEIRA, Renata Augusto. **Avaliação de perdas no processo de beneficiamento de milho para semente**. 2013. Disponível em: <[https://bdm.unb.br/bitstream/10483/4763/1/2013\\_RenataAugustoViera.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/4763/1/2013_RenataAugustoViera.pdf)>. Acesso em: 15/11/2023>. Acesso em: 20/01/2024.