

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA
ENGENHARIA MECÂNICA

NICOLAS ANTUNES BASTOS

AÇÃO DE MELHORIA APLICADA A ESTEIRA TRANSPORTADORA
DE TORAS NA LINHA DE PRODUÇÃO DE MDF

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA, PR

2017

NICOLAS ANTUNES BASTOS

**AÇÃO DE MELHORIA APLICADA A ESTEIRA TRANSPORTADORA
DE TORAS NA LINHA DE PRODUÇÃO DE MDF**

Trabalho de Conclusão de apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Mecânico do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Soares

PONTA GROSSA

2017



TERMO DE APROVAÇÃO

AÇÃO DE MELHORIA APLICADA A ESTEIRA TRANSPORTADORA DE TORAS NA LINHA DE PRODUÇÃO DE MDF

por

NICOLAS ANTUNES BASTOS

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 1 de dezembro de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Marcos Eduardo Soares

Orientador

Prof. Me. Ruimar Rubens de Gouveia

Membro Titular

Prof. Me. Paulo Roberto Campos Alcover Junior

Membro Titular

Prof. Dr. Marcos Eduardo Soares

**Prof. Dr. Marcelo Vasconcelos de
Carvalho**

Responsável pelos TCC

Coordenador do Curso

RESUMO

BASTOS, Nicolas Antunes. **Ação de Melhoria aplicado a esteira transportadora de toras na linha de produção de mdf.** 2017. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Mecânica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

O mdf, médium density fiberboard, é um material muito utilizado hoje em dia para confecção de móveis. O mdf envolve um processo interessante, desde a obtenção da matéria prima, eucalipto e pinus, até o processo de fabricação do colchão de fibra de madeira, que antecede a prensagem. O processo inteiro de fabricação de mdf é controlado via sistema SAP que também é o responsável pela gestão da manutenção. Auxiliando o SAP, a gestão de manutenção utiliza-se de Indicadores de Manutenção que compreendem diversos Indicadores que norteiam gestores de manutenção para controlar a execução e eficiência das manutenções ocorridas em todos os setores da fabricação de MDF, esses indicadores são chamados de KPI's. Através desses indicadores conseguimos medir a necessidade de manutenção em alguns equipamentos bem como medir as consequências das melhorias ali executadas. Para auxiliar, o setor de Excelência Operacional auxilia através de ferramentas de qualidade, organizar, identificar e medir as consequências da ação de melhoria que possa a vir aparecer através de ideias de seus colaboradores, auxiliam para que a ação de melhoria seja bem embasada principalmente no quesito financeiro, que ainda é o mais importante para o gestor, mas também questões de segurança e meio ambiente. Através desses auxílios conseguimos identificar junto com os líderes responsáveis da área e engenharia de manutenção, melhoria a ser executada no pátio de madeiras, especificamente na mesa de rolos, responsável pela retirada de cascas da madeira que não foram removidas no tambor descascador. Com essa melhoria atingimos aspectos de segurança, econômicos e meio ambiente com a redução de geração de sucatas. O foco principal foi o aspecto econômico que tivemos um retorno sobre investimento em três meses, em três meses de investimento na melhoria pagamos o projeto e geramos economia nas trocas de correias transportadoras que eram de seis por ano para duas trocas anuais, como pode ser observado na avaliação econômica do projeto.

Palavras-chave: MDF. Indicadores de Manutenção. Ferramentas de Qualidade. Excelência Operacional. Ação de Melhoria.

ABSTRACT

BASTOS, Nicolas Antunes. **Improvement Action applied to the log conveyor belt in the mdf production line.** 2017. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Engenharia Mecânica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017.

The mdf, medium density fiberboard, is a very used material nowadays for making furniture. The mdf involves a very interesting process, from obtaining the raw material, eucalyptus and pine, to the manufacturing process of the wood fiber mattress, which precedes the pressing. The entire mdf manufacturing process is controlled via SAP system which is also responsible for maintenance management. By helping SAP, maintenance management uses Maintenance Indicators that comprise several Indicators that give us values to control the execution and efficiency of maintenance in all sectors of the MDF manufacturing, these indicators are called KPIs. Through these indicators we could measure the need for maintenance in some equipment as well as to measure the consequences of the improvements executed there. To help, the Operational Excellence sector helps through quality tools, organize, identify and measure the consequences of the improvement action that may appear through the ideas of its collaborators, so that the improvement action is well grounded mainly in the Financial aspect, which is still the most important for the manager, but also safety and environmental issues. Through this aid, we could identify, together with the responsible leaders of the area and maintenance engineering, improvement to be performed in the woodyard, specifically in the roller table, responsible for the removal of bark from the wood that was not removed in the bark. With this improvement we achieved safety, economic and environmental aspects with the reduction of scrap generation. The focus was the economic aspect that gave us a return on investment in three months, in three months of investment in the improvement we paid the project and generated savings in the exchanges of conveyors that were of six per year for two annual changes.

Palavras-chave: MDF. Maintenance Indicators. Quality Tools. Operational Excellence. Improvement Action.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 PÁTIO DE MADEIRAS	13
FIGURA 2 EMPILHAMENTO DE MADEIRA E ESTOQUE DE CAVACO	13
FIGURA 3 TAMBOR DESCASCADOR, VISTA FRONTAL.....	15
FIGURA 4 TAMBOR DESCASCADOR VISTA DE FORA MOSTRANDO SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DO TAMBOR.....	15
FIGURA 5 ESTEIRA TRANSPORTADORA DE CAVACOS	16
FIGURA 6 SAÍDA DA ESTEIRA E ENTRADA DA MESA DE ROLOS.....	17
FIGURA 7 SUJEIRA PARADA NA ENTRADA DA MESA DE ROLOS.....	17
FIGURA 8 PICADOR	18
FIGURA 9 ROSCA PLUG ABERTA	20
FIGURA 10 ROSCA PLUG ABERTA PARA MANUTENÇÃO	20
FIGURA 11 ESQUEMA FUNCIONAMENTO DIGESTOR E DESFIBRADOR.....	21
FIGURA 12 BLOW LINE	22
FIGURA 13 SISTEMA EVOJET	23
FIGURA 14 MISTURA DE RESINA NA FIBRA, EVOJET	24
FIGURA 15 SECADOR	24
FIGURA 16 BACKLOG DE MANUTENÇÃO	29
FIGURA 17 CUMPRIMENTO PROGRAMAÇÃO CORRETIVA	30
FIGURA 18 DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	32
FIGURA 19 5W2H.....	32
FIGURA 20 FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA	35
FIGURA 21 PAINEL DE GESTÃO COM INDICADORES	37
FIGURA 22 SUJEIRA PARADA FINAL DA MESA DE ROLOS	38
FIGURA 23 SUJEIRA FINAL DA CORREIA TRANSPORTADORA.....	39
FIGURA 24 MATERIAL RETIDO NA MESA TRANSPORTADORA DE TORAS	40
FIGURA 25 ISHIKAWA APLICADO AO PROBLEMA	41
FIGURA 26 ROLO DE ESPINHO.....	44
FIGURA 27 CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PROJETO.....	45
FIGURA 28 AVALIAÇÃO DO PAYBACK	45
FIGURA 29 VPL, VALOR GANHO ANUAL.....	46
FIGURA 30 FLUXO DE CAIXA	46
FIGURA 31 MESA DE ROLOS COM ROLO DE ESPINHO IMPLANTADO	47
FIGURA 32 MESA DE ROLOS COM ROLO IMPLANTADO	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 OBJETIVO GERAL	10
1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO	10
1.3 JUSTIFICATIVA	10
2 DESENVOLVIMENTO	12
2.1 PROCESSO PRODUTIVO MDF	12
2.1.1 Estoque	12
2.1.2 Descasque da Madeira.....	14
2.1.3 Mesa de Rolos Descascadora de Toras.....	16
2.1.4 Picador de Toras	17
2.1.5 Classificação do Cavaco	18
2.1.6 Desfibramento	19
2.1.7 Pré – cozimento	19
2.1.8 Digestor.....	20
2.1.9 Desfibramento	21
2.1.10 Blow Line.....	22
2.1.11 Evojet	23
2.1.11 Secador.....	24
2.2 MANUTENÇÃO.....	25
2.3 ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO	25
2.3.1 Manutenção Centrada na Confiabilidade	25
2.3.2 Índice de Eficiência global do Equipamento	26
2.4 INDICADORES DE MANUTENÇÃO	26
2.4.1 Principais Kpis Utilizados nas Indústrias	27
2.5 EXCELÊNCIA OPERACIONAL.....	30
2.6 FERRAMENTAS PARA EXECUÇÃO E AVALIAÇÃO DA AÇÃO OU PROJETO DE MELHORIA.....	31

2.6.1 Ishikawa	31
2.6.2 5w2h.....	32
3 METODOLOGIA	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1 LEVANTAMENTO DA SITUAÇÃO INICIAL	38
4.2 FERRAMENTAS DE QUALIDADE UTILIZADAS	40
4.2.1 5w2h.....	42
4.3 DEFINIÇÃO DE SOLUÇÃO	43
4.4 CRONOGRAMA DE PROJETO	44
4.5 AVALIAÇÃO ECONÔMICA	45
4.6 RESULTADOS OBTIDOS	47
5 CONCLUSÃO	48
6 REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

A produção de MDF, *Medium Density Fiberboard*, é um processo complexo e repleto de enormes desafios que decorrem da elevada exigência de qualidade imposta pelos mercados e do cumprimento de parâmetros tradicionais que fazem com que as pessoas optem pelo uso desse produto. A resistência à compressão, à flexão, as características estéticas, atribuídas pelo acréscimo de componentes que conferem valor acrescentado aos painéis, constituem fatores de exigência em todo o processo produtivo. (LOPES, 2014).

Com as evoluções tecnológicas e a exigência do mercado a Manutenção Centrada na Confiabilidade é cada vez mais importante.

É um enfoque dado para o planejamento da manutenção, considerando aspectos de confiabilidade que apresentam muitos benefícios na aplicação do MCC, Manutenção Centrada em Confiabilidade, em programas de manutenção. É uma metodologia utilizada para assegurar que quaisquer componentes de um sistema operacional mantenham suas funções, sua condição de uso com segurança, qualidade, economia e ainda que seu desempenho não degrade o meio ambiente. (RAPOSO, 2004)

Junto ao MCC, a utilização de técnicas e metodologia para identificação e solução dos problemas foi fundamental para que pudéssemos atuar diretamente nos problemas causadores de indisponibilidade melhorando os indicadores de desempenho do setor.

O MCC utiliza de Indicadores de Manutenção para fazer a gerência de alguns dados importantes. Os indicadores dão a real situação do problema, como, quantidade de falhas e o quanto essas falhas impactam, através da análise da disponibilidade. Outros indicadores servem para se fazer planejamento dos diversos tipos de manutenção encontrados.

Para auxiliar o corpo de colaboradores da empresa a executar as melhorias necessárias, o setor de Excelência Operacional auxilia na busca de informações que envolvam outros setores ou informações que outras pessoas têm, e não tem o tempo hábil para conseguir terminar o projeto.

Através disso o time de Manutenção tem capacidade de junto com a excelência operacional, implantar as melhorias tendo a melhoria bem fundamentada

e bem elaborada através de ferramentas de qualidade. Com a ajuda do setor foi possível quantificar e medir os benefícios causados na empresa em seus diferentes aspectos.

1.1 OBJETIVO GERAL

Através da aplicação de ferramentas da qualidade, juntamente com a equipe de Excelência Operacional, identificar e promover melhorias no processo produtivo de MDF da Empresa, especificamente na esteira transportadora de toras, através dessa melhoria esperamos reduzir o tempo de paradas e número de descidas para limpeza e manutenção da esteira, facilitar o fluxo de toras para o picador principal e aumentar a vida útil da esteira transportadora de toras. Como melhoria na segurança, reduzir o tempo de exposição e esforços ergonômicos relacionados a manutenção e limpeza da esteira transportadora.

1.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Reduzir o número de paradas na mesa descascadora de toras.
- Reduzir tempo de exposição e esforços ergonômicos dos colaboradores.
- Aumentar a disponibilidade da esteira transportadora de toras aumentando a vida útil da mesma.
- Diminuir a geração de sucata resultante da manutenção.

1.3 JUSTIFICATIVA

A correia transportadora é um dos fatores mais importantes no processo da fabricação do cavaco. Ela recebe a tora bruta somente pré-descascada no tambor descascador, e transporta até a mesa de rolos, onde posteriormente são descascadas na mesa de rolos, que antecede o picador de toras. Na saída da correia transportadora acumula-se cascas de madeira que são responsáveis pela maior parte da perda de fluxo de toras, e também maior responsável pela redução precoce da vida útil da correia.

Essa situação prejudica todo processo, as cascas de toras paradas no início da mesa de rolos, ficam em atrito com a correia transportadora, gerando um desgaste precoce na correia de transporte.

Esse acúmulo de resíduos também faz com que o operador da área tenha que estar utilizando a função reverso da esteira, que seria fazer a esteira mover-se no sentido contrário, para assim poder ajudar a desobstrução da saída da correia. Isso

faz com que o operador tenha que parar de alimentar a correia transportadora, fechando a saída do tambor descascador, o que reduz o fluxo de toras para o picador.

Após a utilização do reverso, a madeira é liberada para correia, mas com o acúmulo no tambor descascador, faz com que sobrecarregue a esteira, gerando problemas com o impacto que ela sofre ao cair as toras sobre a correia.

2 DESENVOLVIMENTO

Medium-density fiberboard é um material derivado da madeira e é internacionalmente conhecido por MDF, ou seja, placa de fibra de madeira de média densidade. O MDF é fabricado através da junção de fibras de madeira pré-preparadas com resinas sintéticas e outros aditivos que são prensados e moldados em alta temperatura e pressão, e produzem painéis de formato liso. (BOM, 2008)

Para a obtenção das fibras, a madeira é picada em pequenos cavacos no equipamento chamado de picador, que em seguida, são transformados em fibras por equipamentos denominados desfibradores.

O MDF possui consistência e algumas características mecânicas que se aproximam às da madeira maciça. A maioria de suas características físicas de resistência são superiores aos da madeira aglomerada, caracterizando-se, também, por possuir boa estabilidade dimensional e grande capacidade de usinagem. (BOM, 2008)

A homogeneidade possibilita ao MDF acabamentos do tipo envernizado, pinturas em geral ou receber revestimentos como papéis decorativos, lâminas de madeira ou PVC. Existe uma preocupação quanto ao uso de formaldeído nas resinas empregadas na confecção de MDF e os riscos de saúde envolvidos. Por esse motivo há pesquisas em andamento para o desenvolvimento de novas resinas menos nocivas. (BATISTA, 2014)

Segundo BOM, (2008) no Brasil, as florestas plantadas de eucalipto e de pinus são as principais de madeira para fabricação desse painel.

2.1 PROCESSO PRODUTIVO MDF

Todo processo produtivo do MDF começa com as toras de eucalipto e pinus, que são trazidos por caminhões no setor chamado Patio de madeira. No patio se encontra o tambor descascador e o Picador. A partir daí o produto pode tomar 2 caminhos, a alimentação de biomassa às caldeiras ou à execução de estilha para o processo de fabrico de MDF. (BATISTA, 2014)

2.1.1 Estoque

É importante que o estoque de madeira tenha um período curto, no máximo de 45 dias após o corte, pois, a madeira diminui consideravelmente as suas defesas

perante ataques biológicos após o corte, iniciando-se um rápido processo de deterioração.

Essa perda na estrutura pela deterioração da madeira irá gerar fibras com qualidade inferior. Para isso algumas ações são tomadas, como:

- Rotatividade no uso da madeira estocada ("primeira que entra é a primeira que sai").
- Boa drenagem do pátio;
- Utilização da madeira o mais rápido possível para evitar ataque de fungos;
- Aquisição de madeira sadia, etc.

As figuras 1 e 2 ilustram o armazenamento de toras no pátio de madeiras da empresa, onde pode ser observado o piso em concreto para recebimento da matéria-prima.

Figura 1 Pátio de madeiras



Fonte: Autoria Própria

Figura 2 Empilhamento de Madeira e estoque de Cavaco



Fonte: Autoria Própria

O uso de pavimentação do piso onde é acondicionado as toras, tem um custo elevado, todavia poderia aumentar em muito a qualidade da matéria prima, pois com o piso pavimentado evita o acúmulo de sujeira, terra e areia e outros materiais estranhos que possam estar presentes e possam passar para o picador ocasionando problemas nas facas, também e muito importante uma boa drenagem para que não se acumule água e acabe acelerando o processo de apodrecimento da madeira. (SILVA, 2012)

2.1.2 Descasque da Madeira

Os troncos de madeira são abastecidos via Maquinha Retroescavadeira que faz a alimentação do tambor descascador. Apenas, aproximadamente, 10% do peso de uma tora, ou seja, de um tronco, é relativo à casca.

A eficiência de um descascamento está entre os 95 a 100%, porém a facilidade de remoção de casca depende de determinadas variáveis como, a forma ou geometria da madeira pois, o descascamento é dificultado pelo formato irregular da madeira dadas as superfícies com rachaduras ou cotos, que são chamados os pequenos galhos que possam a ficar na superfície. (SILVA, 2012)

O atrito gerado entre os molhos de toras e o atrito dos troncos com as superfícies metálicas do tambor de descasque ajuda na eficiência do descasque.

A energia gasta dependente da espécie da madeira, da estação do ano, e das próprias condições de *stock*, uma vez que madeira demasiado seca dificulta a operação de descasque. (LOPES, 2014)

O descascador utilizado na empresa são os descascadores do tipo tambor rotativo com saída cônica, um grande tambor de metal onde no seu interior encontra-se longarinas ou aberturas formando um tipo de faca, que auxiliam bastante na remoção de cascas. O tambor é apoiado em um eixo, onde lhe é dado o movimento de rotação através de um sistema de Pneus alimentados por motor elétrico. (LOPES, 2014)

As figuras 3 e 4 ilustram vistas diferentes para mostrar o funcionamento e o desenho da linha de produção, evidenciando o tambor descascador.

Figura 3 Tambor Descascador, vista frontal



Fonte: Autoria Própria

Figura 4 Tambor Descascador vista de fora mostrando sistema de alimentação do tambor



Fonte: Autoria Própria

Uma vez retirada no descascador, a casca é diretamente encaminhada através de transportadores mecânicos, tipo esteira, para alimentação das caldeiras na

chamada linha de biomassa, para alimentação das caldeiras, como pode ser observado na figura 5.

Figura 5 Esteira Transportadora de Cavacos



Fonte: Autoria Própria

Este aproveitamento reflete-se diretamente na produção de energia necessária ao processo produtivo. Por outro lado, a casca da madeira é passível de ser incorporada no processo produtivo de MDF. A quantidade de casca é determinada pela densidade pretendida no painel a produzir, pelas limitações relacionadas com a qualidade superficial do painel, tal como o controle de pH, as propriedades físico-mecânicas e a distribuição das fibras. (SILVA, 2012)

Segundo BATISTA (2014), a separação da casca é feita através de ranhuras longitudinais situadas nas paredes do tambor. O descascamento ocorre rotativamente, com a rotação do tambor as toras passam a se bater entre elas e fazem com que esse atrito juntamente com as ranhuras na parede do tambor descascador, retire parcialmente as cascas.

2.1.3 Mesa de Rolos Descascadora de Toras

Como poder ser informado em BATISTA (2014), após a tora passar pelo descascador tipo tambor rotativo, ela cai em uma esteira, nessa esteira as toras são transportadas para a Mesa de rolos, que antecede a execução da estilha no Picador.

A mesa de rolos serve para retirar as cascas que não forem retiradas no tambor descascador. Ela é formada por vários rolos tipo Espinho, e alguns rolos

formato hélice que com a passagem das toras auxiliam o descascamento, como pode ser observado na Figura 6 e 7.

Figura 6 Saída da Esteira e entrada da mesa de rolos



Fonte: Autoria Própria

Figura 7 Sujeira parada na entrada da mesa de rolos



Fonte: Autoria Própria

2.1.4 Picador de Toras

No processo produtivo de MDF a execução da fibra, o qual monta o colchão de MDF, depende da formação da estilha também conhecida como Cavaco.

O processo de produção do cavaco é dependente do diâmetro e comprimento das toras, da espécie da madeira e também da percentagem de umidade presente.

A estilha produzida, é conseguida mediante a passagem dos toros de madeira por um equipamento mecânico rotativo chamado Picador. (SILVA, 2012)

A figura 8 ilustra o picador de toras aberto e retirado da linha de produção para manutenção. Assim podemos ver o tipo construtivo do Picador.

Figura 8 Picador



Fonte: Autoria Própria

2.1.5 Classificação do Cavaco

Antes do processo de desfibramento, ou transformação do cavaco em fibra, o cavaco precisa ter uma granulometria pré-definida. Essa granulometria do cavaco é controlada utilizando peneiras mecânicas vibratórias retangulares com movimento circular de duas etapas de malhas, uma com uma granulometria maior e outra com uma menor granulometria, geralmente uma de 50mm e outra de 40x40mm. A alimentação vem através de correia ligada ao silo de cavaco, onde é armazenado o cavaco do picador, e alimentado constantemente. (SILVA, 2012)

Os cavacos são classificados nas malhas em 3 formas, o cavaco grosso que são os cavacos que não passaram no primeiro estágio da peneira, são retirados e reaproveitados na repicagem desse cavaco, o cavaco ideal que possui a sua especificação correta, e o cavaco fino, que é o que passa por todas peneiras que só é aproveitado para energia, com a queima na caldeira de biomassa. (PIEKARSKI, 2013)

2.1.6 Desfibramento

No processo de preparação de fibra os parâmetros de trabalho as variáveis mais importantes a serem estritamente ajustadas e controladas são:

- Temperatura de pré-cozimento;
- Temperatura de cozimento em relação à pressão do vapor;
- Tempo de cozimento;
- Ajuste da distância entre os discos;
- Diferencial de pressão entre digestor e desfibrador;
- Capacidade de produção.

Por isso todo o processo que antecede o desfibramento é importante, pois a fibra que vai dar a qualidade do produto. (BATISTA, 2014)

2.1.7 Pré – cozimento

Para um pré-cozimento, o cavaco é colocado em um sistema tipo caldeira onde recebe vapor a 80 a 90° que faz com que o cavaco inicie o processo de amolecimento e fique com uma umidade homogênea. (BATISTA, 2014)

A pré-vaporização correta vai reduzir o consumo de vapor no digestor e conseqüentemente a água que vai ter que ser evaporada no secador. A temperatura elevada ajuda a retirada de água na rosca plug, como é chamada a rosca de alimentação do digestor, feito em forma cilíndrica a rosca plug deve empurrar o cavaco contra a extremidade para fazer a retirada de umidade mantendo-a a, 90% a base seca de umidade. (BATISTA, 2014)

Rosca plug, é uma rosca dentro de um tubo cilíndrico lacrado, onde a compressão se dá através da redução de sua seção envolta da rosca existe furos que servem para saída da umidade, toda essa umidade e vapor é mantida na rosca plug através da carcaça lacrada. (LOPES, 2014)

As figuras 9 e 10 ilustram os equipamentos mencionados, na parada anual do ano de 2016, mostrando como fica após muito tempo de utilização e também podemos ter a noção melhor de como é o funcionamento.

Figura 9 Rosca plug aberta



Fonte: Aatoria Própria

Figura 10 Rosca plug aberta para manutenção



Fonte: Aatoria Própria

2.1.8 Digestor

O objetivo do processo de cozimento é a separação ou amolecimento da ligação entre as fibras e a lignina, e o digestor é o local onde isso ocorre.

O digestor é uma caldeira, onde possui temperatura e pressão, pressão de 7 a 9 bar de vapor saturado e fica entre 1 a 3 minutos. (BATISTA, 2014)

A temperatura tem um efeito plastificante sobre o cavaco. Os agentes de ligação no cavaco se tornam plástico com a temperatura crescente, especialmente na presença de umidade. Os componentes que mais são afetados, é a lignina (agente de ligação) e a celulose. Isto resulta em menos consumo de energia específica no desfibrador. O cavaco desce por gravidade pelo digestor até a rosca transportadora localizado na sua base. (PIEKARSKI, 2013)

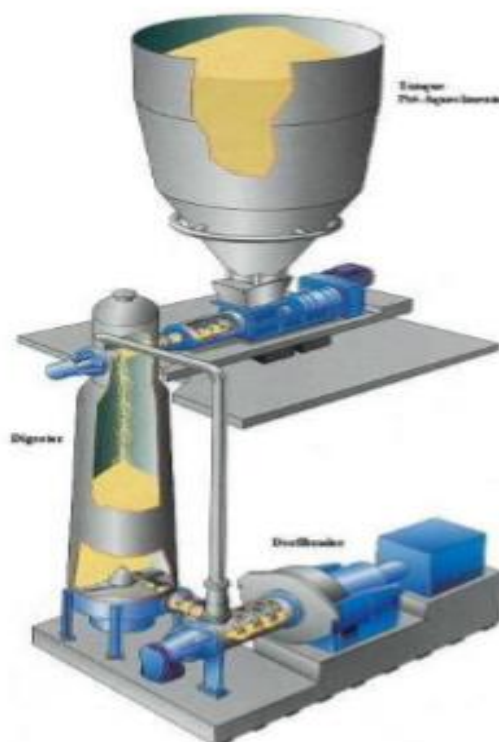
2.1.9 Desfibramento

A indústria papelreira requer um tipo de fibra mais fina do que a indústria de chapas MDF. Para obter fibras tão finas (processo de refinação) alguns produtos químicos são utilizados no cozimento para quebrar a ligação de lignina e celulose. (BATISTA, 2014)

Para produção de MDF o desfibramento sem uso de química é o mais utilizado.

Ilustra-se na figura 11, o desenho esquemático da linha do digestor mostrando abaixo a linha do desfibrador.

Figura 11 Esquema funcionamento Digestor e Desfibrador



Fonte: Batista 2014

Após a extração do cavaco, este material sob pressão, é direcionado para o centro do disco extrator em seguida, entre as lâminas dos discos (extrator e rotor).

Entre os discos, o cavaco "amolecido" pelo digestor é convertido em fibra e lançado para fora dos discos por um diferencial de pressão e força centrífuga. (BATISTA, 2014)

A pressão na entrada e saída do desfibrador pode ser controlada através do fluxo de vapor e fibra. O desfibrador é equipado com uma blow valve (válvula de escape) que controla esse fluxo de vapor e fibra. (BATISTA, 2014)

2.1.10 Blow Line

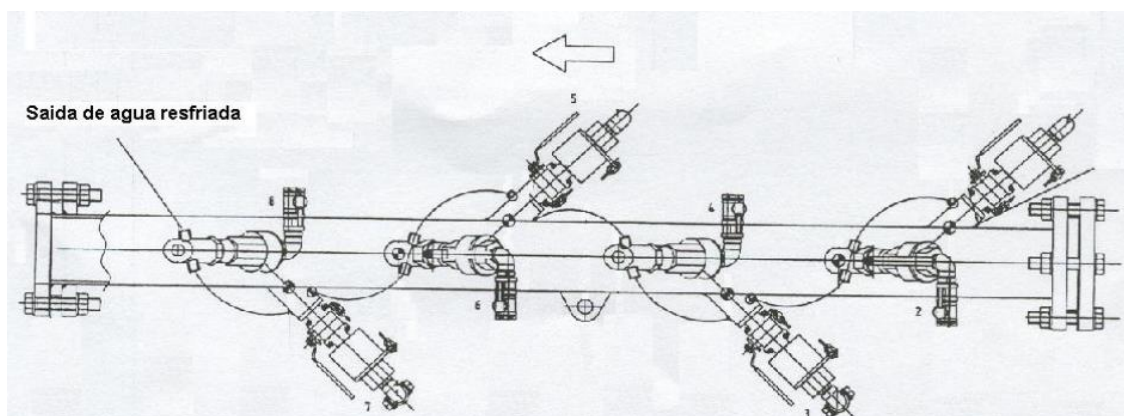
Na blowline vapor e fibra se misturam com resina. O vapor na saída do desfibrador numa pressão entre 7 e 9 bar, é expandido no sentido do comprimento da Blow-line e descarregado contra a pressão atmosférica no secador.

Após a blow valve há uma pequena queda de pressão na Blow-line, com um aumento de velocidade em direção a entrada do secador.

A resina é pulverizada por bicos injetores e controlada através da sala de comando para controle de temperatura para que a resina não esfrie e entupa o bico injetor. (PIEKARSKI, 2013)

A seguir na figura 12, mostro o desenho do funcionamento da blow valve na blow line.

Figura 12 Blow Line



Fonte: Batista 2014

Existe esse tipo de mistura de resina, blow line e blow valve, ou também existe o chamado EVOJET.

2.1.11 EVOJET

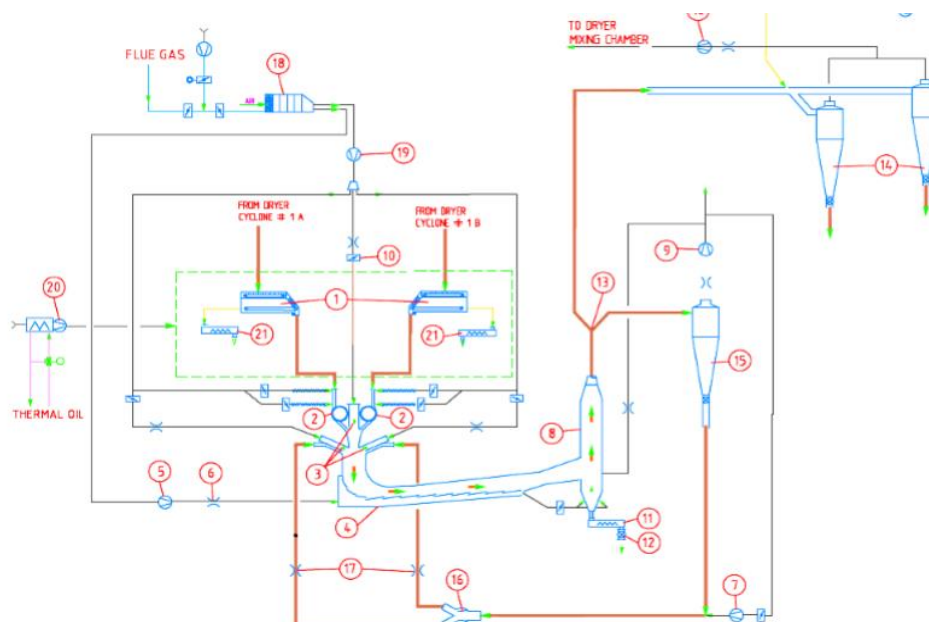
O Evojet é o sistema que mais é eficaz para mistura da resina no cavaco. A mistura acontece no ar de transporte. O sistema Evojet é baseado no princípio de fluidização mecânica e homogeneização de um fluxo de fibra. (BATISTA, 2014)

O fluxo de fibra é mantido em uma condição homogênea no ponto de adição de resina para garantir uma distribuição eficaz de resina sobre a fibra.

Para evitar acúmulo de fibras no duto e aumentar o intervalo de limpeza, a fibra seca sofre uma recirculação e é introduzida no sistema de dutos diretamente após o ponto de aplicação de resina. A combinação gera uma elevada concentração de resina em relação ao fluxo de fibra, a recirculação de fibra e uma posição precisa dos bicos de injeção reduz o consumo de resina em até 50%. (BATISTA, 2014)

Desenho esquemático Evojet com os caminhos a serem percorridos pela fibra para que ocorra a mistura correta de resina mostrado na Figura 13.

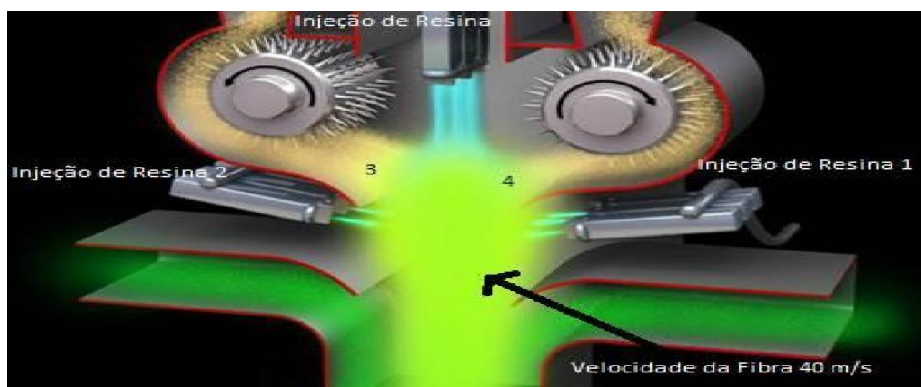
Figura 13 Sistema Evojet



Fonte: TCC Batista 2014

Figura 14 Ilustrando o sistema de injeção de resina às fibras de MDF por homogeneização dinâmica.

Figura 14 Mistura de Resina na fibra, EVOJET



Fonte: TCC Batista 2014

2.1.11 SECADOR

Sua função é a secagem das fibras, deixando-a com uma humidade de 8 a 12% base seca. As fibras são secadas por gases quentes que são gerados na Usina de energia, onde são queimadas a biomassa. (PIEKARSKI, 2013)

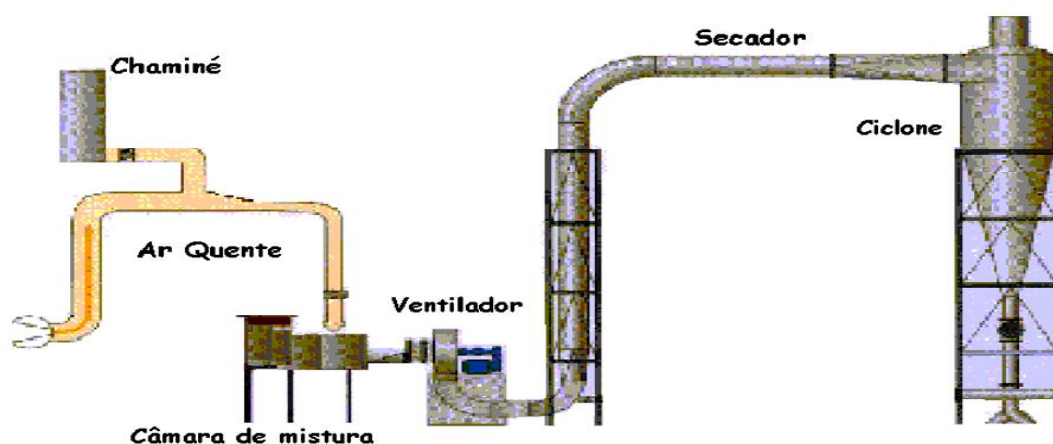
A umidade das fibras sopradas para dentro do secador é absorvida pela corrente de ar quente.

Segundo BATISTA, (2014) o transporte de partículas é efetuado pneumaticamente pelo fluxo de ar dentro do tubo de secagem. A saída do excesso de umidade é dada pelo ciclone através dos tubos de secagem.

A fibra seca é separada pelos ciclones de secagem e enviada ao classificador de fibras, através de válvulas rotativas.

Figura 15 ilustra o desenho esquemático do secador.

Figura 15 Secador



Fonte: Batista 2014

O tamanho do secador é baseado na quantidade de água evaporada, quantidade de partículas a ser seca, tamanho e geometria das partículas e condições climáticas (temperatura ambiente e umidade relativa do ar).

As exigências na fabricação do produto não são só a nível da qualidade da matéria-prima utilizada, mas também no funcionamento de toda a linha produtiva tornando-se fundamental a manutenção de todos os equipamentos mecânicos. (LOPES, 2014)

2.2 MANUTENÇÃO

Para LOPES (2014), o conceito de manutenção impõe-se diariamente no meio industrial. Com a sua presença traça-se um caminho no alcance de níveis máximos de produção. O esforço nesse sentido é diário tal como as necessidades de melhorias do processo produtivo conseguidas com recurso a sistemáticas e dispendiosas intervenções de manutenção ou mesmo pequenas alterações que farão a diferença no cálculo mensal do tempo de disponibilidade de uma instalação.

2.3 ENGENHARIA DE MANUTENÇÃO

É uma nova concepção que constitui a segunda quebra de paradigma na manutenção. Praticar engenharia de manutenção é deixar de ficar fazendo manutenções corretivas continuamente, para procurar as causas básicas, modificar situações permanentes de mau desempenho, deixar de conviver com problemas crônicos, melhorar padrões e sistemáticas, interferir tecnicamente nas compras. Ainda mais: aplicar técnicas modernas, estar nivelado com a manutenção de primeiro mundo. (PIRES, 2005)

2.3.1 Manutenção Centrada na Confiabilidade

Como pode ser consultado em Baran (2011), manutenção centrado na confiabilidade é um enfoque dado para o planeamento da manutenção, considerando aspectos de confiabilidade os quais apresentam muitos benefícios na aplicação do MCC em programas de manutenção.

A metodologia MCC oferece uma estrutura capaz de reduzir as atividades de manutenção e os custos relacionados à elas ao mínimo possível, sem afetar o desempenho da planta, qualidade do produto, a segurança ou a integridade ambiental.

Segundo Baran (2011), é uma metodologia utilizada para assegurar que quaisquer componentes de um sistema operacional mantenham suas funções, sua condição de uso com segurança, qualidade, economia e ainda que seu desempenho não degrade o meio ambiente.

Baran (2011), diz que ambiente econômico contemporâneo evidencia a necessidade de mudar a visão de que a função da manutenção é vista dentro das organizações, deixando de ser tratada como despesa necessária, para ser enfatizada como uma ferramenta estratégica para o sucesso da organização.

2.3.2 Índice de eficiência global do Equipamento

Para Massias Busso (2012), OEE, *Overall Equipment Effectiveness*, esse indicador serve como referência para gestão da manutenção, pode ser usado de maneira global ou de maneira individual por equipamentos. Esse indicador tem como principais critérios a Eficácia, Eficiência e Produtividade.

A eficácia é definida como o real cumprimento das funções da(s) máquina(s), através do tempo e qualidade de produção, a Eficiência relação entre quantidade de recursos planejados para execução da tarefa e os recursos consumidos para execução da mesma, a Produtividade é a relação entre o que sai do sistema de manufatura conforme esperado e o que entra.

2.4 INDICADORES DE MANUTENÇÃO

Segundo informações retiradas em Silveira e Citisystems (2016), o termo utilizado para os indicadores de performance da manutenção em uma fábrica é o KPI, sigla dada aos Indicadores de Performance. As KPIs podem mensurar diferentes performances abrangendo desde o tempo de parada das máquinas até o processo produtivo. Atualmente os softwares instalados em muitas fábricas podem oferecer algumas dezenas de KPIs, mas é preciso ter atenção a aquelas que realmente agregam valor.

Um método utilizado para definir KPI Útil é chamado de SMART, a sigla definida por

Specific – Seja Específico: Escolha KPIs simples e específicas para evitar equívocos posteriores;

Masurable – Mensurável: As KPIs devem ser comparáveis e quantificáveis com objetivos específicos. De preferência a KPI deve ser expressa em números;

Attainable – Atingível: A meta deve refletir a capacidade da organização, podendo ser agressiva, mas não deve ser impossível;

Realistic – Realista: A meta deve ser realista com as condições atuais e não com as condições desejáveis;

Timely – Em tempo: Deve ser definido um tempo para que as metas possam ser atingidas.

2.4.1 Principais Kpis Utilizados nas Indústrias

Segue uma lista com seus objetivos e significados dos principais kpis utilizados nas indústrias e como são obtidos. (SILVEIRA; CITISYSTEMS, 2016)

2.4.1.1 mtbf

Conhecido como Tempo Médio Entre Falhas, esse indicador é uma razão entre , o tempo de bom funcionamento e o número de falhas.

Assim com esse indicador diz por exemplo de quanto em quanto tempo o equipamento vai apresentar falha, impossibilitando a continuidade da produção. (SILVEIRA; CITISYSTEMS, 2016)

2.4.1.2 mttr

É chamado de MTTR a médio de Tempo de Reparo, ou seja, a razão do total do tempo de parada do equipamento ocasionado por falha e o número total de falhas. Esse indicador pode ter seu papel em um índice global da manutenção ou pode ser aplicado especificamente. (SILVEIRA; CITISYSTEMS, 2016)

2.4.1.3 disponibilidade

Um indicador muito utilizado e ao qual é dado a maior importância é o indicador de disponibilidade, que leva em conta o tempo disponível e o tempo indisponível do sistema ou equipamento. Muitas empresas se baseiam nesse indicador para metas a serem batidas pelo departamento de Manutenção, que é disponibilizada com a utilização dos indicadores MTBF e MTTR dado pela equação:

$$A = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR}) \times 100 \%$$

A alta disponibilidade é o principal indicador a ser atingido.

2.4.1.4 cumprimento dos planos de manutenção

O cumprimento dos planos de Manutenção é uma razão obtida de todas as ordens de serviço de natureza, Corretiva, Preventiva e Preditiva. Dado pela razão de ordens abertas efetuadas e as ordens previstas no plano de manutenção.

Com esse indicador é possível ver qual o enfoque está sendo dado para corretiva, preventiva ou preditiva, e como está a execução dos serviços pré-estabelecidos. (SILVEIRA; CITISYSTEMS, 2016)

2.4.1.5 Indicador de Falta de Material

Esse indicador busca as ordens de serviço paradas ou não executadas por falta de material de estoque. Dado então pela razão das ordens paralisadas por falta de material e total de ordens emitidas. (SILVEIRA; CITISYSTEMS, 2016)

2.4.1.6 Custo de Mão de Obra e Custo de Material

Indicador que tem a utilização específica para mostrar o custo de cada manutenção a ser realizada levando em conta a mão de obra e os materiais envolvidos na manutenção.

São calculados a partir da razão do custo da mão de obra / custo total da manutenção e a razão Custo do Material aplicado na Manutenção e custo total da manutenção.

$$MO = (\text{custo da mão de obra} / \text{custo total da manutenção}) \times 100(\%)$$

$$CM = (\text{Custo total de materiais aplicados pela Manutenção} / \text{Custo total da manutenção}) \times 100(\%)$$

2.4.1.7 backlog ou carga futura de trabalho

Esse indicador é obtido entre a relação entre o tempo total estimado para a realização dos serviços de manutenção em carteira e o tempo total disponível na manutenção. Dado pela equação:

$$\text{BackLog} = \text{HHES} / \text{HHTD}$$

HHES = Homem x hora que estima ser necessário para executar serviços em carteira / total de HH disponíveis para executar os serviços/dia

HHTD = Homem x hora total disponível em um dia para trabalho na fábrica. Representa a força de trabalho em mão-de-obra direta. (SILVEIRA; CITISYSTEMS, 2016).

Figura 16 Ilustra o backlog aplicado a manutenção.

Figura 16 Backlog de Manutenção

ÁREA VALOR AGREGADO	CENTRO DE TRABALHO	TOTAL	MECÂNICA	ELÉTRICA	LUBRIFICAÇÃO	AUTOMAÇÃO
BP'S	PB02-BP1-301	677,80	561,20	92,60	0,00	7,00
	PB02-BP2-302	652,60	506,10	76,50	5,00	25,00
	PB02-BP3-303	425,50	240,40	85,10	17,00	43,00
	PB02-MEL	6,00	0,00	3,00	0,00	0,00
	PB02-MEL-300	94,30	24,10	58,00	9,20	0,00
	PB02-MEL-302	91,00	29,00	32,00	10,00	12,00
	PB02-MEL-303	149,30	24,20	52,00	60,10	8,00
	PB02-PLT-307	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	PB02-UTL-304	120,80	34,00	62,40	1,00	0,00
IMP'S	PB02-VAG	40,00	31,00	1,00	0,00	8,00
	PB02-IMP	2,00	1,00	1,00	0,00	0,00
	PB02-IMP-305	387,00	185,40	192,10	0,00	0,00
	PB02-IMP-306	282,40	103,20	134,50	0,00	16,00
	PB02-IMP-800	548,00	303,70	158,10	12,40	2,00
	PB02-IMP-802	75,40	16,00	22,00	7,90	0,00
SOMA TOTAL (HORAS)		3555,10	2059,30	970,30	122,60	121,00
MÃO DE OBRA MENSAL (HORAS)		2556,00	1267,00	865,00	121,00	121,00
BACKOLOG (MESES)		1,39	1,63	1,12	1,01	1,00

Fonte: Autoria Própria

2.4.1.8 alocação de mão de obra em serviço de manutenção corretiva

Total de Homem Hora programados (ou apropriados) em Urgência / Total de Homem Hora programados (ou apropriados). (SILVEIRA; CITISYSTEMS, 2016)

2.4.1.9 alocação de mão de obra em serviços de manutenção preventiva

HHPreventiva = Total de Homem Hora programados (ou apropriados) em Preventiva / Total de Homem Hora programados (ou apropriados). (SILVEIRA; CITISYSTEMS, 2016)

2.4.1.10 alocação de mão de obra em serviços de manutenção preditiva

HHPreditiva = Total de HH programados (ou apropriados) em Preditiva / Total de HH programados (ou apropriados)

2.4.1.11 cumprimento da programação

Outro aspecto importante ligado ao planejamento e coordenação dos serviços é a relação serviços programados – serviços executados. Além de medir como está

andando o planejamento, ela indica, mesmo que indiretamente, a confiabilidade da instalação.

$$CP = \text{HH Serviços planejados} / \text{HH Serviços Executados}$$

Consigo com esse indicador cobrar os colaboradores quanto a execução dos serviços planejados.

Esses indicadores norteiam todos os planos de ações a serem tomadas pelo time de Manutenção para que o Planejamento de tudo seja 100%, sem a ocorrência de surpresas que possam gerar o não cumprimento das metas pré-estabelecidas. (SILVEIRA; CITISYSTEMS, 2016)

Esses indicadores são muito úteis a Gerência de Manutenção e também aos Engenheiros para nortear as ações de melhorias que possam vir a serem feitos para atingir a Excelência Operacional. A figura 17 ilustra a aplicação desses indicadores, exemplificando o cumprimento de programação corretiva.

Figura 17 Cumprimento programação corretiva

CUMPRIMENTO CORRETIVAS PROGRAMADAS BP1,2,3-					- JAGUARIAÍVA		
Mês	Julho	Período	01/07/2016	À	31/07/2016		
Colaborador	Especialidade da Manutenção	Horas Programadas (a)	Horas Prog. Realizadas (b)	Horas Progr. Não Realizadas (a-b)	% Cumprimento da Programação (b/a)	HH Programado	HH Disponível
Funcionario 1	Mecânica	36	0	36	0%	36	35
Funcionario 2	Mecânica	256,8	67,6	189,2	26%	257	35
Funcionario 3	Elétrica	33	25,6	7,4	78%	33	35
Funcionario 4	Mecânica	70,6	0	70,6	0%	71	70
Funcionario 6	Lubrificação	3	3	0	100%	3	101
Funcionario 7	Preditiva	0	0	0		0	101
Funcionario 8	Mecânica	32	12	20	38%	32	35
Funcionario 9	Elétrica	0	0	0		0	35
Funcionario 10	Mecânica	0	0	0		0	35
Funcionario 5	Elétrica	11	0	11	0%	11	35
Funcionario 11	Mecânica	0	0	0		0	35
Funcionario 12	Elétrica	0	0	0		0	35
TOTAL		442,4	108,2	334,2	24%	442	

Fonte: Autoria Própria

2.5 EXCELÊNCIA OPERACIONAL

Para Escudeiro (2017), Excelência Operacional é uma filosofia de trabalho onde a resolução de problemas, o trabalho em equipe e a liderança capacitada são a base para a construção de uma melhoria contínua dentro da organização.

Este processo tem foco fundamental manter os funcionários motivados e capacitados, continuamente aprimorando a qualidade tanto do local de trabalho quanto do trabalho realmente desempenhado pelos colaboradores, muitas vezes as

empresas capacitam seu corpo gerencial e deixam em segundo plano as pessoas que realmente fazem acontecer as coisas, ou seja, os colaboradores que fazem o serviço pesado.

Algumas empresas têm esse setor chamado EO dentro da empresa, que é o setor onde os colaboradores levam a sua ação de melhoria e pessoas do setor auxiliam para que essa ação de melhoria ou projeto de melhoria venha acontecer. Pois muitas vezes o colaborador tem a ação na cabeça, mas não tem tempo de planejar, buscar informações de outras áreas como da produção.

Através desse setor também é dado premiações para o funcionário que mais da ideia de melhoria sendo divididos as pontuações diferentes para ação de melhoria e projeto de melhoria. Assim ao final computados todas as ideias e pontuações são dados as premiações que podem ter diversas naturezas, como viagens ou bonificações no salário. (ESCUDEIRO, 2017)

2.6 FERRAMENTAS PARA EXECUÇÃO E AVALIAÇÃO DA AÇÃO OU PROJETO DE MELHORIA

As ferramentas de qualidade servem para definir, mensurar e definir ações para identificação e solução de problemas que podem estar ocorrendo no ambiente produtivo.

Podemos citar algumas dessas ferramentas que são muito utilizados na indústria que ajudam para priorização e definição das ações a serem tomadas no setor. Através dessas ferramentas é possível mensurar o real impacto da ação, definir qual é o gargalo do sistema, com isso embasar todas as suas ações de melhorias. (MEIRE, 2013)

2.6.1 Ishikawa

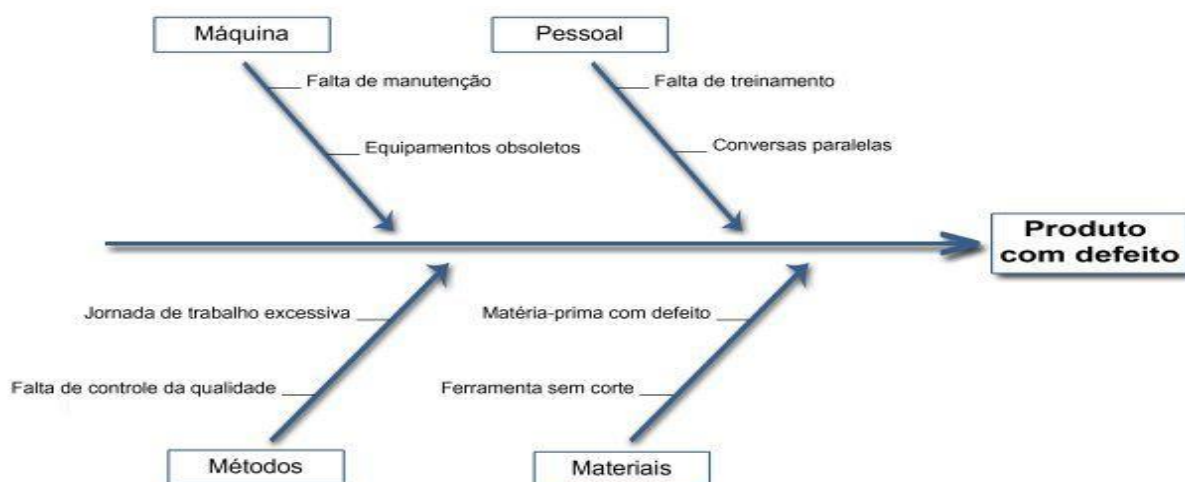
Tem como objetivo identificar as possíveis causas de um problema e seus efeitos, fazendo relação com todas as possíveis causas que estão gerando determinado problema. (MEIRE, 2013)

Pode ser utilizado também com outros propósitos, além do apresentado, por permitir estruturar qualquer sistema que resulte em uma resposta (uni ou multivariada) de forma gráfica e sintética.

Segundo Meire (2013), as causas de um problema podem ser agrupadas, a partir do conceito dos 6M, como decorrentes de falhas em: materiais, métodos, mão-de-obra, máquinas, meio ambiente, medidas.

Exemplo de diagrama de causa e efeito e ilustrado na Figura 18.

Figura 18 Diagrama de ishikawa



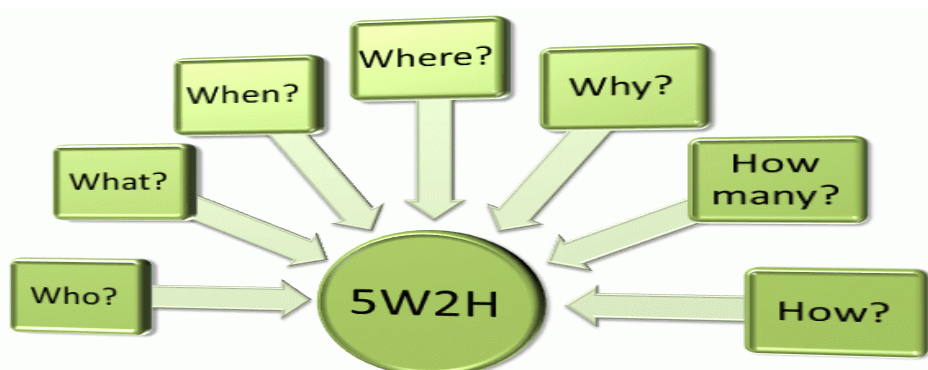
Fonte: Internet

2.6.2 5w2h

O 5w2h, é um levantamento de determinadas atividades que precisam ser desenvolvidas com o máximo de clareza possível por parte dos colaboradores da empresa. Detalhando, onde ficará estabelecido e o que será feito, quem fará o quê, em qual período de tempo, em qual área da empresa e todos os motivos pelos quais esta atividade deve ser feita. (PERIARD, 2009)

Exemplo para levantamento do 5w2h pode ser seguido o diagrama da figura 19.

Figura 19 5w2h



Fonte: Edersonmelo.com

What – O que será feito (etapas)

Why – Por que será feito (justificativa)

Where – Onde será feito (local)

When – Quando será feito (tempo)

Who – Por quem será feito (responsabilidade)

How – Como será feito (método)

How much – Quanto custará fazer (custo)

Ao planejar determinada atividade gerencial, você deve responder às 7 perguntas citadas com clareza e objetividade. (PERIARD, 2009)

3 METODOLOGIA

Neste capítulo definiremos a metodologia utilizada para alcançar os objetivos deste trabalho. A proposta é através da utilização de ferramentas identificar e promover uma ação de melhoria no processo de produção de MDF, especificamente na linha de pátio de madeira, com objetivo principal, reduzir a indisponibilidade da linha do Pátio ocasionados pelo desgaste da correia transportadora.

Este trabalho é classificado como estudo de caso, utilizando uma metodologia investigativa de caráter empírico estudando um caso real a partir de dados da linha de produção da empresa para aplicar o estudo.

Neste trabalho, foi elaborado uma ação de melhoria aliada a uma fundamentação teórica comparando a situação antes do problema e depois.

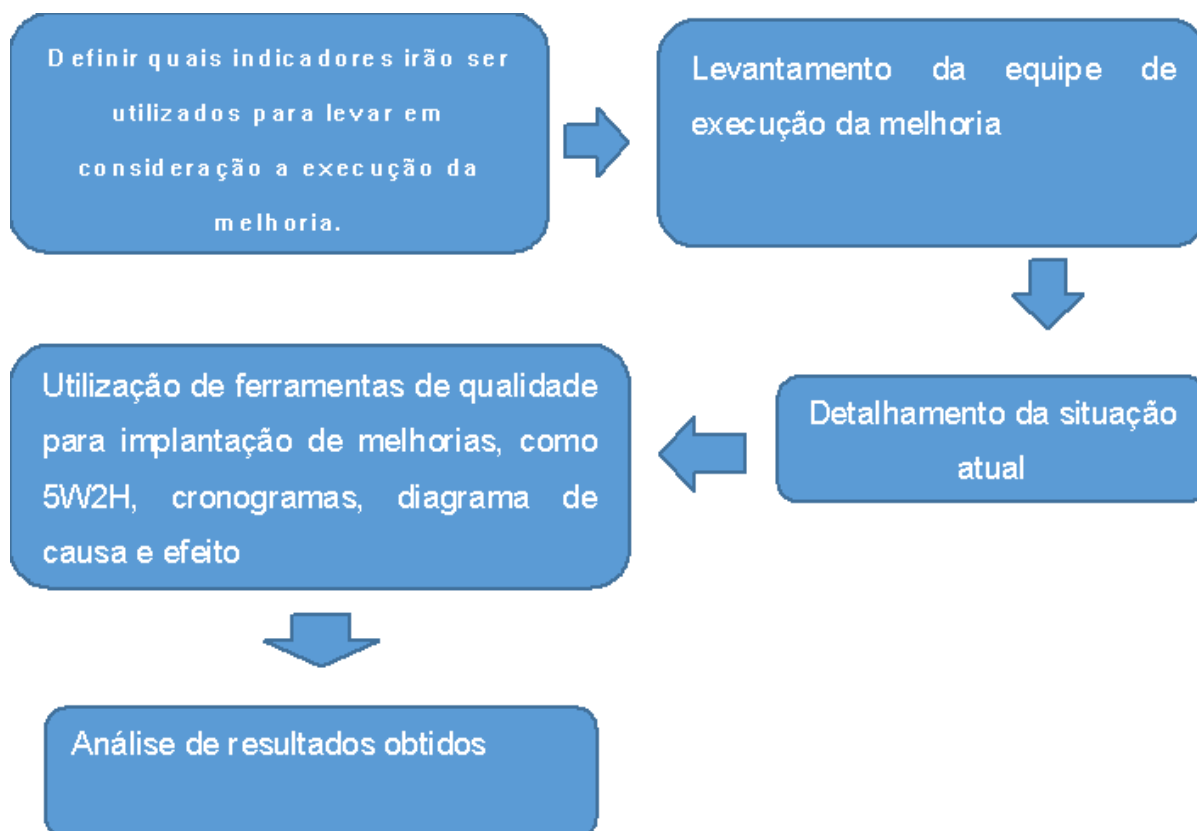
Quanto a natureza da pesquisa, este trabalho é classificado como pesquisa aplicada, pois tem como objetivo o estudo e geração de conhecimento para aplicação da melhoria na prática com problemas reais. Em relação a forma de abordagem, ele é classificado em combinado, qualitativo e quantitativo, qualitativo pois foi feita uma descrição detalhada de todos os aspectos envolvidos na operação da linha de produção em estudo com variáveis importantes para perda de disponibilidade. E qualitativa pois foram elaborados gráficos, utilizadas ferramentas de qualidade, cronograma, além de análise e conclusão das informações produzidas.

Para o desenvolvimento do trabalho foram feitos levantamentos de dados visando obter informações que viabilizassem o mesmo. Com isso contamos com a colaboração dos funcionários na busca de informações e também no auxílio de ideias para solução dos problemas desde a alta gerência até aos líderes de setor e funcionários da operação, o que causou muita facilidade para obtenção de informações relevantes.

A utilização de técnicas e metodologias para identificação e solução dos problemas foi fundamental para que pudessemos atuar diretamente nos problemas causadores de indisponibilidade melhorando os indicadores de desempenho.

O desenvolvimento do trabalho seguiu o fluxograma ilustrado.

Figura 20 Fluxograma da Metodologia



Fonte: Autoria Própria

A primeira etapa se deu com a equipe de engenharia de manutenção da empresa, para através de dados do sistema de gerenciamento de produção e manutenção da empresa pudéssemos através das informações dos indicadores, identificar os problemas. O dado mais levado em conta é a indisponibilidade do equipamento, com isso através do TAG dos equipamentos, podemos buscar e filtrar a quantidade de paradas e o quanto isso impactou na produção.

Na segunda etapa foi formada equipe responsável para execução da melhoria, que foi compreendida entre o líder de Setor, o coordenador da linha de produção, o analista de manutenção, de um estagiário de Engenharia Mecânica e um Engenheiro responsável pela melhoria.

No Levantamento da situação ocorrida, junto ao Engenheiro Responsável e o Líder do Setor, para que pudéssemos a partir de observação visual, inspeções e dados do sistema, fazer o levantamento do problema e através da discussão de ideias entre a equipe chegar em um sistema que fosse a solução do problema.

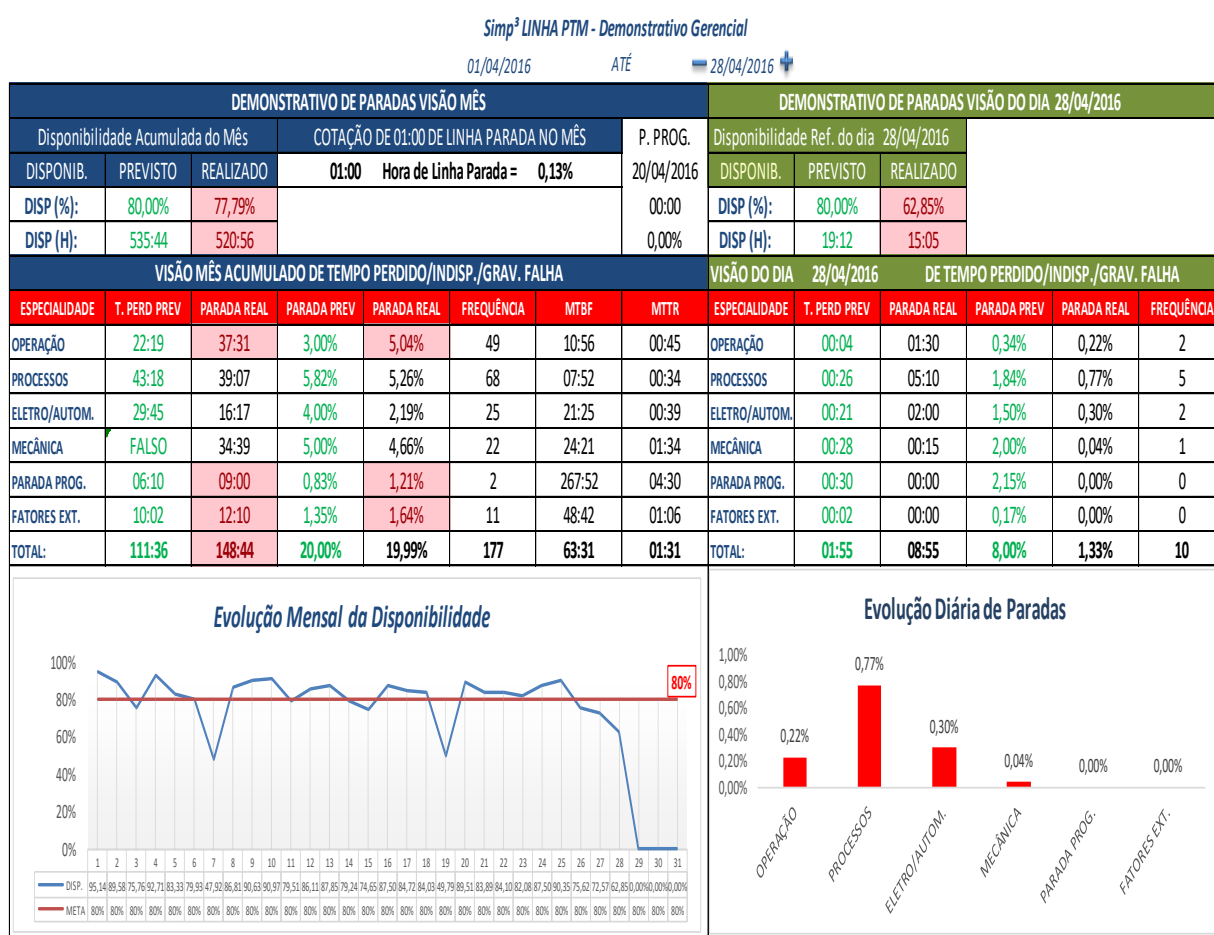
Para embasamento da ação de melhoria juntamente com a equipe de melhoria contínua chamado excelência operacional, utilizamos algumas ferramentas de qualidade que nos auxiliaram a definir e mensurar os ganhos provocados pela aplicação da melhoria. Foi utilizado o 5W2H que ajudou a definir e especificar como iríamos proceder para execução da melhoria. Dentre outras ajudas a equipe de EO, Excelência Operacional, ajudou a levantar aspectos econômicos como, viabilidade, retorno de investimento e também na execução de um cronograma, pois o setor de EO tinha acesso a todas pessoas da empresa para correr atrás de informações com os coordenadores de linha de produção e alta gerência, para poder criar um cronograma de execução da melhoria alinhado a todos setores e lideranças.

No capítulo 5 são evidenciados os resultados obtidos com a aplicação da ação de melhoria, com uma análise detalhada e crítica de cada ponto levantado na aplicação do mesmo. Comparando através de dados levantados após a execução da melhoria com dados passados e mostrando em quais esferas a melhoria ocasionou mudanças.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para levantamento de dados e informações de Indicadores de Performance a empresa utiliza uma planilha feita em Excel onde as informações colhidas nos dias de operação da linha são alimentadas, gerando os indicadores. Pode-se destacar os indicadores de MTBF e MTTR, média de tempo de bom funcionamento e media de tempo de reparo respectivamente que compõem o indicador de disponibilidade ou indisponibilidade, que é o mais direto e fácil de ser observado e que a alta gerência utiliza para basear suas metas. A figura 21 ilustra uma cópia do sistema utilizado aplicado a linha de Pátio da empresa.

Figura 21 Painel de Gestão com Indicadores



Fonte: Autoria Própria

Nessa planilha temos as informações coletadas no dia a dia da produção relacionados as paradas para manutenção. Ou seja, tudo que é apontado na linha de produção é feito a alimentação dessa planilha.

Nessa planilha temos a informação detalhada do tempo utilizado para fazer reparos separados por especialidades, como mecânica, eletro/automação, processos

e operação, assim podemos cobrar dos supervisores das áreas cada tempo de parada e as frequências.

Para essa planilha, as metas de disponibilidade já são pré-estabelecidas, assim também, essas metas estão separadas também por especialidades, em tempos de parada previstas. Assim tentando reduzir ao máximo o tempo de paradas de cada área para bater a disponibilidade mensal.

Abaixo da planilha tem a evolução diária e mensal da disponibilidade tanto por área quanto por dia.

4.1 LEVANTAMENTO DA SITUAÇÃO INICIAL

A correia transportadora é um dos fatores mais importantes no processo da fabricação do cavaco. Ela recebe a tora bruta somente pré-descascada no tambor descascador, e transporta até a mesa de rolos, onde posteriormente irá ao picador.

Na mesa de rolos foi observado que cascas das toras e resíduos, estão ficando retidas na entrada da mesa de rolos, na saída da correia transportadora. Essas cascas paradas ao final da correia, são responsáveis pela maior parte da perda de fluxo de toras, e também maior responsável pela redução precoce da vida útil da correia. Na figura 22 e 23, mostro fotos para exemplificar a situação que ocorre.

Figura 22 Sujeira parada final da mesa de rolos



Fonte: Autoria Própria

Figura 23 Sujeira final da correia transportadora



Fonte: Autoria Própria

Essa situação prejudica todo processo, as cascas de toras paradas no início da mesa de rolos, ficam em atrito com a correia transportadora, gerando um desgaste precoce na correia.

Esse acúmulo de resíduos também faz com que o operador da área tenha que estar utilizando a função reverso da esteira, que seria fazer a esteira mover-se no sentido contrário, para assim poder ajudar a desobstrução da saída da correia. Isso faz com que o operador tenha que parar de alimentar a correia transportadora, fechando a saída do tambor descascador, o que reduz o fluxo de toras para o picador como mostra a figura 24.

Figura 24 Material retido na mesa transportadora de toras



Fonte: Autoria Própria

Situação ocasionada pelo acúmulo de madeira na mesa de rolos.

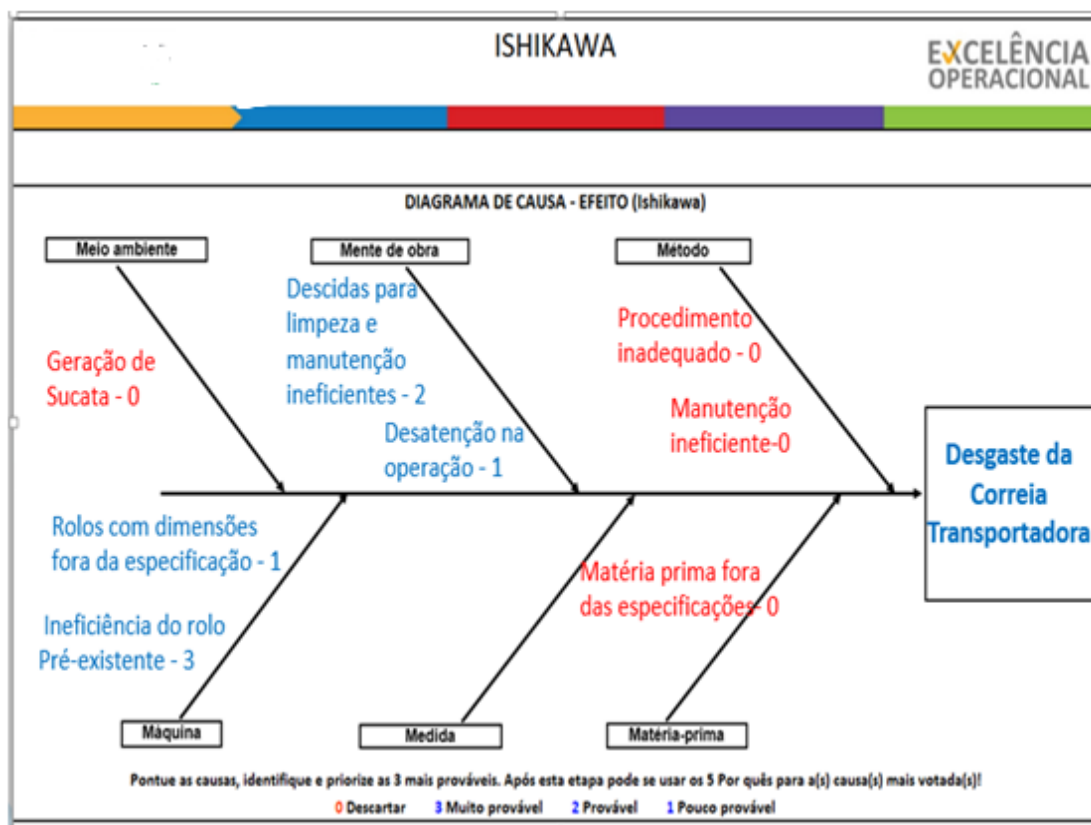
Após a utilização do reverso, a madeira é liberada para correia, mas com o acúmulo no tambor descascador, faz com que sobrecarregue a esteira, gerando problemas com o impacto que ela sofre ao cair as toras sobre a correia, e também um sobre carregamento dos redutores da mesa, entre outros.

4.2 FERRAMENTAS DE QUALIDADE UTILIZADAS

Para levantamento de causa e efeito foi utilizado o diagrama de ishikawa, para especificação e detalhamento das principais causas.

Construímos o diagrama de Ishikawa figura 25, baseado no seu principal efeito ocasionado, que no caso é o Desgaste da Correia Transportadora.

Figura 25 Ishikawa aplicado ao problema



Fonte: Autoria Própria

As causas foram divididas em Meio ambiente, Mente de obra, Método, Máquina, Medida e Matéria prima.

Dentre as causas levantadas foram pontuados cada um pelo grau de possibilidade de ser a principal causa.

No meio ambiente único dano ocasionado é a geração de sucata gerada pela troca de peças e manutenção da correia transportadora. Que foi dado a pontuação de 0 pois a geração de sucata deixa de ser um fator principal de causa do problema, sendo um fator secundário decorrente do problema.

Mente de obra que tem como significado a operação, identificamos 2 aspectos, as descidas para limpeza ocasionados pelo acúmulo de sujeira no final da correia transportadora, pois quando o acúmulo se intensificava o operador era o responsável pela desobstrução da linha, para esse aspecto foi dado a importância 2, que pelo que foi discutido, o fato do operador descer ou não descer para fazer a limpeza corretamente da esteira faz com que os resíduos se acumulem e aumente o dano causado pelos resíduos na esteira.

Outro aspecto encontrado e a desatenção do operador, que foi dado a importâncias de 1, pois ele é o responsável pelo controle do fluxo de toras na mesa de rolos obstruindo a passagem de toras no tambor descascador, assim quando ocorre o acúmulo de toras na mesa de rolos, ele fecha a tampa e as toras acumulam dentro do tambor descascador, quando era aberto novamente a tampa as toras acumuladas caem todas ao mesmo tempo e com grande impacto diretamente na correia, a correia é fabricada em material próprio para aguentar esses impactos, mas isso somado com outros problemas acaba que aumentando o efeito do desgaste.

Para causas relacionadas ao Método, foram dados 2 possíveis causas, o procedimento inadequado e a manutenção ineficiente, aqui para os dois problemas demos a importância de 0, pois o procedimento de operação e manutenção do equipamento estava correto, o que acontece que o tempo entre falhas MTTR é muito alto, mas a manutenção era feita a melhor possível.

Para causas relacionadas a máquina, elencamos 2 possíveis causas que possam estar interferindo no efeito principal, os rolos da mesa de rolos estarem com dimensões fora das especificações, e a ineficiência dos rolos para retirada da sujeira e descasque. Para o caso de os rolos estarem com dimensões fora, observamos que a mesa estava apresentando falhas de OVER, chamado quando as toras entram entre as divisórias de um rolo com o outro, causando obstrução no fluo de toras e consequentemente desgastando mais a correia, para essa importância damos o valor de 1. Para o caso da ineficiência dos rolos, demos a importância de 3, como muito provável como causa do efeito principal, pois os rolos que ali estavam não conseguiam arrastar a sujeira que ficava na saída da esteira transportadora, pois o espaço que tinha entre a saída e o primeiro rolo era muito grande, dando espaço para acúmulo de cascas e pequenos pedaços de madeira.

Para causas relacionadas a matéria prima, não tivemos nenhum aspecto, pois a matéria prima é pré-selecionada sendo assim vindo todas as toras com mesma especificação, única coisa presente muitas vezes era o excesso de sujeira advindo do armazenamento, mas, eram a maior parte retirados no tambor descascador.

4.2.1 5W2H

Para o 5W2H aplicado ao problema segue o levantamento feito.

What – O que será feito (etapas): Construir e por um rolo de espinhos entre a correia transportadora e a mesa de rolos.

Why – Por que será feito (justificativa): O acúmulo de sujeira ao final da correia transportadora está fazendo que aumente drasticamente o desgaste da mesma, fazendo com que ocorra manutenção muitas vezes antes da prevista duração do material pelo fabricante.

Where – Onde será feito (local): Pátio de madeiras da empresa produtora de MDF, na mesa de rolos após o tambor descascador.

When – Quando será feito (tempo): Assim que levantados todos os custos e orçamentos e projeto.

Who – Por quem será feito (responsabilidade): Empresa que ficou responsável por fazer o serviço é de Ponta Grossa a Melkinox, e o Anderson irá supervisionar o serviço na empresa.

How – Como será feito (método): Será construído um rolo de espinho com todos as suas ligações como redutores, iremos avançar um pouco a mesa de rolos para que tenhamos espaço para colocar o rolo de espinho.

How much – Quanto custará fazer (custo) :O custo cobrado pela empresa é de Fornecimento de Rolo Descascador e Base Moto redutor, e Instalação R\$ 18.850,00.

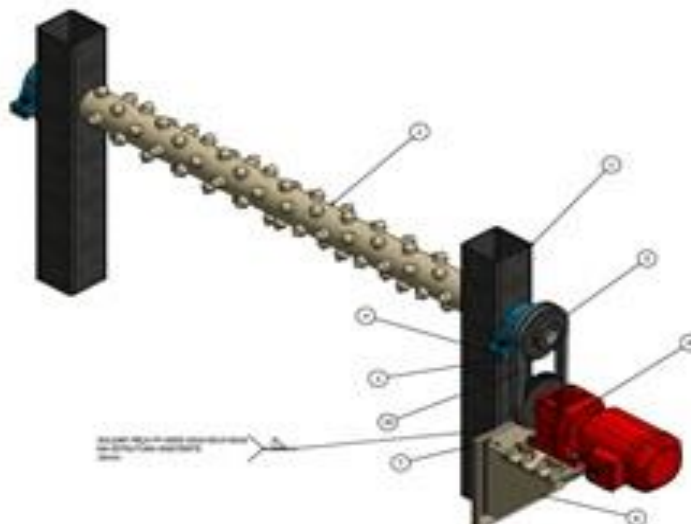
4.3 DEFINIÇÃO DE SOLUÇÃO

Utilizando de métodos de observação visuais e análise das informações, foram feitas reuniões diárias para propor soluções para o problema. Sendo assim depois de algum tempo conseguimos chegar em um projeto em comum. O projeto escolhido para ser executado trata-se de um rolo tipo espinho que vai ser instalado no final da esteira transportadora e entrada da mesa de rolos como pode ser observado abaixo a foto do rolo e a seguir a foto do local de implantação do rolo tipo espinho.

Em discussão levando em conta preço para aplicação da melhoria, disponibilidade do equipamento, pois como a linha roda 24 horas deveríamos propor uma solução rápida eficiente e duradoura.

Assim analisando economicamente os ganhos no negócio mostrados na figura 29 e 30 e outros benefícios, a mais viável, eficiente e duradoura solução foi o rolo de espinhos.

Figura 26 Rolo de espinho



Fonte: Fotos retiradas do projeto de execução orçado.

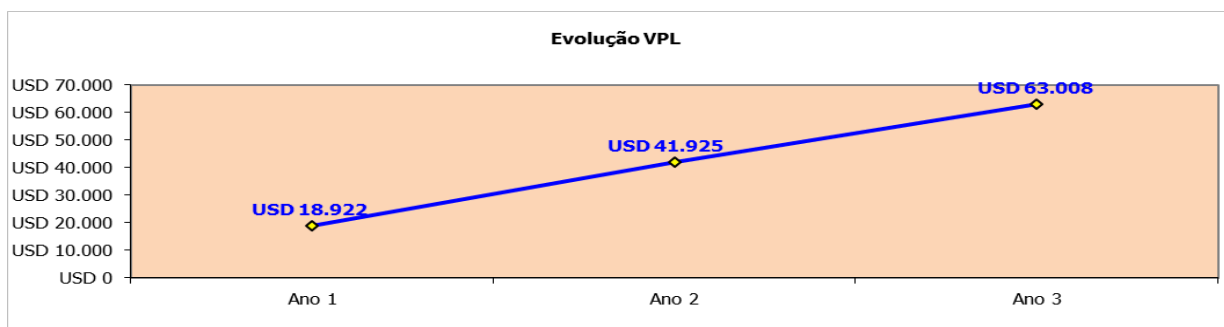
Com a movimentação do rolo espinho, não teremos material parando nas correias, aumentando sua vida útil.

Depois de alguns levantamentos de empresas para execução do projeto foi definido junto ao desenhista projetista e contratada a empresa Melkinox de ponta grossa para execução e instalação do projeto. Para o acompanhamento na empresa o Anderson, supervisor da linha de Pátio e eu para acompanhar a instalação e cobrança da empresa para com o cronograma.

4.4 CRONOGRAMA DE PROJETO

Para gestão do projeto criamos um plano de ação para acompanhamento da execução da melhoria, como pode ser observado abaixo.

Figura 29 VPL, Valor ganho anual



Fonte: Autoria Própria

Figura 30 Fluxo de Caixa

Fluxos de Caixa

Período	Ano 1												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Investimento	6.173												
Saídas													
Economias		3.457	3.457	3.457	3.457	3.457	3.457	3.457	3.457	3.457	3.457	3.457	3.457
Entradas													
Depreciação													
Imposto Renda:		1.175	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175
Fluxo (US\$):	-6.173	2.282	2.282	2.282	2.282	2.282	2.282	2.282	2.282	2.282	2.282	2.282	2.282

Período	Ano 2												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Investimento													
Saídas													
Economias	3.457	3.457	3.457	3.457	3.457	3.457	3.457	3.457	3.457	3.457	3.457	3.457	
Entradas													
Depreciação													
Imposto Renda:	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175	
Fluxo (US\$):	0	2.282	2.282	2.282	2.282	2.282	2.282	2.282	2.282	2.282	2.282	2.282	

Período	Ano 3											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Investimento												
Saídas												
Economias	3.457	3.457	3.457	3.457	3.457	3.457	3.457	3.457	3.457	3.457	3.457	3.457
Entradas												
Depreciação												
Imposto Renda:	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175	1.175
Fluxo (US\$):	0	2.282	2.282	2.282	2.282	2.282	2.282	2.282	2.282	2.282	2.282	2.282

Fonte: Autoria Própria

Antes da instalação, só em 2016 foram realizadas 3 trocas de correia em 6 meses. Após o projeto estimam-se apenas duas trocas anuais. Baseado nessas informações tem-se essa avaliação econômica.

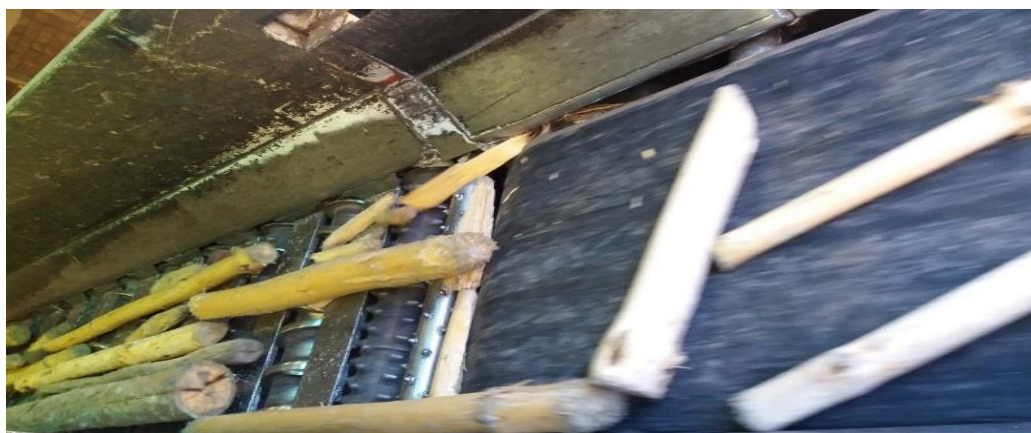
Temos um payback em 3 meses, ou seja, em 3 meses com economia de trocas de correias o projeto já é pago.

4.6 RESULTADOS OBTIDOS

Após a implantação do projeto pode-se observar que o objetivo do rolo de espinho foi bem-sucedido.

Com o projeto, a mesa de rolos ganhou em fluxo de madeira, e ao final da correia transportadora parou de acumular resíduos, que era o principal objetivo, para assim conseguirmos uma maior vida útil da correia, como pode ser observado nas figuras a seguir:

Figura 31 Mesa de rolos com Rolo de espinho implantado



Fonte: Autoria Própria

Figura 32 Mesa de rolos com rolo implantado



Fonte: Autoria Própria

A necessidade de descidas do operador na mesa reduziu, e assim a exposição do trabalhador com o equipamento também diminuiu.

Através disso também a utilização da função reverso da esteira foi reduzida pois reduziu as vezes com que o fluxo de toras era reduzido pelo acúmulo de sujeira.

5 CONCLUSÃO

Com a execução da melhoria na esteira transportadora conseguimos reduzir as trocas que eram causadas pelo desgaste da esteira, em 3 meses do projeto implantado, o projeto foi pago e as trocas que eram de 6 trocas anuais foram reduzidas para 2 trocas anuais, como pôde ser observado na avaliação econômica do projeto. A melhoria executada auxiliou muito ao setor do pátio de madeiras, reduzindo o tempo entre falhas da correia e o orçamento da manutenção do mesmo.

O projeto também trouxe ganhos na redução de geração de sucata para o meio ambiente que foi um ponto importante que foi atingido.

A redução de descidas do operador, também foi um ponto atingido pela equipe, pois antes as descidas aconteciam com maior frequência justamente para fazer limpeza da sujeira que ficava ao final da esteira. Com os indicadores de disponibilidade da linha de pátio, pôde ser observado um aumento de disponibilidade da esteira, o que indica que o operador reduziu as paradas na esteira para limpeza.

Com tudo, aprendemos a utilizar os indicadores de manutenção, e assim, adquirimos experiências para identificar e mensurar, problemas que possam estar atrapalhando a produção de mdf, principalmente aumentando a disponibilidade dos equipamentos, observando seus índices globais de performance, que é o papel de fundamental importância da engenharia de manutenção. O FMEA aplicado pela empresa, para análise de modo de falha, é também de fundamental importância para que os problemas possam a ser tratados e resolvidos atacando a causa raiz do problema, pois o detalhamento feito pelo colaborador, ajuda a equipe de engenharia a identificar, ações e projetos de melhoria.

Outros problemas a serem resolvidos apareceram, como o caso dos rolos com dimensões não especificadas, e as falhas de over, que ainda estavam aparecendo após a aplicação do rolo de espinho. O posicionamento e tipo de rolos a serem utilizados para melhoria da mesa de rolos, é o próximo desafio da equipe de pátio de madeiras juntamente com o corpo de engenheiros de manutenção.

Na execução da melhoria observamos vários outros aspectos que podem a vir a melhorar, utilizando indicadores de manutenção, utilizando dados diários da manutenção, assim, a engenharia de manutenção necessita que os dados do sistema de manutenção sejam totalmente confiáveis para que os problemas possam ser identificados, melhorados e mensurados com total fidelidade.

6 REFERÊNCIAS

BATISTA, Jaqueline da Silva. **ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO DA EMPRESA BERNECK S.A. PAINÉIS E SERRADOS**. 2014. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, 2014. Disponível em: <[https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/121890/TCC - Jaqueline.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/121890/TCC-Jaqueline.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 10 maio 2017.

BARAN, Leandro Roberto. **MANUTENÇÃO CENTRADA EM CONFIABILIDADE APLICADA NA REDUÇÃO DE FALHAS**. 2011. 103 f. TCC (Graduação) - Curso de Especialização em Gestão Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2011.

BOM, Roberto Pedro. **Processo Produtivo de Painéis MDF**. 2008. 47 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Industrial da Madeira, Centro Universitário de União da Vitória, União da Vitória, Pr, 2008. Disponível em: <http://engmadeira.yolasite.com/resources/Apostila_MDF.pdf>. Acesso em: 12 maio 2017.

ESCUDEIRO, Carlos. **Excelência Operacional e a melhoria contínua dos processos**. 2017. Disponível em: <<https://leadereducacional.wordpress.com/2017/01/10/excelencia-operacional-e-a-melhoria-continua-dos-processos/>>. Acesso em: 15 maio 2017.

LOPES, Cláudia Patrícia Soares. **Ações para melhoria do processo produtivo de uma fábrica de MDF**. Coimbra: Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, 2014. 133 p. Disponível em: <<file:///C:/Users/Usuario/Documents/nicolas documentos/PROCESSO PRODUTIVO MDF.pdf>>. Acesso em: 12 maio 2017.

MASSIAS BUSSO, Christianne. **Aplicação do Indicador Overall Equipment Effectiveness e suas Derivações como Indicadores de Desempenho Global da Utilização da Capacidade de Produção**. 2012. 133 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia)-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://file:///C:/Users/Usuario/Downloads/ChristianneBusso_Dissertacao.pdf>. Acesso em: 09 dez. 2017.

MEIRE. **As sete Ferramentas da Qualidade**. 2013. Disponível em: <<http://www.blogdaqualidade.com.br/as-sete-ferramentas-da-qualidade/>>. Acesso em: 15 maio 2017.

PIEKARSKI, Cassiano Moro. Proposta de Melhoria do desempenho ambiental associado ao ciclo de vida da produção do painel de madeira. 2013. 147 f.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2013. Disponível em: <<http://www.pg.utfpr.edu.br/dirppg/ppgep/dissertacoes/arquivos/224/Dissertacao.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2017.

PLENTZ, Marcelo. **Estudo de Caso para melhoria de eficiência produtiva de linha de produção em uma indústria de alimentos**. 2013. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2013. Disponível em: <[https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/396/1/Marcelo Plantz .pdf](https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/396/1/Marcelo_Plantz_.pdf)>. Acesso em: 10 maio 2017.

RAPOSO, José Luis Oliveira. **Manutenção centrada em Confiabilidade aplicada a sistemas elétricos**: Uma proposta para análise de risco no diagrama de decisão. 2004. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Pós-Graduação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, 2004.
SILVEIRA, Cristiano Bertulucci; CITISYSTEMS. **Diagrama de Pareto**. 2016. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/diagrama-de-pareto/>>. Acesso em: 10 maio 2017.

RAPOSO, José Luis Oliveira. **Manutenção centrada em Confiabilidade aplicada a sistemas elétricos**: Uma proposta para análise de risco no diagrama de decisão. 2004. 149 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Pós-Graduação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, 2004.

SILVA, Diogo Aparecido Lopes. Avaliação do ciclo de vida da produção do painel de madeira MDP no Brasil. 2012. 50 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.