



Universidade Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação Lato Sensu
Engenharia da Qualidade 4.0
Certificado Black Belt



Marcelo De Jesus Souza Ferreira
Maria Luiza Arantes Santana Da Cruz
Nathan Tadeu De Albuquerque

REDUÇÃO DE PARADAS DA EMBALADORA DE BOBINAS

CURITIBA
2023

Marcelo De Jesus Souza Ferreira
Maria Luiza Arantes Santana da Cruz
Nathan Tadeu De Albuquerque

REDUÇÃO DE PARADAS DA EMBALADORA DE BOBINAS

Monografia apresentada como resultado parcial à obtenção do grau de Especialista em Engenharia de Qualidade 4.0 – Certificado Black Belt. Curso de Pós-graduação Lato Sensu, Setor de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Walter Nikkel

**CURITIBA
2023**

RESUMO

O processo de fabricação de papel é uma atividade fundamental na economia mundial. Com seus diversos usos, o setor de fabricação de papéis para embalagens se expande mais a cada ano. Para que a fabricação ocorra de maneira mais produtiva, é necessário que as empresas estejam atentas a possíveis problemas na eficiência de todas as etapas, utilizando métricas e indicadores para cada uma destas. Em uma empresa de papel, foi verificado a partir da OEE que atrasos na embaladeira de bobina causam um gargalo de eficiência na máquina de papel, impactando diretamente na velocidade da máquina, acarretando em atrasos, perda de produção e impacto financeiro. Para solucionar este problema, foi utilizada a aplicação da metodologia Lean Six Sigma, com a abordagem DMAIC para identificar problemas, analisar causas, implementar soluções e manter melhorias. Através das melhorias implementadas, foram atingidas as metas globais e específicas, a empresa obteve um notável lucro, as ações resultaram em redução dos tempos de parada e houve uma melhoria substancial da eficiência e qualidade do processo.

Palavras Chave: Fabricação de papel, embaladeira de bobinas, Lean Six Sigma, DMAIC,

ABSTRACT

The paper manufacturing process is a fundamental activity in the world economy. With its diverse uses, the packaging paper manufacturing sector expands more every year. For manufacturing to occur more productively, companies need to be aware of possible problems in the efficiency of all stages, using metrics and indicators for each of these. In a paper company, it was verified from the OEE that delays in the coil wrapping machine cause an efficiency bottleneck in the paper machine, directly impacting the speed of the machine, resulting in delays, loss of production and financial impact. To solve this problem, the application of the Lean Six Sigma methodology was used, with the DMAIC approach to identify problems, analyze causes, implement solutions and maintain improvements. Through the improvements implemented, global and specific goals were achieved, the company obtained a notable profit, the actions resulted in a reduction in downtime and there was a substantial improvement in the efficiency and quality of the process.

Keywords: Paper manufacturing, coil wrapping, Lean Six Sigma, DMAIC,

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – EMBALADEIRA DE BOBINAS	8
FIGURA 2 – Etapas a serem realizadas no DMAIC	10
FIGURA 3 - Máquina de papel Fourdrinier.....	13
FIGURA 4. Gráfico de distribuição de probabilidade da função normal.	19
FIGURA 5 – Relação entre nível sigma, defeitos e custo de falha.....	19
FIGURA 6 – Métricas do processo – prazo para ações	22
FIGURA 7 - SIPOC do processo.....	23
FIGURA 8. Causas da perda de eficiência da MP3	23
FIGURA 9. Diagrama de Ishikawa dos atrasos na embaladora	24
FIGURA 10. Estratificação dos atrasos na embaladora.....	24
FIGURA 11. Meta de saving dos projetos de melhoria	25
FIGURA 12. Fluxograma do processo produtivo.....	25
FIGURA 13. Liberação do CQ com escrita na bobina.....	29
FIGURA 14. Instalação do espelho convexo	30
FIGURA 15. Melhoria de layout na base de apontamento	30
FIGURA 16. Carrinho stretch para transporte.....	31
FIGURA 17. Padronização das embalagens	31
FIGURA 18. Comprovação das metas de saving do projeto.....	32

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Estratificação dos atrasos na embaladora.....	24
TABELA 2 – Brainstorm sobre o impacto da embaladeira na MP3	27
TABELA 3 – Priorização 9-3-1 das possíveis causas.....	28
TABELA 4 – 5 porquês das possíveis causas.....	28
TABELA 5 – Plano de ação – Etapa Improve	29

CONTEÚDO

1. INTRODUÇÃO	6
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO	6
1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	7
1.3. JUSTIFICATIVA	9
1.4.. HIPÓTESE 10	
1.5.. OBJETIVO 11	
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1. Histórico, conceitos e principais características da fabricação de papel	12
2.1.1. Processo de fabricação do papel	13
2.1.2. Histórico das embalagens	14
2.2. Metodologia Lean Six Sigma: Histórico e Aplicações	16
2.2.1. Lean Manufacturing	16
2.2.2. Six Sigma	18
3. METODOLOGIA E PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL.....	21
3.1. DEFINE 21	
3.1.1. Definição do problema	21
3.1.2. Indicadores de resultado de processo:	21
3.1.3. Metas e ganhos do projeto	22
3.1.4. Equipe do Projeto e Programa	22
3.1.5. Principal Processo – SIPOC:	22
3.2.. MEASURE: 23	
3.2.1. Estratificação	23
3.2.2. Matriz de causa e efeito:	23
3.2.3. Variáveis críticas para análise:.....	24
3.2.4. Comprovação da meta global	25
3.3. ANALYSE: 25	
3.3.1. Fluxograma ou mapa de processo:.....	25
3.3.2. Potenciais causas do problema:.....	27
3.3.3. Causas validadas	27
3.4. IMPROVE: 29	
3.4.1. Plano de ação.....	29
3.4.2. Ações executadas	29
3.4.3. Verificação das metas prioritárias e Control.....	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5. CONCLUSÕES	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O Brasil está entre os dez maiores produtores de papel e celulose do mundo (IBÁ, 2022) e é um mercado em grande expansão, desempenhando um papel vital na economia nacional, com uma história de desenvolvimento que acompanha o crescimento do país. Isto é devido a receita gerada, aos elevados investimentos e ao impacto deste setor sobre outros setores econômicos. Durante os anos, a indústria passou por diversas transformações, principalmente devido a demanda interna e externa e às atualizações tecnológicas.

Alguns desafios da indústria estão na variação dos preços das commodities, como celulose e energia, a demanda crescente por papel reciclado, com as certificações adequadas e o aumento da eficiência na produção. A maior preocupação da população atualmente com práticas de produção mais sustentáveis coloca a responsabilidade nas empresas para que estas busquem um manejo florestal adequado, descarte correto de resíduos e uso de tecnologias mais eficientes. Muitas empresas buscam obter certificações reconhecidas internacionalmente, como o FSC (Forest Stewardship Council) e o PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification) com o objetivo de atestar a origem responsável da madeira utilizada na produção de celulose e conseqüentemente, de papel, garantindo o manejo ambientalmente correto, socialmente benéfico e economicamente viável das florestas.

No presente século, a demanda por papel apresentou crescente crescimento, principalmente com papéis para embalagens e uso sanitário. A partir do final de 2019, o mundo enfrentou a pandemia do novo coronavírus, e com ela, ocorreram diversas alterações no mercado, na produção e demanda de novos produtos e nas prestações de serviços. Em relação a produção de papel, houve uma significativa diminuição na demanda por papel para escrever, visto que diversas empresas entraram em regime de teletrabalho e homeoffice. O papel para embalagens, porém, teve uma alta crescente neste período devido principalmente ao consumo de produtos industrializados e expansão de compras realizadas pela internet (NIQUINI, 2021).

O papel cartão é um material que está presente na fabricação de embalagens para diversos segmentos do mercado nacional e internacional. É um material versátil que possui diversas aplicações como embalagens para produtos farmacêuticos,

alimentos, bebidas e cosméticos, é também utilizado na indústria gráfica, para expositores e artesanato. Somente em 2021, a produção de papel cartão teve um aumento de 3,9 % (IBÁ, 2022).

Este material é amplamente utilizado pelas suas características de resistência e rigidez. Estas são determinadas pela orientação e estrutura das fibras durante o processo de fabricação. A presença de fibras mais longas e a utilização de técnicas específicas podem melhorar significativamente as propriedades mecânicas do papel. É um papel encorpado, rígido e que possui uma gramatura superior a 200 g/m². É um produto resultante da união de várias camadas de papel sobrepostas, que se aderem por adição de amido ou compressão.

De forma contrária a outros materiais utilizados em embalagens, como vidro e plástico, o papel-cartão tem sua origem em fontes renováveis, possuindo baixo tempo de decomposição (NIQUINI, 2021). Além disso, no Brasil, 100 % da madeira utilizada como matéria prima para a fabricação deste é oriunda de florestas plantadas de pinus e eucalipto (VALGINHAK, DALLA SANTA, 2018).

A produção deste material é um processo complexo e são necessários cuidados desde a seleção de matéria prima até o controle de qualidade do produto final. A busca constante por melhoria contínua na eficiência de produção é uma estratégia essencial para garantir a competitividade, sustentabilidade e qualidade das operações industriais.

1.2. FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

A empresa foco do problema fica localizada no Paraná é uma empresa brasileira líder na indústria, atendendo a crescente demanda de papel, papel cartão e papelão ondulado, consolidou-se como uma das principais produtoras de papéis para embalagens e materiais gráficos no país e na América Latina, responsável pela geração de diversos empregos. Desde seu princípio, a empresa investe fortemente em tecnologia e inovação, com o objetivo de obter maior qualidade nos produtos, aumentar a eficiência de produção e satisfação do cliente.

A empresa possui diversas unidades fabris e atende diferentes setores comerciais na produção de papéis para embalagens de produtos farmacêuticos, cosméticos, alimentos pré-embalados e embalagens para contato com alimentos.

O processo produtivo inicia-se no corte e estocagem da madeira proveniente de fonte renovável. A partir da madeira descascada é produzida a celulose. Para dar conta da demanda produtiva, nesta etapa do processo, a celulose pode ser produzida por outras fontes, estes materiais são encaminhados à máquina de papel, posteriormente à rebobinadeira e à embaladora de bobinas. Após embaladas, as bobinas são armazenadas para corte, finalizadas e transportadas ao destino final. Algumas são encaminhadas para uma etapa de processo final antes do transporte ao cliente ou centro de distribuição.

A embaladeira de bobinas é o equipamento pós rebobinadeira e opera consistindo na embalagem através de filme stretch e discos de papelão nas laterais das bobinas para envio direto aos clientes. Também produz bobinas semi acabadas que vão para o setor de acabamento. Os materiais são posicionados na frente do expulsador de bobinas que o introduz no interior da embaladeira, arma a cortina de sensor, inicia o ciclo e aguarda o ciclo completo da embalagem, resultando na saída do material embalado, rearmando a máquina para a posição inicial a fim de iniciar novo ciclo.

Figura 1: Embaladeira de Bobinas



Fonte: Empresa de Papel, 2022

A empresa, que investe fortemente em resolução de problemas, realiza constantemente projetos de melhoria com o objetivo de aumentar a eficiência de produção. Um destes projetos foi realizado na máquina de papel MP3, como o aumento

das caixas de entradas e trocas de rolos secadores. Apesar deste projeto resultar em consequências positivas para a empresa, houve um impacto na OEE (Overall Equipment Effectiveness), indicador que mede a eficiência, disponibilidade e qualidade da máquina de papel, mostrando que seria necessário investir em melhorias específicas.

O indicador aponta que atrasos na embaladeira de bobina são o quarto maior gargalo de eficiência da máquina de papel MP3. Este gargalo impacta diretamente na velocidade da máquina, necessitando às vezes a redução da velocidade desta, pois os atrasos no processo de apontamento e embalagem de material na embaladeira não permitem que a MP3 opere de forma constante.

O alvo deste trabalho é o quarto maior gargalo de eficiência da máquina, pois os primeiros três já possuem projetos em andamento pela empresa.

1.3. JUSTIFICATIVA

Devido aos atrasos observados, por diversas vezes a máquina de papel tem sua velocidade reduzida. Portanto, o funcionamento adequado da operação na embaladeira de bobinas impacta diretamente na produção e por consequência, há também um impacto financeiro na empresa.

A implementação das soluções propostas não só resolverá os problemas atuais da embaladora de bobinas e da máquina de papel, mas também contribuirá para uma transformação positiva de toda a operação da empresa. A melhoria da eficiência, aumento da produção gerando um ganho financeiro e satisfação do cliente são resultados esperados, fortalecendo a posição competitiva da empresa no mercado.

As melhorias propostas neste trabalho podem ser implementadas em outros equipamentos semelhantes, reduzindo o tempo e os recursos necessários para desenvolver novas soluções. Isso resulta em economia de tempo e custos, além de permitir a realocação eficaz dos recursos disponíveis. A implementação de melhorias também auxilia na manutenção de uma cultura de melhoria contínua dentro da empresa, trazendo benefícios a todos os colaboradores.

1.4. HIPÓTESE

O Lean Six Sigma é uma abordagem estruturada de melhoria de processos que combina os princípios do Lean, visando a redução de desperdícios e a otimização do fluxo de trabalho, com as ferramentas estatísticas do Six Sigma, visando a redução da variabilidade e o aumento da qualidade. Utilizando a metodologia DMAIC pode-se esperar resultados positivos na eficiência da embaladora de bobinas.

O DMAIC, espinha dorsal da metodologia Lean Six Sigma, é uma metodologia sistemática que busca identificar problemas, analisar causas raízes e implementar soluções eficazes para melhorar processos de maneira contínua. É um amplamente empregado na área de gestão da qualidade e sua aplicação não está voltada somente ao setor industrial, visto que é amplamente adotada em uma variedade de setores e contextos de negócios, proporcionando uma estrutura confiável para aprimoramento e inovação constantes. A aplicação adequada do método permite que as organizações atinjam altos níveis de qualidade, eficiência e competitividade.

O acrônimo DMAIC corresponde às fases fundamentais dessa metodologia: Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar. De forma resumida, as tarefas a serem realizadas em cada uma das etapas está descrita na tabela abaixo:

Figura 2: Etapas a serem realizadas no DMAIC

ETAPA	Objetivos	Ferramentas
DEFINE	Definir o escopo do projeto: importância, equipe, cronograma...	<i>Project Charter</i> ; Gráficos de Controle; Análise de séries temporais; Voz do Cliente (VOC); Análises econômicas
MEASURE	Determinar o foco do problema, verificar a confiabilidade dos dados; coletar dados	Coleta de Dados; Estratificação; Amostragem; Folha de verificação; Diagrama de Pareto; Histograma; Índice de capacidade
ANALIZE	Analisar o processo para determinar as causas potenciais do problema	Fluxograma; Mapa do processo/ produto; FMEA; <i>Brainstorming</i> ; Diagrama de Causa e Efeito; Planejamento de Experimentos
IMPROVE	Identificar e avaliar as soluções prioritárias e implementá-las	<i>Brainstorming</i> ; Diagrama de Causa e Efeito; FMEA; Teste de mercado; <i>Stakeholder Analysis</i> ; Simulação; 5W2H; PERT/CPM
CONTROL	Garantir que o alcance da meta seja mantido a longo prazo e padronizar as alterações	Cartas de controle; Histograma; Índice de capacidade; Manuais; Procedimento padrão; Relatório de Anomalias; Reuniões

Fonte: RODRIGUES, WERNER, 2008

ROSÁRIO et al, 2016 utilizou as ferramentas da qualidade para aumentar a eficiência de uma embaladora de bobinas em uma fábrica de papel higiênico, no qual o foco do projeto foi reduzir o tempo de setup do equipamento, devido a ocorrência de falhas indesejáveis que impactam nas horas trabalhadas. O problema acarretou na interrupção do processo produtivo, impactando na perda de produção, de forma muito semelhante a este trabalho. Aplicando ferramentas como o brainstorming, diagrama de Ishikawa, 5W1H, de forma coerente ao ciclo PDCA, foi identificada a causa raiz do problema e a solução foi implementada.

Como resultado, foi obtida uma diminuição significativa no tempo de parada do equipamento e o projeto foi ampliado para as outras cinco embaladoras de bobina da empresa, proporcionando uma expressiva redução de custos para a empresa.

A metodologia Lean Six Sigma baseia-se em dados concretos e análises quantitativas, sendo validada e utilizada por diversas empresas para resolução de problemas e oportunidades observadas. Esta proporciona resultados mensuráveis que podem ser documentados e demonstrados, validando a eficácia das melhorias implementadas.

1.5. OBJETIVO

O principal objetivo do trabalho proposto é atingir um aumento de 5% na disponibilidade da máquina de papel por meio da implementação de melhorias na embaladora de bobinas.

Além disso, são apresentados como objetivos específicos:

Aumentar a produtividade da máquina de papel por meio da otimização dos tempos de parada.

Realizar melhorias na operação da embaladora de bobinas, visando reduzir os tempos de setup e os desperdícios de material.

Reduzir as reclamações de clientes relacionadas ao prazo de entrega dos produtos solicitados.

Ao estabelecer esses objetivos, busca-se melhorar significativamente a eficiência operacional da máquina de papel por meio de intervenções diretas na

embaladora de bobinas. O enfoque nos objetivos específicos permitirá abordar áreas-chave de melhoria, maximizando a disponibilidade da máquina, aumentando a produtividade, otimizando os processos da embaladora e elevando a satisfação do cliente.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Histórico, conceitos e principais características da fabricação de papel

O papel é um dos mais versáteis materiais criados e desempenhou função crítica na evolução, na comunicação e nos registros históricos da humanidade. Sua invenção revolucionou a forma na qual o conhecimento é transmitido e preservado. Desde então, a sua utilização se disseminou em todo o mundo, tornando-se um recurso indispensável em diversas esferas da vida moderna.

Antes de sua invenção, a escrita estava vinculada a superfícies que variavam de acordo com a geografia, a cultura e a disponibilidade de recursos. Tabuletas de argila na Mesopotâmia, papiros no Egito Antigo, pergaminhos de pele de animal e tabuletas de madeira na Europa Medieval são exemplos emblemáticos dessa diversidade de materiais (KLOCK, 2013, p.4).

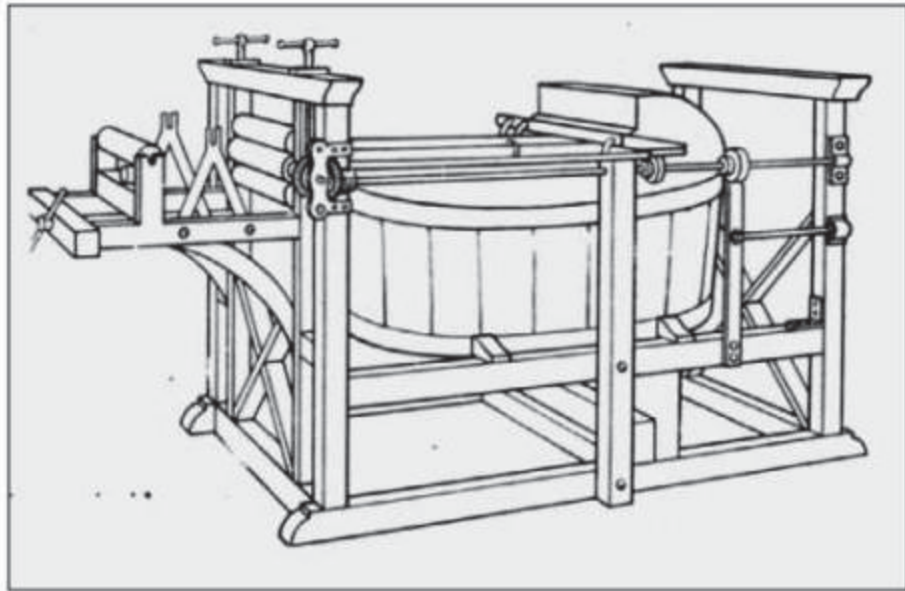
A origem da fabricação da primeira polpa para desenvolvimento de papel é atribuída aos chineses no século II, utilizando fibras de plantas como amoreira e bambu (CAMPOS, 2010). Esta invenção permaneceu como um segredo dos chineses durante 600 anos. Com a expansão das rotas comerciais e após um ataque árabe a cidades integradas ao império chinês, a invenção chegou ao mundo islâmico e posteriormente à Europa, revolucionando a comunicação escrita no Ocidente.

Durante a passagem por estas diversas regiões, o processo de fabricação do papel foi sofrendo diversas alterações, principalmente devido à matéria prima disponível em cada região. O bambu, por exemplo, muito utilizado na Ásia, foi substituído por cânhamo e linho pelos persas (FRITOLI et al, 2016). Todo o processo de produção da pasta de celulose e desenvolvimento do produto era manual.

De acordo com KLOCK, 2013, p.7, A primeira máquina para a fabricação de papel surgiu na França em 1798. Seu inventor foi Nicolas Louis Robert que, por dificuldades técnicas e financeiras, cedeu o projeto aos também franceses, irmãos

Fourdrinier, que deram continuidade a este. Desta forma, surgiu a primeira máquina de folha contínua, a máquina de papel Fourdrinier, ilustrada na figura abaixo:

Figura 3: Máquina de papel Fourdrinier



Fonte: Klock, (2013, p. 9.)

Ao longo dos séculos, porém, aprimoramentos nas técnicas de fabricação foram realizados e a invenção da prensa de tipos móveis, criada por Gutenberg no século XV, possibilitou a produção e reprodução de livros em larga escala, provocando uma disseminação da informação nunca antes vista na história da humanidade.

2.1.1. Processo de fabricação do papel

O papel é formado por fibras celulósicas que se entrelaçam umas com as outras, garantindo a sua resistência. A celulose é um polissacarídeo encontrado nas paredes celulares de plantas, portanto, a principal matéria-prima para a obtenção industrial dessas fibras é a madeira. Além da celulose, o papel contém lignina, hemicelulose e outras substâncias, como amido e corantes, dependendo da fonte de celulose utilizada. Do ponto de vista químico, as ligações de hidrogênio entre os monômeros de glicose são o que permitem a forte interação entre as fibras e consequentemente, a formação das folhas de papel (SANTOS et al, 2001).

O processo de fabricação do papel se inicia a partir da obtenção da celulose, realizando a extração desta através de processos químicos e mecânicos, conhecidos

como processos de polpação. No Brasil, o processo de polpação mais amplamente utilizado é o processo Kraft, um processo químico em que os cavacos de madeira são submetidos à tratamento com solução contendo hidróxido de sódio (NaOH) e sulfeto de sódio (Na₂S). A polpa obtida desse processo é então submetida a um processo químico de branqueamento, pois a polpa marrom obtida possui alta concentração de lignina, o que não é adequado para a fabricação de alguns tipos de papel. Após esta etapa, a celulose branqueada passa pela etapa de formação de folhas. Posteriormente, a folha é prensada, seca e submetida a processos adicionais de acabamento e revestimento para obter características específicas, como brilho, lisura e resistência (SANTOS et al, 2001).

Após a obtenção das folhas de celulose, estes produtos são direcionados à fabricação do papel em si. Neste processo, estas folhas de celulose são misturadas à água, para que as fibras sejam desagregadas, submetidas ou não a um processo de refino. Podem ser adicionados diversos aditivos, como colas, cargas minerais, corantes e até fibras recicladas, dependendo da utilização do papel produzido. Na máquina de papel, é produzida uma folha única. As folhas são enroladas em bobinas e posteriormente embaladas para comercialização (SANTOS et al, 2001).

Existem diferentes tipos de papel fabricados pela indústria, cada um com suas características específicas e usos mais adequados. Podem ser classificados em: Papéis para impressão (acetinado, imprensa, jornal, offset), papéis para escrita (apergaminhado, correspondência aérea, segundas-vias), papéis para embalagem (manilhinha ou de padaria, tecido, HD, LD, macarrão), papéis para fins sanitários (guardanapos, lenços, papéis higiênicos), cartões e cartolinas, papéis especiais (base para carbono, cigarros), papéis para desenho e papéis não classificados (kraft especial para cabos elétricos, fios telefônicos e condensadores) (SANTOS et al, 2001). A diversificação dos tipos de papéis produzidos contribui para a geração de novos negócios e fortalece a competitividade do mercado.

2.1.2. Histórico das embalagens

A utilização de embalagens remonta aos primórdios da civilização humana, na utilização de elementos naturais como cascas de coco e conchas do mar, tendo evoluído consideravelmente ao longo do tempo, desde as formas rudimentares até as embalagens complexas e inovadoras que conhecemos hoje. A história da utilização de

embalagens é um reflexo das mudanças sociais, culturais, tecnológicas e econômicas que moldaram a humanidade (ROSÁRIO et al, 2016).

Conforme a vida do ser humano aumentou em grau de complexidade, a necessidade de embalagens com maior durabilidade, até que em 1815, sob o comando de Napoleão Bonaparte, o governo francês ofereceu um prêmio a quem inventasse um meio de manter os alimentos frescos por longo tempo e transportáveis a grandes distâncias, com o objetivo de alimentar seus exércitos em campanha. Foi nessa época que surgiram as indústrias de processamento de alimentos e as latas descartáveis (PRESAS & PRESAS, 2009).

Segundo REBELLO, 2009, após a revolução industrial aconteceu uma multiplicação dos supermercados e especialmente, num contexto pós Segunda Guerra Mundial, a competitividade entre produtos teve um grande aumento. Devido a este fator, as embalagens começaram a desempenhar a função de tornar o produto cada vez mais atraente, fazendo o papel de vendedores e utilizando todos os artifícios disponíveis para aumentar a venda.

As transformações substanciais que passaram as embalagens a partir deste período abrangem uma ampla variedade de tipos, formas, cores e dimensões, acompanhadas por uma diversificação significativa nos materiais utilizados. Nesse cenário, o setor de embalagens engloba uma intrincada cadeia industrial que abarca desde a obtenção da matéria-prima até os fabricantes de embalagens propriamente ditas, passando pela indústria de máquinas e equipamentos e pelas entidades de design e comunicação (PRESAS & PRESAS, 2009).

Ao conceber o projeto de uma embalagem, é essencial levar em consideração uma série de fatores cruciais, como as dimensões, o peso, a forma e o tipo do produto que será acondicionado. Também é vital avaliar a possibilidade de contato entre a embalagem e o produto no seu interior. Além disso, a embalagem deve ser cuidadosamente planejada para cumprir sua função de venda e permitir uma eficiente operação de enchimento (JORGE, 2013).

A indústria de papel cartão encontra-se intrinsecamente ligada ao mercado de embalagens, e o material papel cartão assume uma posição significativa no âmbito desse setor (CAMILO, 2003). A construção de embalagens de papelcartão envolve uma série de etapas essenciais, incluindo processos como impressão, corte, vincagem e montagem.

De acordo com CAMILO, 2016, a utilização de papelcartão no processo de embalagens fornece diversas vantagens, como:

- Proporcionam amplas opções de design e configurações sem a necessidade de investimentos substanciais.
- Não requerem moldes dispendiosos para sua produção.
- São adaptáveis para impressões em lotes reduzidos.
- Têm a capacidade de ser combinadas com outros materiais para aprimorar suas barreiras protetivas.
- Possibilitam finalizações atrativas e a inclusão de acessórios.
- Baseiam-se em recursos renováveis e podem ser prontamente recicladas ou compostadas.

Dessa forma, o papel cartão, ao se inserir no mercado de embalagens, não apenas oferece soluções criativas e eficazes, mas também se alinha com a crescente demanda por embalagens mais sustentáveis e ecoamigáveis, conferindo um valor adicional a essa importante indústria.

2.2. Metodologia Lean Six Sigma: Histórico e Aplicações

A competitividade no contexto do século XXI exige que as organizações se concentrem em aumentar a produtividade, reduzir os custos e assegurar a qualidade. Esse requisito primordial tem motivado as empresas a aprimorarem suas áreas ligadas à qualidade, com foco em otimizar seus processos e operações.

Existem diversas metodologias disponíveis para esse fim, entretanto, uma delas se destaca por sua funcionalidade, complementaridade e eficácia notáveis. Essa abordagem é conhecida como Lean Six Sigma, a qual, de acordo com Stan e Mărăscu (2012), aprimora tanto a qualidade quanto a eficiência dos processos por meio de um projeto intensamente fundamentado em análises quantitativas, estabelecimento claro de metas e busca incessante pela excelência operacional a longo prazo. Esta abordagem, vale mencionar, é o resultado da sinergia entre duas outras metodologias distintas: Lean Manufacturing e Six Sigma.

2.2.1. Lean Manufacturing

O Lean Manufacturing, originário do Sistema Toyota de Produção, teve seu desenvolvimento na década de 1980. De acordo com Chen (2008), essa abordagem

metodológica tem como seu núcleo central dois princípios fundamentais. O primeiro é eliminar as atividades que não agregam valor, buscando otimizar o processo de produção, enquanto o segundo é adicionar valor à produção de forma eficiente, minimizando a utilização de mão de obra e equipamentos. O objetivo era agilizar os processos, permitindo a produção de valor agregado com a menor quantidade possível de recursos, em um curto espaço de tempo e em locais estrategicamente escolhidos para atender tanto a produção quanto as demandas dos clientes

A base do Lean Manufacturing reside na redução de desperdícios, visando a diminuição dos custos e o aumento da eficiência. A metodologia procura alinhar de maneira dinâmica e eficaz a sequência de produtividade, qualidade e desenvolvimento de produtos. Esta abordagem engloba todos os aspectos das operações industriais, abarcando desde a análise de produtos, fabricação, organização, alocação de recursos e serviços, além disso, engloba também o foco no cliente e sua satisfação (VENANZI, LAPORTA, 2015).

Conforme mencionado por CAVALCANTE, 2011, o enfoque na eliminação de desperdícios desta metodologia contribui para a redução das etapas do processo produtivo, minimização de perdas, diminuição de defeitos e eliminação do uso inadequado de recursos humanos envolvidos. Nesse contexto, emerge um novo conceito que se expande para oito categorias de desperdício:

- Correção;
- Produção excessiva;
- Processamento excessivo;
- Movimentação desnecessária de materiais e produtos;
- Acúmulo de estoque;
- Deslocamento ineficiente de pessoas e equipamentos;
- Tempo de espera ocioso;
- Subaproveitamento de habilidades e competências das pessoas.

Essas oito formas de desperdício apresentam uma visão mais abrangente e detalhada dos pontos onde as ineficiências podem ocorrer no processo de manufatura enxuta, proporcionando uma estrutura mais completa para identificação e mitigação desses fatores negativos.

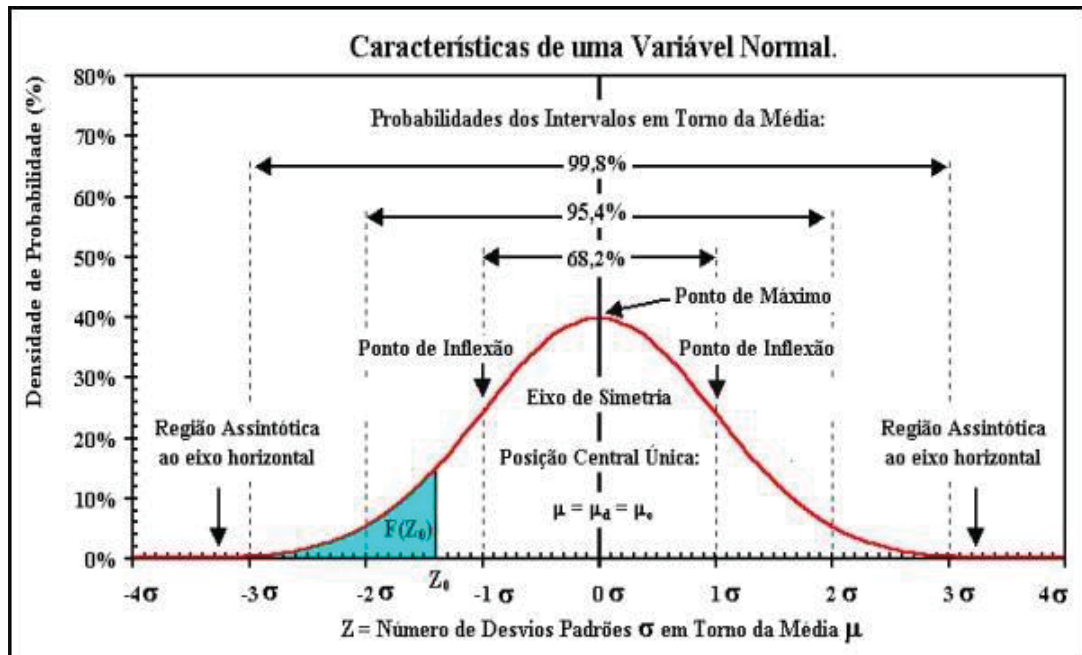
2.2.2. Six Sigma

O Six Sigma ganhou reconhecimento global graças à sua ampla adoção nos anos 1980 pela Motorola, que foi uma das pioneiras no desenvolvimento da metodologia, e à influência de um engenheiro que aplicou princípios de variabilidade de processos para otimizar a eficácia dos procedimentos industriais, como resposta à concorrência de empresas rivais que ofereciam produtos de qualidade superior a preços mais baixos (PEREIRA, 2019).

Este programa interno foi desenvolvido com o propósito de reduzir a incerteza nos processos de manufatura para minimizar a ocorrência de defeitos a um nível tão baixo quanto 3,4 peças defeituosas por milhão de peças produzidas (3,4 ppm ou 0,00034%). A conquista do Prêmio Malcolm Baldrige pela Motorola em 1988 destacou o Six Sigma como uma força impulsionadora do sucesso na eficiência operacional, o que, por sua vez, despertou o interesse de inúmeras outras empresas. Um exemplo proeminente foi a General Electric (GE), que se tornou um importante exemplo do Seis Sigma sob a liderança de Jack Welch. As realizações notáveis na GE Capital e GE Medical serviram como um modelo para a aplicação do Seis Sigma em operações de serviços (PEREIRA, 2019).

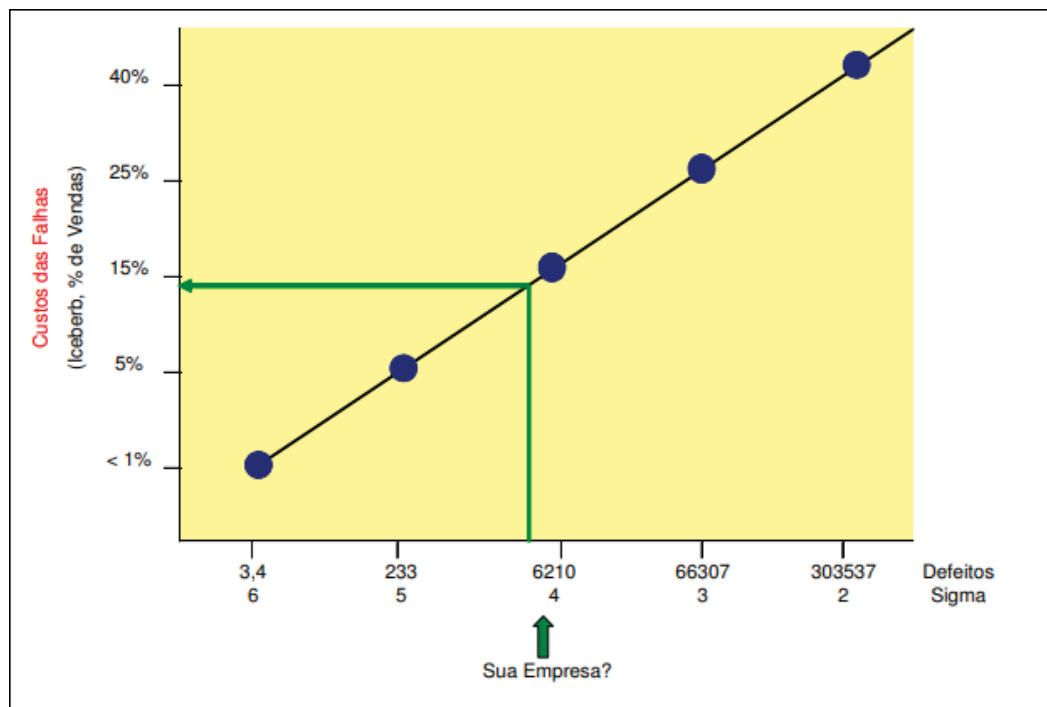
De acordo com FIGUEIREDO, 2006, no âmbito estatístico, a medida denominada sigma, que representa o desvio padrão, constitui um parâmetro para quantificar a variabilidade presente nos resultados de qualquer processo ou procedimento. A diminuição do valor do desvio padrão é indicativa de um processo mais eficiente. A métrica sigma é empregada para avaliar o nível de qualidade vinculado a um dado processo. Quanto mais elevado o valor atingido na escala sigma, mais otimizado é o processo. Quando se alude a um processo seis sigma, isto é, seis desvios padrões, o número de produtos defeituosos previsto não ultrapassa os defeitos citados no parágrafo anterior (3,4 por um milhão de unidades produzidas). A representação gráfica dessas informações encontra-se nas figuras 4 e 5.

Figura 4: Gráfico de distribuição de probabilidade da função normal



Fonte: FIGUEIREDO, 2006

Figura 5: Relação entre nível sigma, defeitos e custo de falha



Fonte: FIGUEIREDO, 2006

A junção do Lean Manufacturing com o Six Sigma resultou no Lean Six Sigma, uma metodologia robusta que gerencia e conduz projetos sustentados por líderes, seguindo o ciclo DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar). Este ciclo baseia-se em ações definidas previamente e é embasado em análises estatísticas e controles. O DMAIC busca resultados confiáveis e visíveis, que refletem aprimoramentos seguros no sistema.

3. METODOLOGIA E PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL

O projeto consiste na formação de uma equipe orientada pela Universidade Federal do Paraná de três membros, esses tiveram como foco a atuação no problema de uma empresa de Papel, que possui variabilidade na operação da Máquina de Papel.

Para a condução do trabalho utilizou-se a metodologia do DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar).

3.1. DEFINE

3.1.1. Definição do problema:

Esta é a etapa de identificar o problema, com base em todo nível de informação acessível sobre o caso.

No ano de 2021, na empresa em questão houveram algumas melhorias de produção (aumento das caixas de entradas, troca de rolos secadores entre outros na Máquina de Papel), tais melhorias tiveram consequências positivas no aumento de performance de produção do equipamento, no entanto as etapas seguintes do processo não foram acompanhadas de melhorias, desse modo resultou-se impactos no OEE (Overall Equipment Effectiveness), que mede a Eficiência/ Disponibilidade e a Qualidade da MP3, sendo que a Eficiência dentre os três a que mais vem sendo afetada, devido algumas possíveis causas.

3.1.2. Indicadores de resultado de processo:

É necessário ter evidência objetiva de atendimento ou não atendimento as metas propostas, para facilitar o comparativo entre as ações propostas e se esse é um problema real. Na figura 6, estão definidos os prazos de análise para definição do problema entre janeiro e agosto. Após este mês, são apresentados os dados com a ações executadas.

Figura 6: Métricas do processo – prazo para ações

KPI	UN	MELHOR	ID	2021 ACC	jan/22	fev/22	mar/22	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22	dez/22
Produção Prevista MP3 - Jumbo	t	↑	Meta	59.110,44	9.866,57	9.938,81	9.508,88	10.284,45	9.193,97	10.317,71	10.370,85	10.372,84	10.374,76	10.375,98	10.377,12	10.379,00
			Real	54.345,91	9.270,64	9.207,96	9.005,90	9.156,97	9.195,83	9.592,62	10.211,98	10.373,57	10.376,01	10.377,12	10.379,00	10.380,99
			Desvio	-4764,53	-595,93	-730,85	-502,98	-1127,52	1,86	-725,09	-158,91	0,68	1,25	1,14	1,88	1,99
			STATUS	☹	☹	☹	☹	☹	☺	☹	☹	☺	☺	☺	☺	☺
KPI	UN	MELHOR	ID	2021 ACC	jan/22	fev/22	mar/22	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22	dez/22
OEE - MP3	t	↑	Meta	88,40	88,40	88,40	88,40	88,40	88,40	88,40	88,40	88,40	88,40	88,40	88,40	88,40
			Real	88,39	87,35	87,22	82,99	82,10	89,00	86,01	87,02	88,00	88,12	88,40	88,40	88,50
			Desvio	-0,01	-1,05	-1,18	-5,41	-6,3	0,6	-2,39	-1,38	-0,4	-0,28	0	0	0,1
			STATUS	☹	☹	☹	☹	☹	☺	☹	☹	☹	☹	☺	☺	☺
KPI	UN	MELHOR	ID	2021 ACC	jan/22	fev/22	mar/22	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22	dez/22
Disponibilidade MP3	%	↑	Meta	94,2	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0	95,0
			Real	94,5	90,1	93,8	95,3	94,6	96,6	92,2	93,8	94,5	95,0	95,6	95,2	95,7
			Desvio	0,3	-4,9	-1,2	0,3	-0,4	1,6	-2,8	-1,8	-0,5	0,0	0,6	0,2	0,7
			STATUS	☹	☹	☹	☹	☹	☺	☹	☹	☹	☺	☺	☺	☺
OPI	UN	MELHOR	ID	2021 ACC	jan/22	fev/22	mar/22	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22	dez/22
Tempo para embalar bobina	min/bob	↓	Meta	15,97	15,97	15,97	15,97	15,97	15,97	15,97	15,97	15,97	15,97	15,97	15,97	15,97
			Real	19,91	21,61	17,60	21,22	21,04	19,75	20,54	18,16	16,12	15,99	15,14	15,02	15,00
			Desvio	3,94	5,64	1,63	5,25	5,07	3,78	4,57	2,19	0,15	0,02	-0,8	-1,0	-1,0
			STATUS	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☺	☺	☺
OPI	UN	MELHOR	ID	2021 ACC	jan/22	fev/22	mar/22	abr/22	mai/22	jun/22	jul/22	ago/22	set/22	out/22	nov/22	dez/22
Perdas de OEE MP3 por paradas embaladora de bobinas	%	↓	Meta	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
			Real	0,18	0,22	0,11	0,09	0,17	0,13	0,09	0,14	0,09	0,07	0,07	0,05	0,05
			Desvio	0,11	0,15	0,04	0,02	0,10	0,06	0,02	0,07	0,02	0,0	0,0	0,0	0,0
			STATUS	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☺	☺	☺	☺

Fonte: Autores, 2023

3.1.3. Metas e ganhos do projeto:

Nesta etapa realiza-se a mensuração dos ganhos, de modo a propor as métricas desejáveis na validação.

Para o objeto em questão a meta principal consiste em: Aumentar em 5% a disponibilidade na MP3 com as melhorias na embaladora de bobina e como secundárias: o Aumento da produtividade MP3; a melhoria na operação da embaladora e a diminuição das reclamações de clientes.

3.1.4. Equipe do Projeto e Programa:

Fase de definição dos prazos e apresentação da equipe.

3.1.5. Principal Processo – SIPOC:

Segundo o RAMOS, 2018 o SIPOC é uma ferramenta utilizada para mapear processos. Com ele, é possível esclarecer melhor as etapas do processo, definindo e formalizando diversos fatores que impactam diretamente na execução do trabalho.

O nome SIPOC corresponde a junção de iniciais (em inglês) de cada aspecto analisado pela ferramenta (*Supplier, Input, Process, Outputs e Customer*). Analisando todos esses fatores, é possível compreender melhor o trabalho executado e atuar em pontos específicos do processo, promovendo melhoria contínua.

Para o ramo de papel a figura abaixo demonstra a segregação segundo a metodologia.

Figura 7: SIPOC do processo

S	I	P	O	C
Matéria Prima . Toras . Celulose . Pasta mecânica . Aparas . Químicos	Produção de Papel . Rolo Jumbo	. Ponte rolante . Rebobinadeira e corte . Embaladeira de bobina . Acabamento [Transformação em outros formatos]	Expedição . Bobinas acabadas para estoque	End User . Venda de formato de bobinas

Fonte: Autores, 2023

3.2. MEASURE:

3.2.1. Estratificação:

Etapas onde os valores são abertos por possíveis causas, nesse estudo identificou-se que as paradas por eficiência estavam atreladas a quatro grandes grupos, sendo o último destes o “Atraso na embaladeira de bobinas”.

Figura 8: Causas da perda de eficiência da MP3

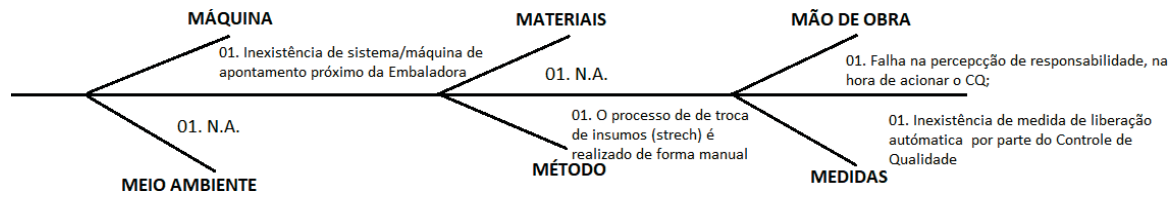


Fonte: Autores, 2023

3.2.2. Matriz de causa e efeito:

Também conhecido por Ishikawa, essa ferramenta é a base de identificação em uma matriz onde são correlacionados possíveis causa com o escopo do grupo, nesse caso meio ambiente e materiais não são aplicáveis e todos os outros possuíram alguma interface com o problema. Utilizando esta ferramenta, foram determinados problemas de máquina, método, materiais, mão de obra e medidas, demonstrados na figura a seguir:

Figura 9: Diagrama de Ishikawa dos atrasos na embaladora



Fonte: Autores, 2023

3.2.3. Variáveis críticas para análise:

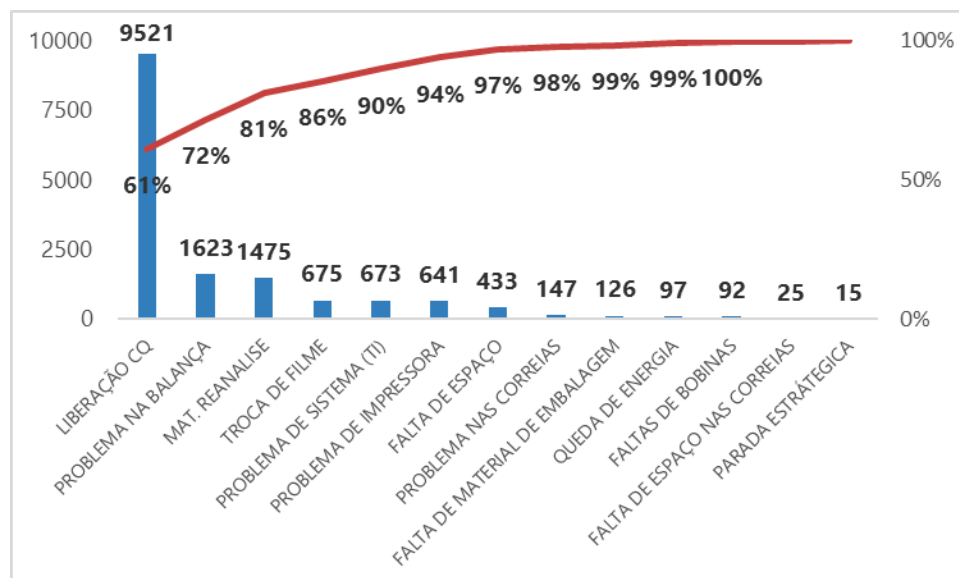
As variáveis críticas para análise são a abertura do item estratificação, nesse caso o quarto grande grupo “Atrasos na embaladora” é aberto e nota-se que liberações do controle de qualidade (CQ), problemas na balança, materiais em reanálise e troca de filme stretch, impactam nas quatro grandes causas dessa falha.

Tabela 1: Estratificação dos atrasos na embaladora

PARADAS POR MOTIVO													
Rótulos de Linha	LIBERAÇÃO CQ	PROBLEMA NA BALANÇA	REANÁLISE	TROCA DE FILME	PROBLEMA DE SISTEMA (TI)	PROBLEMA DE IMPRESSORA	PROBLEMA NAS CORREIAS	PARADA ESTRATÉGICA	FALTA DE ESPAÇO NAS CORREIAS	FALTA DE MATERIAL DE EMBALAGEM	FALTAS DE BOBINAS	QUEDA DE ENERGIA	FALTA DE ESPAÇO
1	860	154		74		253							60
2	2793	903	259	134	355	193	147		25	30	24	96	108
3	3919	448	635	237	51	106				34	13		135
4	1949	118	581	230	267	89				62	55	1	130
5								15					
Total Gera	9521	1623	1475	675	673	641	147	15	25	126	92	97	433

Fonte: Autores, 2023

Figura 10: Estratificação dos atrasos na embaladora

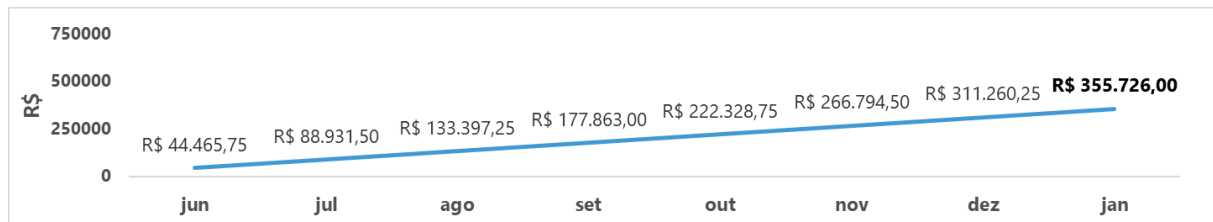


Fonte: Autores, 2023

3.2.4. Comprovação da meta global:

A meta global é comprovada, pelo fator de 5% para melhorias na embaladora de bobinas pelo setor de Engenharia de Processos, devido ao fato de a empresa em questão possuir projetos de melhoria e os outros fatores serem atacados internamente por diferentes grupos relacionados a estes projetos.

Figura 11: Meta de saving dos projetos de melhoria



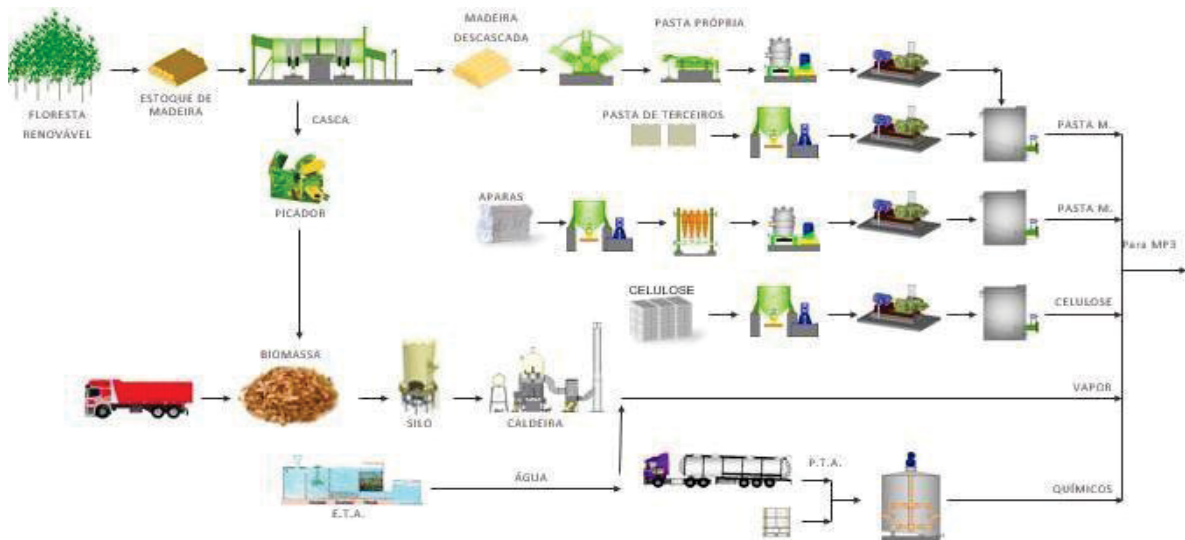
Fonte: Autores, 2023

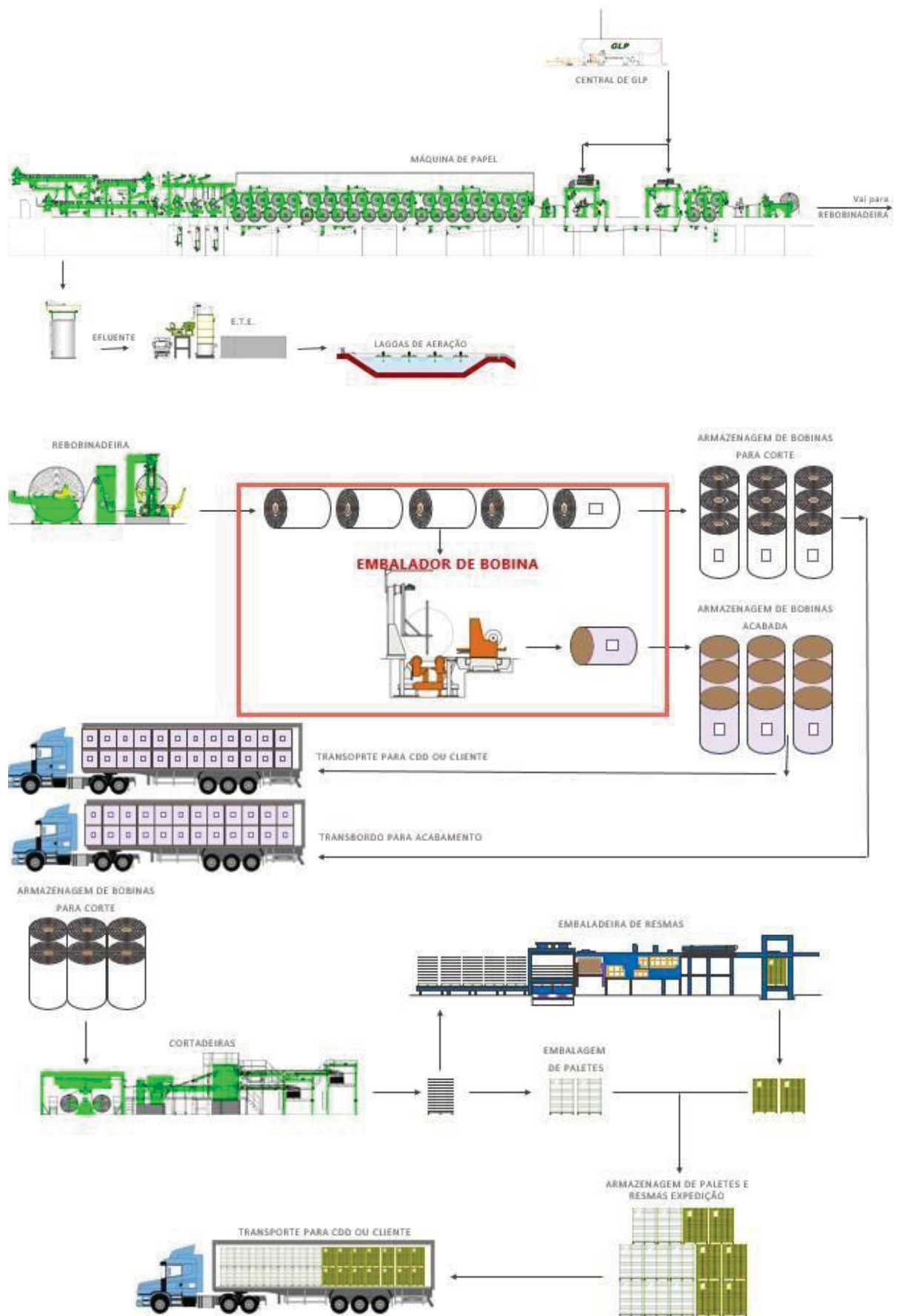
3.3. ANALYSE:

3.3.1. Fluxograma ou mapa de processo:

O fluxograma abaixo ilustra as interferências prévias e posteriores do processo:

Figura 12: Fluxograma do processo produtivo





3.3.2. Potenciais causas do problema:

O conhecimento de que a Embaladeira de bobinas impactava no OEE da Máquina era um fato. No entanto, as causas de atraso desse setor eram desconhecidas inicialmente. Desse modo optou-se por realizar um *brainstorm* com integrantes do grupo de melhoria e os operadores líderes sobre quais segundo a visão individual de cada membro é o fator que impacta na performance da máquina e consecutivamente o OEE da MP3.

Tabela 2: Brainstorm sobre o impacto da embaladeira na MP3

Identificar Problema - BRAINSTORM	
Possíveis Causas	
1	Bobina danificada na correia
2	Lentidão no sistema TI
3	Balança demora para estabilizar
4	Troca de filme
5	Etiqueta (não descola)
6	Bobinas menor de 50cm
7	Má discos
8	Análise CQ (demora)
9	Atraso retirar as bobinas
10	Programação de produção
11	Impressora
12	Rearmar embaladeira
13	Fita para puxar o filme (procedimento incorreto)
14	Embolamento de filme
15	Problema freio - manual / automático

*** Essa ordem não representa a classificação por maior impacto**

Fonte: Autores, 2023

3.3.3. Causas validadas:

Após o brainstorming realizou-se uma priorização 9-3-1 com os mesmos integrantes e um 5 Porquês para entender se eram motivos efetivos ou apenas percepções do processo.

Tabela 3: Priorização 9-3-1 das possíveis causas

Priorização 9/3/1										
Pergunta:	Participantes									
Falta de espaço em frente a embaladeira	3	9	1	3	9	9	9	9	1	52
Liberação CQ	3	1	9	9	3	9	9	1		44
Bobinas menor de 50cm	9	9	1	9	1	3	1	9		42
Bobina danificada (correa)	9	3	1	3	3	3	9	9		40
Fita para puxar o filme (procedimento incorreto)	9	3	9	3	9	3	3	1		40
Embolamento de filme	9	9	3	1	9	1	1	3		36
Retirar bobinas fora da correa	3	1	9	1	1	9	3	1		28
Pessoas	1	3	1	1	1	1	9	9		26
Disco torto	1	3	3	9	1	3	3	1		24
Lentidão no sistema TI	1	3	9	3	1	1	1	3		22
Rearmar embaladeira	1	1	1	1	9	3	3	1		20
Agilidade na embalagem (aumentar a velocidade)	1	1	1	1	3	9	3	1		20
Impressora	3	1	3	3	3	1	1	3		18
Balança demora para estabilizar	1	1	3	3	1	3	3	3		18
Problema freio - manual / automático	1	9	1	1	1	1	1	3		18
Programação de produção	1	1	1	9	1	1	1	1		16
Bobina corre sobre o rolo na hora da embalagem	3	3	1	1	3	1	1	3		16
Descanso na embalagem	1	1	3	1	3	1	1	1		12
Etiqueta (não descola)	1	1	3	1	1	1	1	1		10
Troca de filme (peso da bobina)	3	1	1	1	1	1	1	1		10

Fonte: Autores, 2023

Tabela 4: 5 porquês das possíveis causas

Compreender as causas raízes dos modos de defeitos: Análise dos 5 porquês						
CAUSA	Embolamentos					
Porquê 1	Porquê 2	Porquê 3	Porquê 4	Porquê 5	5M	Ações
Falta de espaço em frente a embaladeira	Esta aglomerando bobinas embaladas	O operador não consegue dar vazão na estocagem	Está carregando caminhão do transbordo e estocando bobinas (BAU/BS)	Para abastecer corte interno (cortadeira)	Mão obra	Buscar alinhamento junto com logística para minimizar o gargalo na embaladeira.
Bobina danificada (correa)	Danifica bobinas nas trocas de correias transportadoras	As correias estão desniveladas	Base civil			
		As bobinas se colidem	Devido ao não ter monitoramento	Não temos sensores instalados	Máquina	Instalar sensores nas correias para que no momento em que uma bobina chegar próximo da outra pare o acionamento das correias
Fita para puxar o filme (procedimento incorreto)	O filme enrola no rolo inferior	Soprador de ar está desalinhado	Suporte não está adequado		Máquina	Projetar novo suporte / soprador
	Barra estática sem eficiência	Está fora de posição	Sofre impacto		Máquina	Avaliar se a barra estática está na posição correta, se não fazer manutenção.
Liberação CQ	Demora para liberar bobinas	Analista demora para liberar o material	Demanda de outras atividades		Método	Com área de Controle de qualidade alinharmos o procedimento de liberação do material com agilidade.
Bobinas menor de 50cm	Bobinas ficam com embalagem irregulares	Os braços não alcançam medida da bobina	Projeto foi para bobinas superiores a 55 cm		Máquina	Mudar posição dos braços assim vamos ganhar aproximadamente 20 cm.
Peso do rolo de filme	Peso excessivo da bobina	melhorar a autonomia da máquina (redução trocas)			Material	Projetar carrinho para melhorar a ergonomia nas trocas de filme e contribuir com a agilidade na troca de filme.
Disco Encanoado	Causa irregularidade na embalagem das bobinas	Amassa o disco nas laterais	não atende a especificação necessária para embalagem		Material	Junto ao fornecedor verificar novos métodos para embalgens de discos para não ocasionar encanoamento
Disco Suspenso	Cai ao iniciar a embalagem	não está fixado no batoque			Material	Grampear os discos nos batoques com objetivo melhor a embalagem e também reduzir o tempo de colocar os discos.

Fonte: Autores, 2023

3.4. IMPROVE:

3.4.1. Plano de ação:

Dentro do IMPROVE as tarefas são operacionais, a primeira etapa é a definição do plano de ação.

Tabela 5: Plano de ação – Etapa Improve

No	Prioridade	Descrição ação	Responsável	Início	Deadline		Data encerramento	Status	Semáforo	Encerrado	Comentários
					Data programada	Dias					
01	MÉDIA	Gerar uma tabela para controle de bobinas danificadas	Alexandra	27-mai-22	10-jun-22	14	28/mai/22	OK	ENCERRADO	EM TEMPO	
02	ALTA	Revisar boletins de operação embaladeira de bobinas	Felipe	10-jun-22	17-jun-22	7	18-jun-22	OK	ENCERRADO	COM ATRASO	
03	BAIXA	Cadastrar itens para aquisição silencioso (grampador e grampo)	Alexandra	10-jun-22	17-jun-22	7	11-jun-22	OK	ENCERRADO	EM TEMPO	
04	MÉDIA	Cronometrar tempo para grampear o disco e ajuste da correia até a embalagem	Felipe	10-jun-22	17-jun-22	7	15-jun-22	OK	ENCERRADO	EM TEMPO	
05	MÉDIA	Teste impressão de uma etiqueta para BS	Alexandra	10-jun-22	17-jun-22	7	18-jun-22	OK	ENCERRADO	COM ATRASO	
06	BAIXA	Recentralizar espelho convexo	Felipe	10-jun-22	17-jun-22	7	17-jun-22	OK	ENCERRADO	EM TEMPO	
07	ALTA	Ajustar as laterais metálicas das correias	Geovane	10-jun-22	17-jun-22	7	16-jun-22	OK	ENCERRADO	EM TEMPO	
08	MÉDIA	Peçar bobina de stretch filme	Alexandra	10-jun-22	17-jun-22	7	11-jun-22	OK	ENCERRADO	EM TEMPO	46k cada bobina
09	ALTA	Vazamento de ar nos rolos	Geovane	10-jun-22	16-jun-22	6	16-ago-22	OK	ENCERRADO	COM ATRASO	Somente na PGM
10	MÉDIA	Empréstimo de carrinho para deslocar bobina de stretch	Alexandra	10-jun-22	17/jun/22	7	10-jun-22	OK	ENCERRADO	EM TEMPO	Teste Realizado - Não funciona
11	MÉDIA	Desenho de pontilhado no disco	Alexandra	10-jun-22	17/jun/22	7	11-jun-22	OK	ENCERRADO	EM TEMPO	
12	MÉDIA	Desenho novo bancada	Alexandra	10-jun-22	17/jun/22	7	11-jun-22	OK	ENCERRADO	EM TEMPO	
13	MÉDIA	Desenho novo carrinho para movimentar bobinas de stretch	Alexandra	10-jun-22	17/jun/22	7	16-jun-22	OK	ENCERRADO	EM TEMPO	
14	ALTA	Fazer SS para montagem do carrinho para stretch	Alexandra	17-jun-22	17/jun/22	0	17-jun-22	OK	ENCERRADO	EM TEMPO	

Fonte: Autores, 2023

3.4.2. Ações executadas:

Na segunda etapa desse segmento é necessário a execução das ações, com o objetivo de influenciar positivamente na performance da embaladeira de bobinas, as ações foram:

01. Liberação de controle de qualidade com escrita na bobina (na qual a camada será descartada), acelerando o processo;

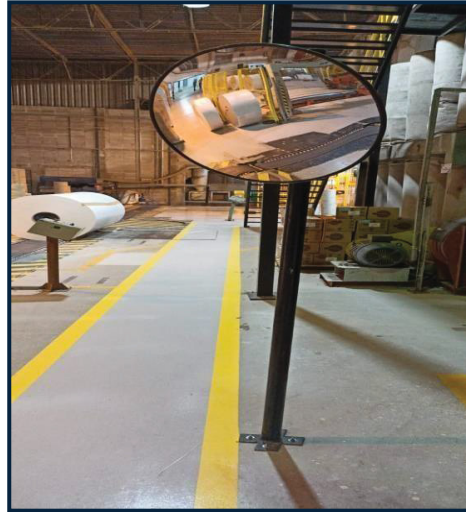
Figura 13: Liberação do CQ com escrita na bobina



Fonte: Autores, 2023

02. Instalação do espelho convexo para verificar a obstrução da correia, evitando “engarrafamentos” de bobinas;

Figura 14: Instalação do espelho convexo



Fonte: Autores, 2023

03. Melhoria de layout na base de apontamento, deixando-a próxima da área de operação do equipamento, resultando em menor tempo de espera;

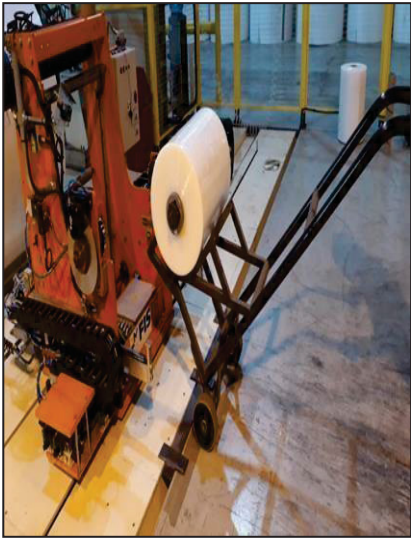
Figura 15: Melhoria de layout na base de apontamento



Fonte: Autores, 2023

04. Confeção de um carinho de filme stretch para mobilidade das bobinas

Figura 16: Carrinho stretch para transporte



Fonte: Autores, 2023

05. Padronização da embalagem, definindo os centímetros limitantes de borda de filme com o objetivo de evitar avarias em contato com o solo, pegada do clamps na empilhadeira.

Figura 17: Padronização das embalagens

Procedimento Embaladeira

Código:
IT-MDP-TVO-022

Revisão: 2

Classificação:
IT - INSTRUÇÃO DE TRABALHO

YonPage - Sistema de Planejamento e Controle da Produção - IBEMA - 10.10.15.0 - [Apresentação de Tabela - Relatórios]

Administração Cadastros Planejamento Produção Controle de Insumos Controle de Qualidade Estoque Relatórios Consultas Monitoramento Ajuda

Rebobs3 Rebobs4 Rebobs5

Código: 96 Papel: 30265

2025 - 10/10/2025 09:00:00 - 10/10/2025 09:00:00

Programado(kg): 62227 Saldo(kg): 62227

Adiantar: [icon]

Paradas: Refugo: [icon] Finalizar Conjugação: [icon]

Conteúdo: Legenda: [icon] Consultas: Extensões: [icon]

Conj	Tiradas	Saldo	Diam.	Tub.	Larg.	Peso Tir.
1	19	19	1200	305	2180	1275
3	11	11	1200	305	2160	1264
2	11	11	1200	305	2200	1288
4	5	5	1500	305	2120	1986

Pedido	Cliente	Largura	Obs	Papel	Classe	Causa de Refugo	Exportação	Papel Imune	Por
X0000000	XABC DISTRIBUIDOR	540		30265	APROVADO		N	N	1
X0000000	XBRASILGRAFICA S.	1640		30265	APROVADO		N	N	2

(A)

(B)

(C)

(D)

(E)

(F)

(G)

(H)

(I)

(J)

(K)

(L)

(M)

(N)

(O)

(P)

(Q)

(R)

(S)

(T)

(U)

(V)

(W)

(X)

(Y)

(Z)

Juntas

Junta Principal

Junta Secundária

Emendas

Gua Rolo

Apontar

Tubo

Diâmetro(mm)

305

1200

Tubetej(mm)

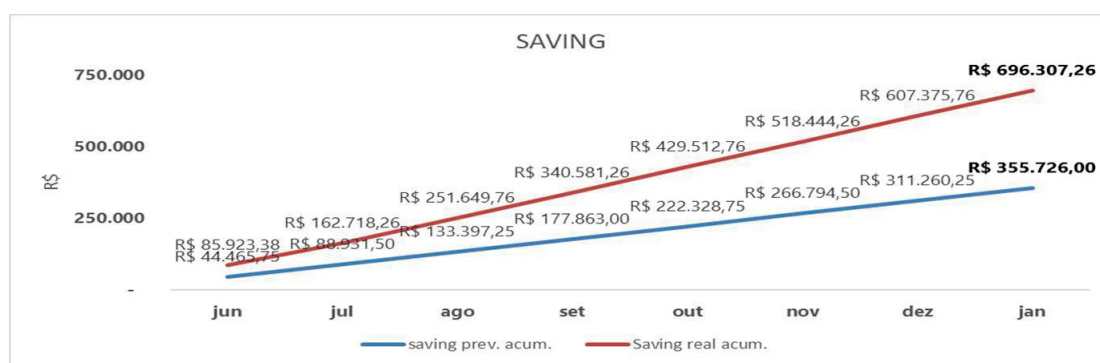
12

Fonte: Empresa de papel, 2023

3.4.3. Verificação das metas prioritárias e Control

A etapa final é a conclusão se as metas prioritárias foram alcançadas, nesse trabalho o resultado é integralmente positivo, conforme imagem do saving do projeto, paralelamente essa fase é a responsável por garantir que as medidas sejam definidas e mantidas na organização, evitando recorrências do problema como boa pratica definiu-se a criação de uma instrução de trabalho, a qual descreve todas as condicionantes estudadas e validadas durante o projeto.

Figura 18: Comprovação das metas de saving do projeto



Fonte: Autores, 2023

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No decorrer de um período de seis meses, é possível notar uma transformação na performance da embaladeira de bobinas, resultando em lucros substanciais e uma melhoria significativa em sua eficácia operacional

A aplicação da metodologia DMAIC - Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar - serviu como o alicerce para esses ganhos. Começando com a etapa de "Definir", a equipe responsável traçou claramente os objetivos: aumentar a eficiência da embaladeira, reduzir desperdícios e melhorar a qualidade do processo de embalagem.

Na fase de "Medir", a coleta de dados e análise profunda foram implementadas. Isso permitiu a identificação de gargalos no processo existente e lacunas de eficiência que estavam afetando a performance global. A embaladeira, que anteriormente enfrentava desafios de tempo de parada não planejado e manuseio impreciso de bobinas, passou a contar com um conjunto de métricas concretas para avaliar seu desempenho.

Na etapa de "Analisar", a equipe mergulhou nas causas raiz das ineficiências identificadas. Através de um estudo detalhado de brainstorming e priorização 9-3-1, desse modo pode-se compreender melhor os problemas subjacentes que afetavam a performance da embaladora e a produtividade. Isso levou a uma série de insights que direcionaram as melhorias necessárias.

A fase de "Melhorar" viu a implementação das soluções propostas. Com base na análise anterior, os processos da embaladeira foram atacados por meio de plano de ação, com o objetivo de serem mais eficientes e consistentes, repercutindo na redução do tempo de parada não programado.

Por fim, na etapa de "Controlar", a implantação da instrução de trabalho foi estabelecida. Isso garantiu que as melhorias implementadas permanecessem eficazes ao longo do tempo e qualquer desvio em relação às melhorias planejadas são rapidamente identificados, porque fogem do ambiente de trabalho normal e podem ser corrigidos com velocidade, permitindo que a embaladeira mantenha sua performance otimizada.

O sucesso do projeto na embaladeira de bobinas ao adotar a metodologia DMAIC demonstra a importância de uma abordagem sistemática e estruturada para a resolução de problemas e otimização de processos. Através dessa jornada, a embaladeira não apenas alcançou um lucro notável de R\$ 696.307,26, mas também melhorou substancialmente sua eficiência, qualidade e confiabilidade.

5. CONCLUSÕES

Após a implementação completa da metodologia DMAIC, os resultados do projeto foram notáveis. As paradas na embaladeira de bobinas foram reduzidas em 5%, alcançando a meta estabelecida. Isso resultou em um lucro líquido de R\$ 696.307,26 em um período de seis meses, demonstrando o impacto financeiro significativo das melhorias.

Além disso, a performance geral da embaladeira melhorou substancialmente. A implementação das ações resultou em menos interrupções não programadas, e a capacitação da equipe contribuiu para uma operação mais eficiente.

Em conclusão, o projeto de redução de paradas na embaladeira de bobinas, realizado através da metodologia DMAIC, demonstrou a eficácia dessa abordagem estruturada na identificação e resolução de problemas complexos. A combinação de análise de dados, melhorias operacionais e medidas de controle levou a resultados tangíveis tanto em termos de lucratividade quanto de desempenho do equipamento. Isso evidencia a importância de abordagens metodológicas sólidas na otimização dos processos industriais e no alcance de metas organizacionais. Ressalta-se que esse é um trabalho acadêmico com foco industrial e o conhecimento adquirido pelos alunos condutores desse projeto é um resultado extremamente satisfatório.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMILO, Assunta Napolitano. **Embalagens em Papelcartão**. PAPEL-SAO PAULO-, v. 64, n. 11, p. 35-37, 2003.

CAMILO, Assunta Napolitano. **Embalagens em Papelcartão**. Revista Graphprint-, ano 19, n. 165, p. 64-65, 2016.

CAMPOS, Edison da Silva. **CURSO BÁSICO DE FABRICAÇÃO DE CELULOSE E PAPEL**, 2010. Disponível em:
<https://www.eucalyptus.com.br/artigos/outros/2010_Papel_Fibra_Curta.pdf>. Acesso em: 06 de Agosto de 2023.

CAVALCANTE, Felipe Cardoso. **Lean Six sigma aplicado a uma empresa do setor de embalagens**. 2011.

CHEN T.; **Discussion on integration of Lean Production and Six Sigma**, Management.International Business Research, Vol. 1 No.1 p. 38-42, January, 2008

FIGUEIREDO, Thiago Gomes. **Metodologia seis sigma como estratégia para redução de custos: estudo de caso sobre a redução de consumo de óleo sintético na operação de usinagem**. TCC na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, 2006.

FRITOLI, Clara Landim; KRÜGER, Eduardo Leite; DE PAULA CARVALHO, Silmara Küster. **História do papel: panorama evolutivo das técnicas de produção e implicações para sua preservação**. Revista Ibero-Americana de Ciência da Informação, v. 9, n. 2, p. 475-502, 2016.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório Anual 2022**. Disponível em:
<<https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2022-compactado.pdf>>. p. 34. Acesso em: 26 de Julho de 2023.

JORGE, Neuza. **Embalagens para alimentos**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013.

KLOCK, Umberto, **Manual Didático Polpa e Papel**. Curitiba, 2013. Disponível em:
<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasklock/polpaepapel/manualpolpa2013.pdf>
Acesso em:
27 de Julho de 2023.

NIQUINI, Gabriela Rodrigues et al. **Resolução do problema do sequenciamento de lotes aplicado à produção de papel-cartão**. 2021.

PEREIRA, Dulce Karla Lima. **Seis sigma: uma análise bibliométrica da metodologia**. 2019.

PRESAS, Joaquin Fernandez; PRESAS, Patricia Piana. **História da Embalagem: Uma Brevíssima Resenha do Século XX History of the Packing: One Soon Summary of Century XX**, 2009. Disponível em:
<<http://wolverine.ava.ufsc.br/~tearad/repositorio/Fundamentos%20da%20Cor/historia%20da%20embalagem.pdf>>. Acesso em: 03 de Agosto de 2023.

RAMOS, Davidson, 2018. **Blog da Qualidade: O que é SIPOC**. Disponível em: <<https://blogdaqualidade.com.br/o-que-e-sipoc/>>. Acesso em: 12 de Agosto de 2023.

REBELLO, Flávia De Floriani Pozza. **Novas tecnologias aplicadas às embalagens de alimentos**. Revista Agrogeoambiental, 2009.

RIOS, L. V. **Um modelo de referência para melhoria de processos industriais usando conceitos seis sigma**. Dissertação Mestrado em Engenharia Mecânica, Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica. Florianópolis, SC, UFSC, 2006.

ROSÁRIO, C.A.; GALINDO C. L. G.; BATISTA, R.;SOUZA, W.A.O., **Melhoria de Produtividade na Embaladeira**, TCC na Universidade São Francisco, Bragança Paulista, 2016.

SANTOS, Celênia Pereira et al. **Papel: como se fabrica**. Química nova na escola, v. 14, p. 36-39, 2001.

STAN, L.; MARASCU, K. V.; **Techniques to reduce costs sustainable quality in the industrial companies**. 8th International DAAAM Baltic Conference "INDUSTRIAL ENGINEERING", April 2012, Tallinn, Estonia

VALGINHAK, Débora Anzolin; DALLA SANTA, Herta Stutz. **Potencial de utilização de resíduos da indústria papelreira como substratos para cultivo de Ganoderma lucidum (Reishi)**. Revista Agrogeoambiental, v. 10, n. 3, p. 9-24, 2018.

VENANZI, Délvio; LAPORTA, Bruna Pires. **LEAN SIX SIGMA**. South American Development Society Journal, [S.l.], v. 1, n. 2, p. 66 - 84, mar. 2017. ISSN 2446-5763. Disponível em: <<http://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/14>>. Acesso em: 06 de Agosto de. 2023.