

ANÁLISE DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE EXECUÇÃO DE MANUFATURA EM UMA EMPRESA DE BENEFICIAMENTO DE MADEIRA

Thomas Erik Maurer¹ (CUCR)

Carlos Roberto Borsato² (CUCR)

Camila Matos³ (CUCR)

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo analisar a implantação de um sistema de execução de manufatura, comparando os modelos de apontamentos de produção antes da ferramenta e depois, comparando os benefícios e possíveis pontos de falha. A pesquisa é classificada como um estudo de caso, o método utilizado foi o qualitativo que consiste no levantamento de dados a cerca do processo de produção, métodos de apontamentos diários, conceitos sobre MES, tecnologia e ERP. Foi realizado, além das análises *in loco* do processo, entrevistas informais com os gestores dos processos diretamente ligados com a implantação da ferramenta MES. Foi analisada a implantação da ferramenta MES e demonstrando quais benefícios trouxe para a empresa, como agilidade na coleta dos dados de produção, agilidade nas tomadas de decisão, melhor controle de estoque, padronização de processos e automação de apontamento. É possível concluir que a implantação de um sistema como o MES melhora a qualidade das informações que chegam até os níveis gerenciais, além de proporcionar um controle de produção e de estoque com muito mais acurácia, ressaltando a tecnologia empregada nas automações como um meio das empresas diminuírem perdas e conseqüentemente se tornar muito mais competitivas.

Palavras-chave: MES. Tecnologia. Implantação de sistema. ERP.

ABSTRACT

The present work aims to analyze the implementation of a manufacturing execution system, comparing the models of production notes before the tool and after, comparing the benefits and possible points of failure. The research is classified as a case study, the qualitative method used was the survey of data about the production process, methods of daily notes, concepts about MES, technology and ERP. In addition to the on-site process analyzes, informal interviews were conducted with process managers directly linked to the implementation of the MES tool. The implementation of the MES tool was analyzed and demonstrating what benefits it brought to the company, such as agility in the production data collection, agility in decision making, better inventory control, process standardization and pointing automation. It can be concluded that the implementation of a system such as MES improves the quality of information reaching management levels, as well as providing a much more accurate production and inventory control, highlighting the technology used in automation as a means of business. decrease losses and consequently become much more competitive.

Keywords: MES. Technology. Implementation of system. ERP.

1. Acadêmico de Engenharia de Produção do Centro Universitário Campo Real (eng-thomasmaurer@camporeal.edu.br);

2. Engenheiro Eletricista, Universidade Federal de Santa Catarina, Coordenador do Curso de Engenharia Elétrica e Docente do Centro Universitário Campo Real (prof_borsato@camporeal.edu.br);

3. Engenheira de Produção Agroindustrial, UNESPAR, Mestre em Engenharia de Produção Pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná e Docente do Centro Universitário Campo Real.

1 INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda do mercado mundial por excelência nos processos, qualidade nos produtos e prazos cada vez menores de atendimento há uma necessidade que as empresas têm em estar sempre em modernização, conforme expõe Martins (2019). Para que seja realizada uma gestão mais eficaz dos próprios processos as empresas têm que ter o controle total da produção e estoques, e ainda, a tomada de decisões deve ser de forma instantânea, pois acaba se tornando essencial para atender as demandas e aumentar a rentabilidade.

O presente trabalho analisa a implantação de um Sistema de Execução de Manufatura (MES) para apontamento de produção em um processo de usinagem de madeira. Segundo Escobar et al. (2015) existem diversas tecnologias que são utilizados para elevar a precisão dos processos produtivos e a produtividade de uma organização. O MES é uma ferramenta utilizada no chão de fábrica para que a gestão da empresa tenha o controle em tempo real das atividades realizadas pelo setor de execução. Para Vanderlei et al. (2009), uma das principais funcionalidades do MES em um primeiro momento é controle gerado, fazendo com que se torne mais dinâmica a obtenção de dados e tomada de decisão pelos gestores diminuindo assim as perdas.

Para que uma empresa tenha destaque e consiga manter-se sempre a frente dos concorrentes ela deve ter uma estratégia muito bem elaborada, pois conforme Jabbour & Alves Filho (2010), o desempenho das empresas pode ser explicado olhando quais estratégias ela traçou, e qual foi o seu diferencial competitivo. Uma escolha que pode ser de vital importância é a utilização dos sistemas de informação como fator decisivo nas tomadas de decisão a nível gerencial.

O processo de mudança e atualização das tecnologias acontece de forma muito acelerada, comparada com as décadas anteriores, as empresas têm que se manter sempre em transformação para manterem competitivas, (NEVES, 2011). Portando utilizar Sistemas de informação interligados acaba se tornando essencial para um bom desempenho da empresa. Ainda segundo Neves (2011), quando a empresa investe em automação dos processos e de apontamento há um aumento da produtividade e também da própria qualidade dos produtos.

Diante deste contexto, este trabalho tem como objetivo demonstrar as diferenças entre o apontamento de produção na empresa após a implantação da ferramenta MES. Pontuando algumas deficiências resultantes do apontamento manual, assim como os benefícios trazidos pela automação do processo de apontamento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica visa levantar dados a respeito do MES, ERP, fazendo assim fundamentação teórica dos temas de estudo bem como a apresentação da importância da Tecnologia da Informação para que seja possível a ligação entre os demais sistemas.

TI – Tecnologia da informação é o conceito que abrange áreas como comunicação de dados, *hardware*, *software* e várias áreas da informática. Conforme Neves (2011), os computadores estão cada vez mais substituindo a mão de obra humana, pois realizam trabalhos muito mais complexos se programados. Com isso fica evidenciado a necessidade de um setor de TI bem estruturado para implantação de qualquer sistema informatizado.

ERP – Planejador de recursos da empresa ou *Enterprise resources planning*, segundo Bradford (2015), os *erp* fazem a integração dos dados da empresa, otimizando-os em um sistema único, conforme suas demandas. Ainda segundo a autora, até meados dos anos 1990 existiam múltiplos sistemas dentro de uma mesma organização, a criação dos *erp* acabou por aperfeiçoar as informações, dando lugar apenas a uma plataforma de banco de dados.

MES – Sistema de Execução de Manufatura ou *Manufacturing Execution System*. É uma ferramenta utilizada no chão de fábrica com o intuito de realizar o apontamento dos dados de produção em tempo real, possibilitando assim as tomadas de decisão, Vanderlei et al. (2009), complementado por Wolf (2016), que ressalta a ferramenta MES como um intermediador entre o *erp* e o setor produtivo, gerenciando todas as atividades relevantes do processo e dados gerados.

O MES é um software que faz a ligação entre o *ERP* e o setor produtivo, dando maior fluidez para o processo e aumentando a dinâmica nos apontamentos de produção. Conforme Vargas & Selitto (2016), a possibilidade da ferramenta se conectar com outros sistemas de informação faz com que, em uma mesma tela seja permitido visualizar os processos em tempo real, analisando e por fim identificando possíveis falhas a tempo. Todavia conforme afirma Vanderlei et al. (2009), o setor de TI bem estruturado se torna um importante fator para o aumento de produção e redução dos custos de processos. Portanto todos os setores devem estar em completa sintonia, TI, planejamento de produção e operação.

O MES é controlado por uma organização chamada MESA, *Manufacturing Enterprise Solutions association*, que em tradução livre significa associação de soluções empresariais de fabricação. A MESA foi quem desenvolveu os doze pilares que representam as funcionalidades do MES. O quadro 1 abaixo demonstra os doze pilares e suas características:

Quadro1: Doze pilares do MES e suas características

Pilares	Características
Gerenciamento de recursos	Controle, alocação e visualização de <i>status</i> das estações de trabalho ferramentas e materiais respondendo mais rapidamente aos eventos imprevistos e exceções, com maior segurança e rapidez, de maneira online
Detalhamento do planejamento	Meio de interface com o planejamento, das informações das operações e sequenciamento do tempo das ordens, permitindo interface com o sistema de gestão e proporcionando maior agilidade aos serviços em resposta para os clientes.
Gerenciador de documentos	No controle de documentos, das informações relativas às ordens, produto e processo e demais informações relativas à qualidade e instrução de trabalho, reduzindo ou eliminando a geração de papelada impressa.
Gerenciador de materiais	Monitoramento das entradas de materiais <i>Work in process (WIP)</i> , registrando e monitorando o estoque, consumo e gestão de fornecedores.
Análise de desempenho	Comparação a medição de máquinas, grupos de máquinas ou instalações em comparação com objetivos preestabelecidos permitindo análises gerenciais e subsídios para o desenvolvimento de planos de ação
Gerenciamento de ordens e mão de obra	Controle de definições das ordens, as liberações e permissões dos usuários em entrada e saída para os respectivos centros de trabalho, do monitoramento das habilidades, possibilitando atuar na capacitação das pessoas para atuação em determinada operação que apresentar desvio.
Gerenciamento dos serviços de manutenção	Na administração e implementação de medidas adequadas relativas ao controle e gerenciamento das instalações máquinas e ferramentas, controle de manutenção preventiva e corretiva, índices de eficiência em manutenção e da vida útil do equipamento.
Controle de processos	Controle dos fluxos de trabalho, do previsto com o planejado e especificações, do monitoramento dos ciclos de fabricação e do <i>lead time</i> , oportunizando dados que possam remeter à busca por redução do tempo de processamento.
Controle da qualidade	Realização da análise e monitoramento dos produtos e processos, do armazenamento, rastreamento, gerenciamento de não conformidades e controle estatístico de processo (medidas de desempenho e tendências), que assegurem ao gestor ações que melhorem a qualidade do produto

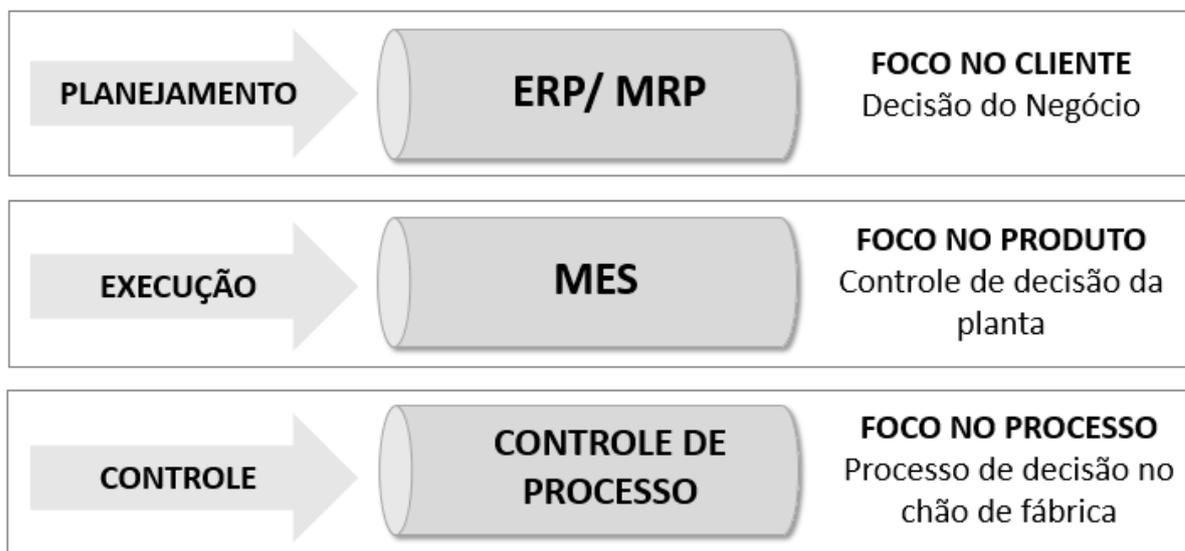
Coleta de dados	Coleta, organização, visualização, armazenamento e processamento, eliminando ou reduzindo os tempos de entrada de dados
Genealogia e rastreabilidade dos produtos	Identificação das origens das famílias ou grupos de peças de todos os documentos e eventos relativos à confecção de respectivo produto.

Fonte: Vargas & Selitto, pg 879 (2016)

Por fim, a integração de todos os processos percorridos na revisão deve ocorrer de modo simbiótico, pois uma área é dependente da outra, assim como uma tecnologia também depende da outra para transmitir e receber informações para que seja realizado o trabalho como um todo.

A figura 1 a seguir demonstra em qual setor de atuação cada tecnologia e processo deve se encaixar:

Figura 1: Competências de cada tecnologia em seu setor de atuação



Fonte: Fonte: Vargas & Selitto pg 878 (2016)

3 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no segundo semestre de 2019, trata-se de uma pesquisa no qual o método utilizado para a realização foi o estudo de caso. Segundo

Martins (2008), o estudo de caso é utilizado para investigar os fenômenos em um conjunto de circunstâncias reais. Ainda segundo Martins (2008), esse tipo de pesquisa visa reunir o máximo de informações relacionadas com o estudo em si, com varias técnicas diferentes para levantamento dos dados.

A pesquisa é caracterizada como qualitativa, pois não procura enumerar ou medir o objeto do estudo estatisticamente, não realizando levantamento de dados estatísticos específicos do objeto e também não realiza análise de dados resultantes dos processos, conforme Neves (2011). Ainda segundo o autor esse tipo de pesquisa visa realizar a coleta das informações sobre os lugares, processos, pessoas e descrevendo de modo compreensível a realidade dos fatos.

A pesquisa ocorreu por meio de observações dos processos de apontamento da empresa estudada e nos integrantes do projeto de implantação da ferramenta MES, realizando entrevistas informais com os gestores dos setores de Tecnologia da Informação, Planejamento e Controle de Produção e Coordenação de Produção. Para Neves (2011), apesar dos entrevistados terem perspectivas diferentes a cerca do assunto proposto esse método ainda é um dos mais realizados para as pesquisas feitas em campo.

Os principais problemas levantados para que fossem solucionados a partir da implantação do projeto estão dispostos nos tópicos abaixo:

- Agilidade na entrega e coleta das informações de produção para uma rápida tomada de decisão por parte dos gestores;
- Eliminar possíveis lacunas de materiais entre processos, podendo rastrear toda matéria prima desde o início do processo;
- Aumento na produtividade;
- Diminuição de tempos de paradas;
- Controle de estoque;
- Análises de desempenho em tempo real;
- Otimização entre planejamento e controle de produção;
- Diminuição nos tempos de entregas de pedidos;
- Padronização de processos, e automatização de operações.

4 LOCAL DE PESQUISA

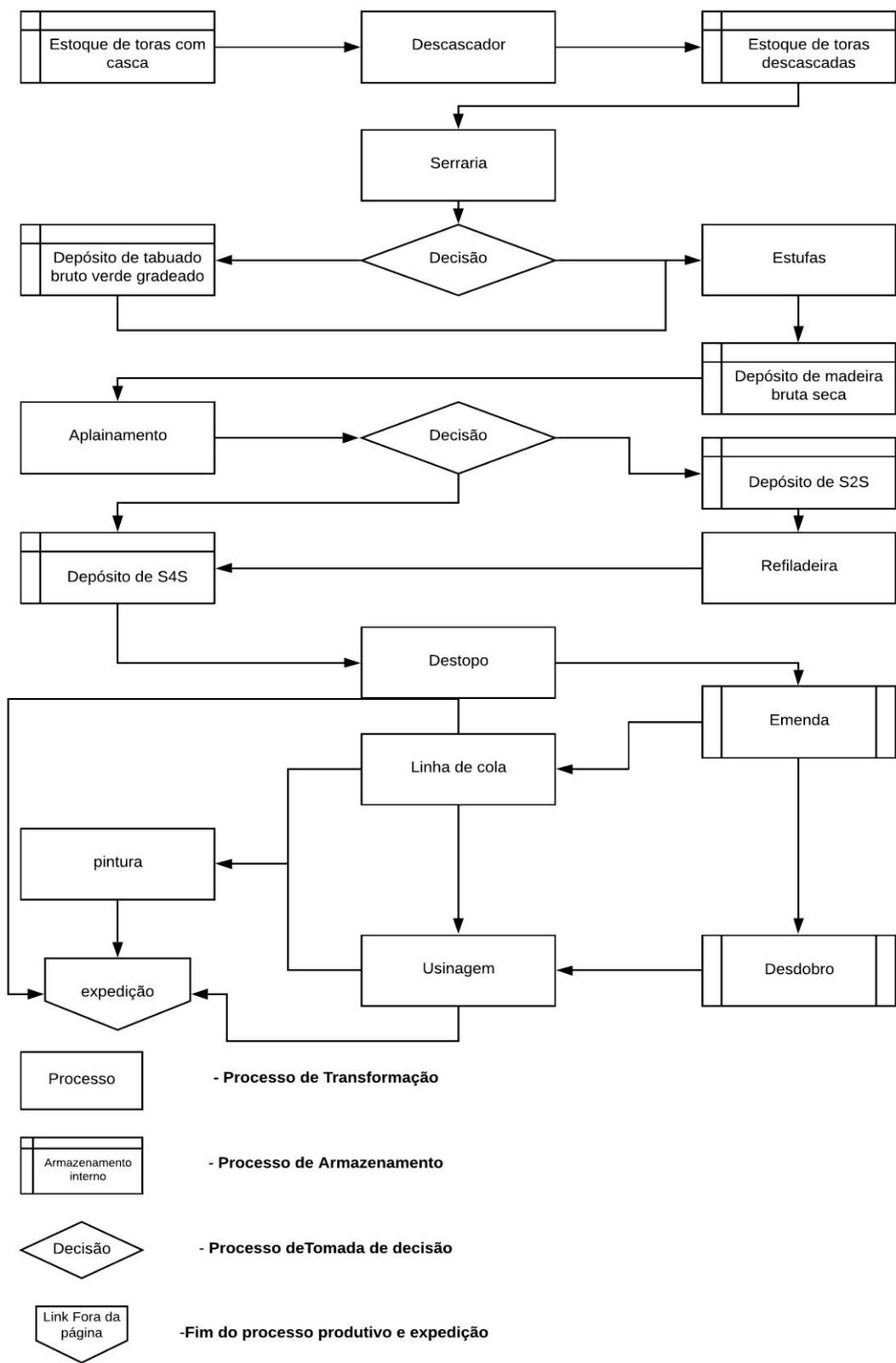
A empresa analisada é uma empresa de atuação global com atividades voltadas para o setor de beneficiamento de produtos de alto valor em madeira. Ela se destaca nas exportações de molduras, painéis, componentes de móveis, portas e escadas principalmente para o mercado europeu e norte-americano. Está atuando no mercado madeireiro desde o ano de 1972.

4.1 PROCESSO

O processo de fabricação dos produtos se dá a partir do beneficiamento das toras, oriundas das regiões próximas à cidade de Guarapuava no Estado do Paraná, investidores e vendedores licenciados. Os processos demandam de alta precisão e pouco ou nenhum desperdício, pois o modelo de transformação da matéria prima da empresa resulta em uma quantidade muito alta de co-produtos, que possuem o valor muito menor.

O processo fabril se apresenta conforme figura 2

Figura 2: Fluxograma completo do processo de beneficiamento



Fonte: Autor (2019).

O fluxograma da figura 2 processo acima segue a seguinte lógica:

- Após chegarem as toras empresa, são catalogadas e separadas por comprimentos e diâmetros.

- As toras de um mesmo lote entram no descascador para a retirada de toda a casca existente, separando-as por diâmetro em seus respectivos locais de armazenagem, que são denominados “box”.

- Após serem separadas e seus “box” estarem cheios as máquinas de extração retiram as toras e enviam para o estoque de madeira descascada.

- As toras já descascadas entram na serraria sempre um lote de cada vez, que por sua vez faz o melhor aproveitamento desse material tendo em vista a demanda que ela visa atender. As toras descascadas passam a ser tabuado, chamadas no processo de madeira verde serrada e gradeada.

- Após saírem da serraria as madeiras verdes vão para o estoque de madeira bruta verde gradeada, ou seguem direto para entrar nas estufas.

- Após secas as madeiras brutas gradeadas recebem a denominação de madeira bruta seca, tendo que permanecer no estoque por no mínimo 24 horas para poder seguir para os outros processos.

- Após passar o tempo de estabilização, as madeiras brutas secas gradeadas seguem para a o aplainamento, onde, para as dimensões pré-determinadas são usinadas apenas em espessura, recebendo o nome de “s2s”. Para o material que é usinado em espessura e largura, recebe-se o nome “s4s”. Deixando completamente uniforme a superfície da madeira e separando por qualidade, a madeira que irá até fim do processo sem receber camada de tinta é chamada de natural ou “clear”, a madeira que irá ser pintada é chamada de “b01”, ou “medula”. A partir desse processo as madeiras são agora chamadas de madeira aplainada nos 4 lados ou “s4s clear” ou “s4s medula”

- As madeiras “s4s” agora entram em uma máquina chamada destopadeira, á qual faz a separação das impurezas, cortando os “s4s” em partes menores conforme demanda (nós, quebrados nas laterais e aproveitamentos de larguras). A partir desse processo o “s4s” passa a se chamar *blocks*.

- Os *blocks* são transportados por meio de esteiras até as *finger's jointers*, as quais emendam os *blocks* por meio de fresamento e colagem em comprimentos variados, também programados conforme demanda dos pedidos. Depois de emendados eles passam a se chamar *blanks*.

- Os *blanks* podem tomar dois caminhos diferentes, o primeiro é seguir para o desdobro para que sejam divididos em peças menores, e a segunda é seguir para as linhas de cola;

- O material que é desdobrado segue para as molduras.

- E por fim, depois de acabados os processos em que a madeira devem ser aprovados pelo setor de qualidade conforme especificações necessárias elas seguem para o depósito de produto acabado, onde são conferidos e carregados em container e despachados para o cliente.

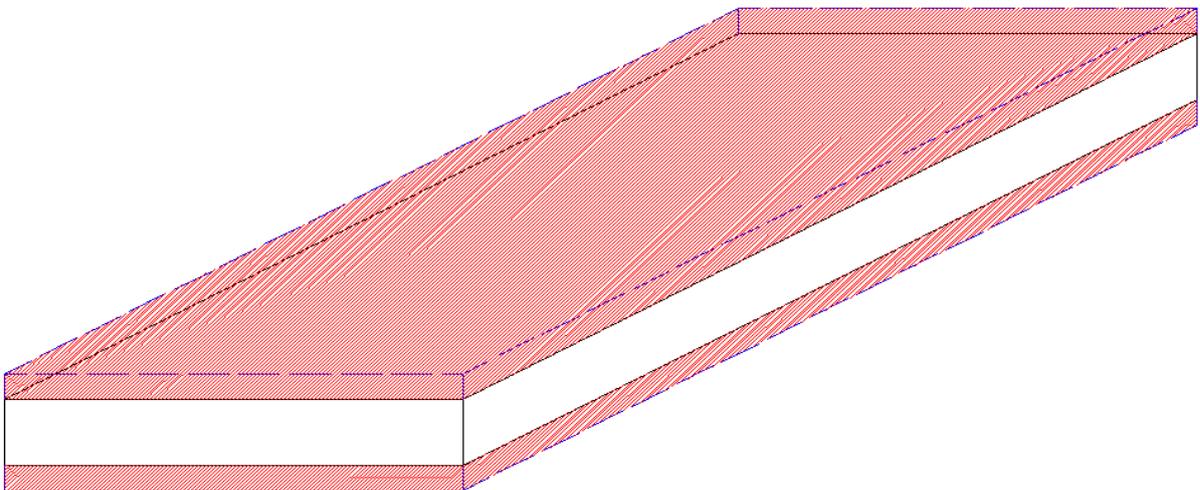
5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

O setor onde foi implantado o sistema MES é o Aplainamento, que é constituído de duas máquinas de processamento de madeira bruta e “s2s” ao fim do processo transformando em “s4s”.

A primeira máquina é uma plaina, dentro do ERP ela tem uma denominação numérica e um centro de custo, os quais não serão divulgados. Essa máquina será tratada como máquina “A”. Ela é responsável por fazer a usinagem da madeira bruta e transformá-la em dois produtos distintos, também com qualidades distintas, sendo o material “s2s” e “s4s”.

O material tratado como “s2s” é a madeira aplainada apenas nas duas faces da espessura, conforme figura 3 abaixo:

Figura 3: Desbaste na espessura da madeira bruta para fazer o s2s.



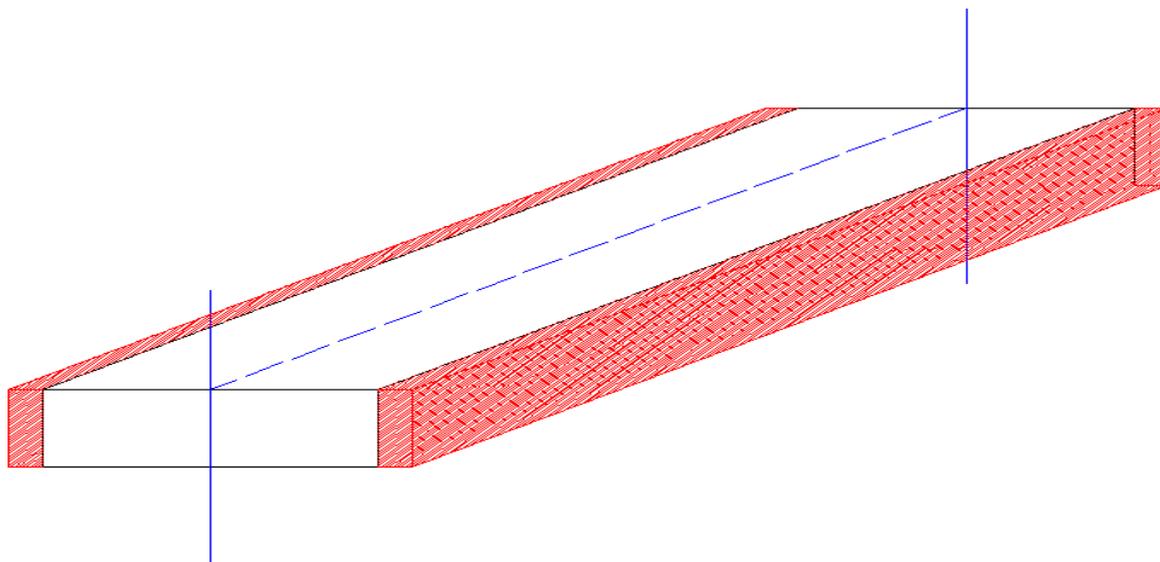
Fonte: Autor (2019)

A parte hachurada demonstra o desbaste causado pela ferramenta da máquina “A”, a ferramenta desbasta de fora a fora a peças de modo uniforme para que na próxima etapa do processo não seja necessário aplainar novamente na espessura.

O “s2s” é feito apenas quando a largura da madeira bruta é superior a 141 mm, porque esse material ainda deve passar pela próxima máquina para que seja refilada, ou seja, receba um corte vertical com ângulo de 90° bem no centro da peça e faça os desbastes laterais formando o “s4s”. A máquina que faz esse corte é a refiladeira, tratada aqui como máquina “B”.

A máquina “B” recebe o “s2s” já aplainado nas duas faces e a processa novamente, refilando como mencionado acima e gerando o s4s, que é a madeira aplainada nas 4 faces, conforme demonstrado na figura 4 a seguir:

Figura 4: Desbaste na largura do “s2s” para fazer duas peças de “s4s”

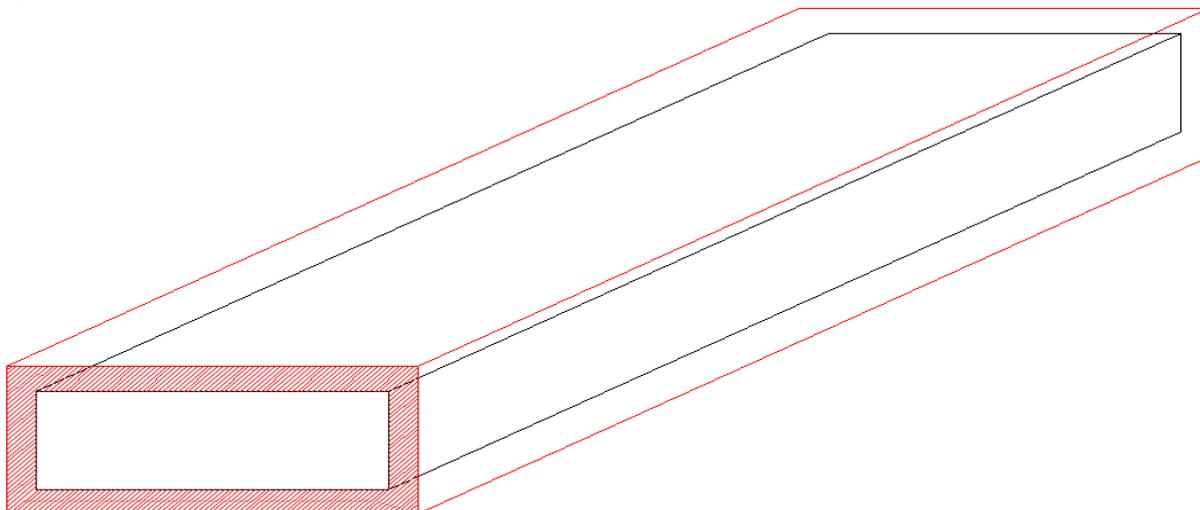


Fonte: Autor (2019)

A parte hachurada demonstra o desbaste da madeira pela ferramenta de aplainamento da máquina “B”, a parte que se encontra no centro da peça pontilhada demonstra o plano de corte da madeira em 90º como mencionado anteriormente realizado simultaneamente com o desbaste, as partes não lisas da figura são os “s4s”. Uma peça de “s2s” gera duas peças “s4s”, podendo ser elas de diferentes larguras dependendo da demanda da programação.

Quando a madeira bruta de entrada na máquina “A” tem menos que 141 mm ela é aplainada nas 4 faces diretamente, conforme figura 5:

Figura 5: Desbaste das 4 faces da madeira bruta para formar o “s4s”.



Fonte: Autor (2019)

A parte hachurada demonstra o desbaste da madeira pela ferramenta de aplainamento, gerando então, para cada madeira bruta de entrada um “s4s” correspondente. A parte lisa da figura representando o produto final.

Esse processo acontece apenas na máquina “A” e não possui a serra de corte que há na máquina “B”.

5.1 APONTAMENTOS ANTES DA FERRAMENTA MES

Os apontamentos das produções do setor analisado eram feitos manualmente no chão de fábrica, utilizando de modelos de fichas de produção diferentes para cada setor da fábrica. Conforme relata Martins (2019), os apontamentos de produção são essenciais para a coordenação de uma indústria, pois é por meio dos apontamentos de produção que gestores tomam as decisões, alocam pessoas para centros de trabalho e priorizam processos.

Um dos pontos que são mais afetados em primeiro plano por apontamentos de produção errado é o controle de estoque e planejamento, pois, se apontado os materiais de forma errada ou em quantidades erradas acabam sendo repassadas para o ERP informações sem consistência gerando furos em estoque, consequentemente os atendimentos das próximas cadeias de produção daquela indústria são todos afetados.

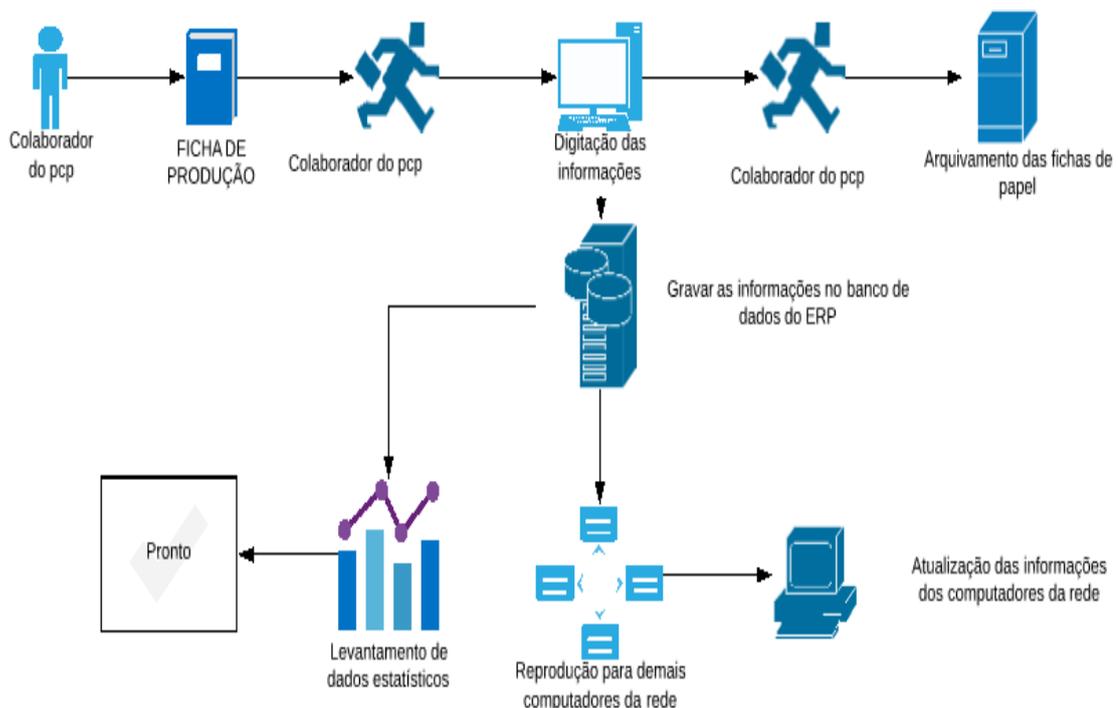
Em segundo momento o apontamento tem relação direta com a contabilidade da empresa, formulação de preço de venda e viabilidade de produtos. O custo de um produto ou até mesmo de um processo inteiro está baseado nas informações que são repassadas para o *ERP*, portanto se houver inconsistências na veracidade das informações os gestores acabam tomando decisões se baseando em dados errados, podendo penalizar processos ou produtos que realmente tem um retorno aceitável com relação a custo de produção versus preço de venda.

Portanto a automatização dos processos de apontamento é de extrema importância para preencher qualquer tipo de lacuna que venha a existir entre o que realmente acontece na fábrica com o que está sendo apontado.

A figura 6 representa o modelo utilizado pelo setor de aplainamento para apontamento de produção diária:

As informações apontadas nas fichas de produção manual eram coletadas por um colaborador do PCP (Planejamento e Controle de Produção), porém apenas um dia depois da produção, este as leva para o seu setor para digitá-las na plataforma dentro do ERP por meio de programas específicos. Conforme mostra o Fluxograma da figura 7 a seguir:

Figura 7: Fluxograma do caminho da informação apontada.



Fonte: Autor (2019).

Neste modelo de processo os apontamentos chegavam apenas um dia após o ocorrido gerando uma ineficiência das comunicações, havendo brechas para erros decorrentes da falta de informação em tempo real. A falta de controle dos estoques era outra preocupação, pois a programação apenas sabia o que foi usado no outro dia, depois de realizados as digitações de fichas manuais. Outro problema era a demanda de pessoal para fazer a coleta, análise e digitação das informações em sistema, pois, como se tratava de uma operação que era realizada diariamente havia a necessidade de ter pessoal capacitado e com disponibilidade para realizar tais tarefas.

Com este escopo a ordem de produção (OP) era gerada e já finalizada no momento do lançamento pelo setor do PCP para cada um dos processos, não havia um vínculo da programação com os lançamentos diretamente, os materiais eram programados,

porém sem ordem de produção no ERP, apenas em planilhas paralelas assim como as baixas do que foi produzido.

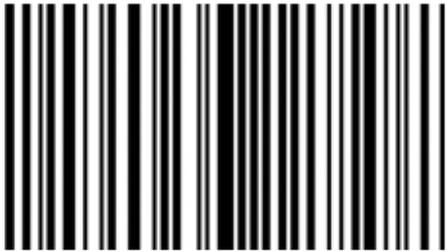
5.2 PROCESSOS DE IMPLANTAÇÃO DA FERRAMENTA MES

Para a realização do projeto de implantação da ferramenta foram definidos primeiros quais dos doze pilares do MES seriam implantados. Após verificações das necessidades que a empresa estava buscando foi definido deixar de lado dois pilares, um deles foi o Gerenciamento dos serviços de manutenção e o outro foi o Controle da qualidade como uma estratégia para diminuir o custo total da aquisição e necessidade em si.

Uma das premissas para início do projeto era que houvesse a identificação da madeira na saída da serraria com etiquetas térmicas, pois todo o volume vai para o setor de secagem, tendo em vista que uma etiqueta simples de papel não suportaria as variações de temperatura e umidade dentro das estufas. Outra necessidade é a identificação com códigos de barra nessas etiquetas para que seja realizada entrada no processo de aplainamento pela máquina A.

O código de barras gerado pela serraria deve conter a informação do número da etiqueta, item gerado (dentro do ERP), qual o seu comprimento, largura, espessura e volume. Conforme imagem ilustrativa da figura 8:

Figura 8: Imagem ilustrativa das informações da etiqueta de saída da serraria.

Etiqueta de Saída SERRARIA		nº	xxxxxx
Espessura	X	X	
Largura	X	X	
Comprimento	X		
Volume	X		
Item sistema	XXXXXXXXXXXX		

Fonte: Autor (2019).

Essa etiqueta ao ser gerada pelo operador da serraria faz um *upload* para um banco de dados, realizando um link do número da etiqueta (mesmo número do código de barras) com as informações que nela contém. Esse banco de dados serve como base para a verificação do material na entrada da máquina A, pois ao ser lida pelo coletor no setor de

aplainamento ela vai buscar esse número serial e verificar qual o item deve ser baixado do estoque e em que proporções.

5.2.1 Ferramentas necessárias

Para realização das coletas, verificações, contagens e apontamentos eram necessários adquirir e instalar alguns equipamentos (*hardwares*) agindo em conjunto com a máquina. Para a máquina A os equipamentos necessários estão dispostos na tabela 1:

Tabela 1: Equipamentos necessários para máquina A.

Equipamentos máquina A	
Tipo	Quant. (Un)
Sensores de contagem	3
Terminal (computador, teclado e mouse	2
Coletor de Código de barras	1
Impressora térmica	2
Roteador	1
Servidor local	1
Cabeamento de Rede e Energia	100 (m)

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

A máquina B também necessitou adquirir equipamentos para possibilitar os apontamentos pela ferramenta MES, conforme estão dispostos na tabela 2 abaixo:

Tabela 2: Equipamentos necessários para máquina B.

Equipamentos máquina B	
Tipo	Quant. (Un)
Sensores de contagem	2
Terminal (computador, teclado e mouse)	2
Coletor de Código de barras	1
Impressora térmica	1
Cabeamento de Rede e Energia	120 (m)

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Na máquina B não está compreendido o roteador e o servidor local, pois o uso ocorrerá de modo compartilhado entre as duas máquinas.

5.2.1 Treinamentos

Para que seja realizado uma estruturação de uma implantação de projeto e necessário que haja a capacitação das pessoas envolvidas na realização das tarefas propostas, e corriqueiras.

Realizar treinamentos, segundo Martins (2019), tem o intuito de alinhar conhecimentos de gestores e colaboradores a fim de padronizar os processos fabris, enquanto os colaboradores adquirem habilidades que serão utilizadas enquanto desempenham suas funções. Ainda segundo a autora o treinamento deve ser visto como uma forma de investimento em pessoal e não como um gasto.

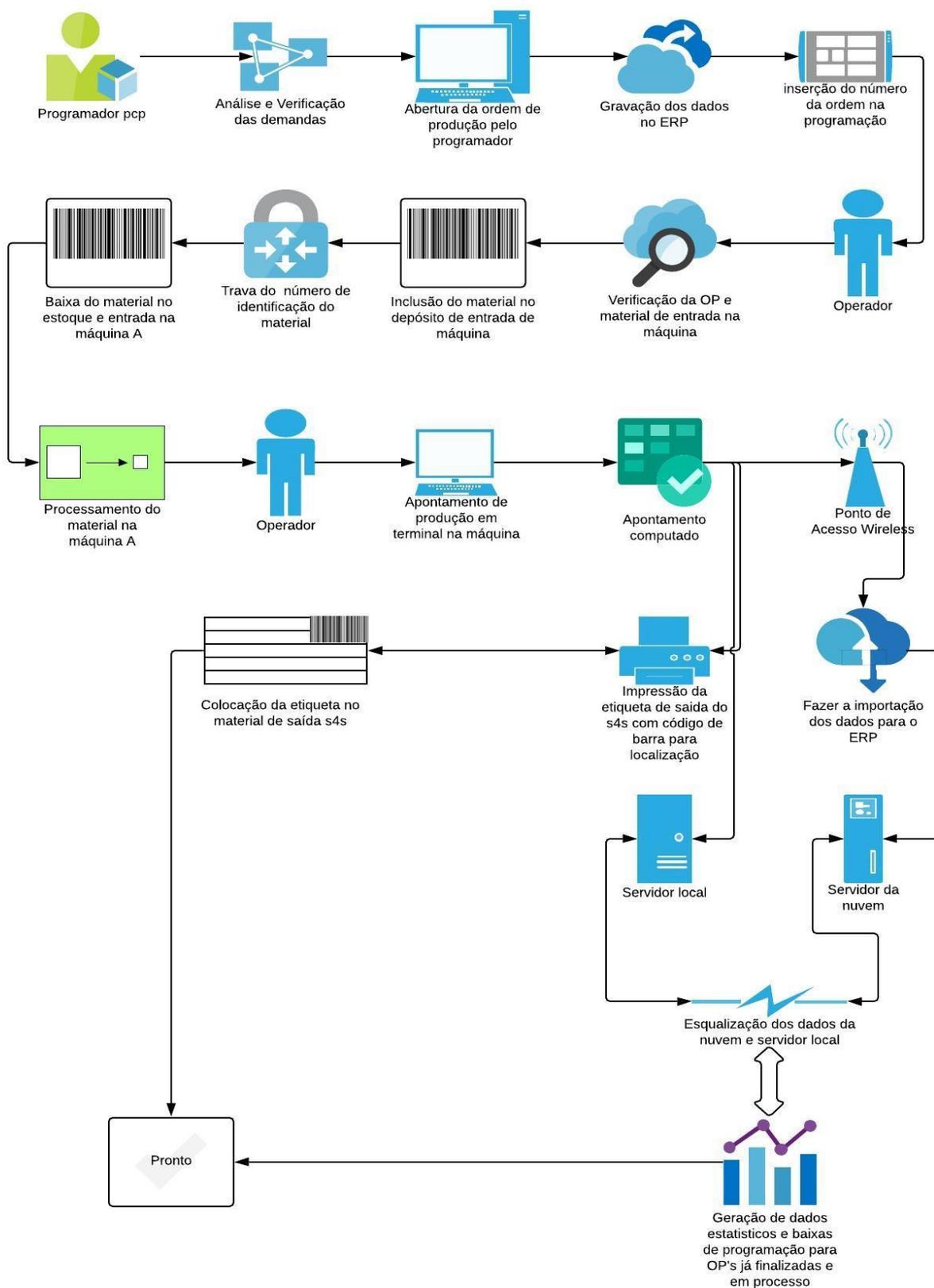
Portanto, todos os colaboradores envolvidos na implantação, planejamento e execução do projeto MES passaram por treinamentos intensivos, demonstrando as particularidades e funcionamentos de todos os recursos existentes na ferramenta, tornando viável realizar testes em campo e posteriormente a implantação.

5.3 APONTAMENTOS APÓS IMPLANTAÇÃO DA FERRAMENTA MES

Após a implantação do Sistema de Execução de Manufatura as ordens de produção (OP) estão sendo abertas pelos programadores antes do processo de operação em chão-de-fábrica, que, anteriormente não tinham nenhum contato com o sistema. A abertura da OP antes já define qual o material a ser produzido, qual a sua quantidade e quanto será usado de insumos produtivos, conforme definição da estrutura do produto, reafirmando o setor de operação como operação mesmo, retirando a possibilidade de haver erros de entrada ou produção dos materiais a mais do que há na ordem.

Com a nova ferramenta a entrada do material é realizada com a utilização de coletores de código de barras acoplados ao terminal de reporte. Quando o operador que se encontra na entrada da máquina faz a leitura do código da madeira bruta de entrada, o sistema faz a verificação dentro da própria ordem de produção selecionada pelo líder de setor, para confirmar que aquele material que está tentando entrar na máquina está constando nas reservas da ordem. Se a madeira bruta que o operador colocar no depósito de entrada da máquina não se encontrar nas reservas da ordem o sistema apresenta mensagem de erro, impedindo o reporte. A sequência das operações do apontamento está representada pela figura 9:

Figura 9: Fluxograma da sequência das operações para apontamento.



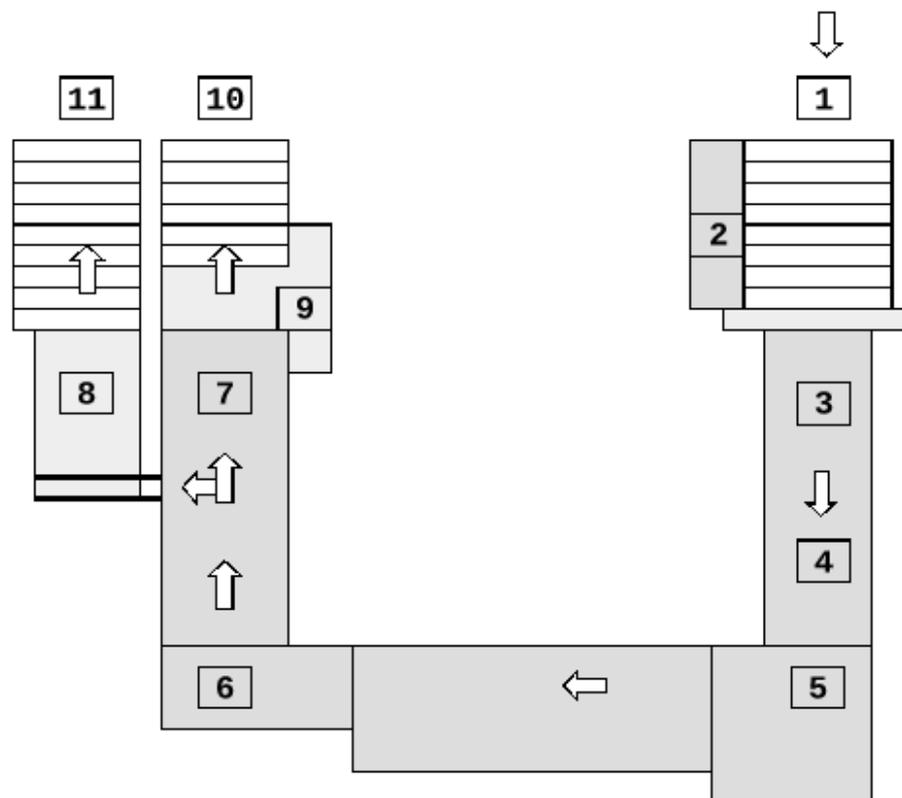
Fonte: Autor (2019).

O fluxograma da figura 9 representa de forma macro o fluxo das informações e materiais de ambas as máquinas que compõem o setor de aplainamento (“A” e “B”). Porém

existem alguns pontos que são específicos do novo processo que devem ser apresentados separadamente, pois uma das principais funcionalidades da ferramenta MES é o total controle do processo e da matéria prima empenhada nos processos.

Para que seja possível entender o novo funcionamento é necessário estabelecer o posicionamento físico de cada um dos equipamentos. A figura 10 mostra uma representação da planta baixa com a identificação dos pontos chave da máquina e localização dos equipamentos da máquina A:

Figura 10: Representação da planta baixa da máquina A.



Fonte: Autor (2019)

É possível perceber que a planta baixa representa de modo dinâmico a localização dos equipamentos que foram implantados na máquina A, assim como os pontos chave da máquina para um entendimento de modo geral, e mais efetivo do funcionamento do processo. A entrada do material está representada pelo número 1 na planta baixa e a saída está representado pelos números 10 e 11 onde o operador coloca as identificações de cada um dos paletes de saída, seja ele “s2s” ou “s4s”.

As setas indicam à direção em que a madeira deve percorrer durante o processo do aplainamento, as demais legendas numéricas da representação da planta baixa da figura 10 estão dispostas no quadro 2 a seguir:

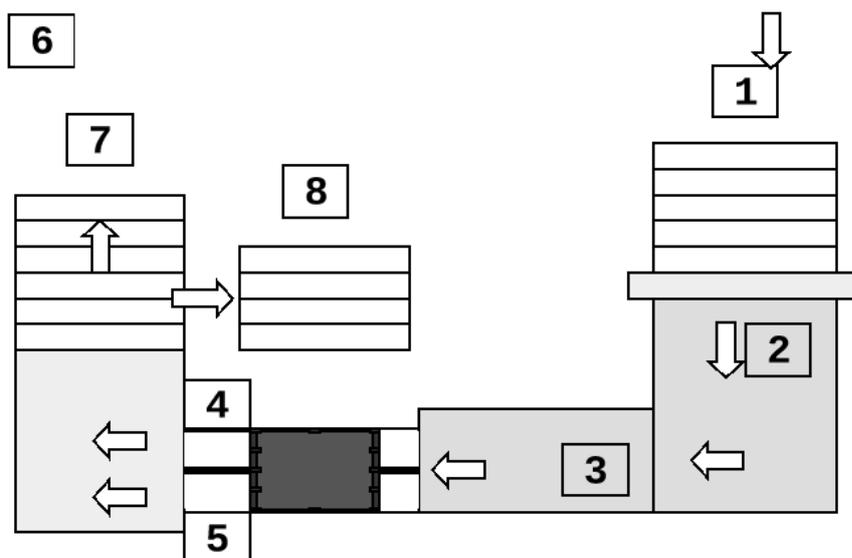
Quadro 2: Legendas numéricas e descrição dos posicionamentos da figura 10.

Número	Descrição dos equipamentos e processos da máquina A
1	Entrada da madeira bruta na máquina, onde existe um desgradeador onde a madeira é derrubada camada após camada para a esteira de transporte.
2	Terminal + leitor de código de barras, onde é verificado se a madeira está nas reservas da ordem selecionada.
3	1º sensor de contagem há a aferição da quantidade de entrada e inicia a contagem dentro do MES. Operador retira madeira que está muito torta, denominada fora de padrão.
4	Terminal + zebra. Processo onde é separada a madeira úmida por um sensor de leitura da própria máquina e o operador decide ao final da operação se o material será ressecado nas estufas, desclassificado para venda ou virará refugo.
5	Casa de máquinas, onde há os 4 cabeçotes de usinagem e suas ferramentas para regulagem.
6	Esteira de organização da madeira já aplainada, onde o operador faz a classificação manual do material por qualidade, direcionando para seu devido destino.
7	2º sensor de contagem há a aferição das quantidades de saída de madeira clear, iniciando a marcação no MES.
8	3º sensor de contagem há a aferição das quantidades de saída de madeira medula, iniciando a marcação no MES.
9	Terminal + zebra, operador realiza o reporte de ambas as qualidades quando palete estiver completo ou quando finalizado o lote.
10	Montagem do palete de madeira clear pela máquina gradeadora, e identificação do palete com a etiqueta impressa pela zebra
11	Montagem do palete de madeira medula manualmente, e identificação do palete com a etiqueta impressa pela zebra

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

A máquina B fica localizada dentro das limitações da máquina A, compreendido paralelamente a lateral da máquina. Como a alimentação da máquina acontece a partir do “s2s” gerado pela máquina A esse *layout* permite uma melhor fluidez e agilidade do processo. A figura 11 representa a planta baixa da máquina B (não foi possível utilizar a planta baixa original da empresa), identificando os pontos chave e localização dos equipamentos, para dar uma noção espacial do processo:

Figura 11: Representação da planta baixa da máquina B.



Fonte: Dados da pesquisa (2019).

A planta representa de modo dinâmico a localização dos equipamentos que foram implantados na máquina B, assim como os pontos chave para um entendimento de modo geral, e mais efetivos do funcionamento do processo. A entrada do material está representada pelo número 1 na planta baixa e a saída está representado pelos números 7 e 8 onde o operador coloca as identificações de cada um dos paletes de saída do S4S.

O procedimento de coleta das informações do material de entrada é semelhante ao que ocorre na máquina A, porém os reportes de produção que alimentam o banco de dados para a verificação do material “s2s” agora são realizados pela máquina A. Gerando saldo dentro do MES e transferido para dentro do ERP para realizar as baixas de estoque e de programação da produção, além de realizar em tempo real as estatísticas com relação a eficiência e disponibilidade da máquina. É importante ressaltar que em caso de queda de energia ou falha de conexão com o servidor que se encontra na nuvem as informações ficam armazenadas dentro do servidor local, como uma forma de *backup* para que não seja perdido nenhum dado.

As setas indicam à direção em que a madeira deve percorrer durante o processo do refilamento, as demais legendas numéricas da representação da planta baixa da figura 11 estão dispostas no quadro 3:

Quadro 3: Legendas numéricas e descrição dos posicionamentos da figura 11.

Número	Descrição dos equipamentos e processo da máquina B
1	Entrada de madeira "s2s" na máquina onde existe em rebaixador pneumático para adequar as camadas a altura do operador.
2	Terminal + leitor de código de barras, onde é verificado se a madeira está nas reservas da ordem selecionada e realizado a entrada do material no sistema.
3	Operador posiciona o "s2s" na esteira que leva aos cabeçotes e serra para realizar a medidas solicitadas nas ordens de produção
4	1º sensor realiza a contagem do material já aplainado e transformado em "s4s" com as dimensões solicitadas em ordem de produção.
5	2º sensor realiza a contagem do material já aplainado e transformado em "s4s" com as dimensões solicitadas em ordem de produção.
6	Terminal + zebra, operador realiza o reporte de ambas as qualidades quando palete estiver completo ou finalizado o lote
7	Montagem do palete de madeira clear manualmente, e identificação do palete com a etiqueta impressa pela impressora zebra
8	Montagem do palete de madeira medula manualmente, e identificação do palete com a etiqueta impressa pela impressora zebra

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

5.3.1 Especificações dos reportes máquina A e funcionamento após implantação

A máquina A tem três sensores de contagens conforme demonstrado na figura 10, um na entrada da linha, e dois para a contabilização dos materiais de saída de linha, podendo ser o objeto da ordem de produção o material "s2s" ou "s4s", um dos sensores fará a contagem do material clear e outro do material medula.

Como o palete de entrada de madeira bruta é lida com o leitor de código de barras a quantidade de peças da etiqueta realiza automaticamente um movimento de entrada na ferramenta MES a partir da informação do banco de dados alimentado pela serraria, transformando o material de peças para granel (m³) dentro do sistema integrado. O primeiro sensor serve para realizar a contagem das peças que realmente entraram na máquina, deixando evidenciado na tela de reporte e gerando uma base para que seja realizado o balanço de massa ao final da passagem do lote.

Os dois sensores de contagem que se encontram nas saídas de linha realizam a contagem do material de saída, a soma de ambas as qualidades clear e medula são qualificadas dentro do MES como peças boas. A ferramenta MES não deixa o operador apontar uma quantidade de peças maior que a que já foi empenhada na entrada, pois se isso chegar a acontecer significa que a identificação dos paletes de entrada de madeira bruta está com as identificações ou quantidades erradas, tendo que ser feito o estorno do material de entrada. Quando houver alguma quebra de peças após serem aplainadas, essas

peças deverão ser separadas pelo operador e antes da realização do reporte do último palete ele deve considerar essa peça como boa e colocar na última camada do pacote apontando manualmente como uma peça boa.

Ao final da produção daquele lote o operador deve realizar o balanço de massa na tela de apontamento do MES. Na execução deste balanço de massa a ferramenta realizará o cálculo da diferença das peças que entraram na máquina pelas peças que forem apontadas como boas. Essas peças que estão sobrando devem ser destinadas, o operador realiza o apontamento das peças refugadas, gerando refugo de tabuado seco e não de peças boas. Após realizar este reporte ele verifica quantas peças foram desclassificadas por umidade inadequada, que constam na contagem do próprio sistema da máquina, conforme número 4 da figura 11. O próprio operador define qual será o destino desse material desclassificado, reportando e imprimindo a etiqueta para qual for definido, esse material pode ser lançado como madeira bruta úmida (retornando para o depósito anterior), ou como material de embalagem de uso interno e venda.

5.3.2 Especificações dos reportes máquina B e funcionamento após implantação

A máquina B tem dois sensores de contagem, ambos após a saída dos cabeçotes e serra, realizando a contagem das peças que são consideradas como boas. Como a montagem dos paletes é realizada manualmente os sensores apenas contarão a quantidade de peças para que ao final do lote possa ser realizado o balanço de massa.

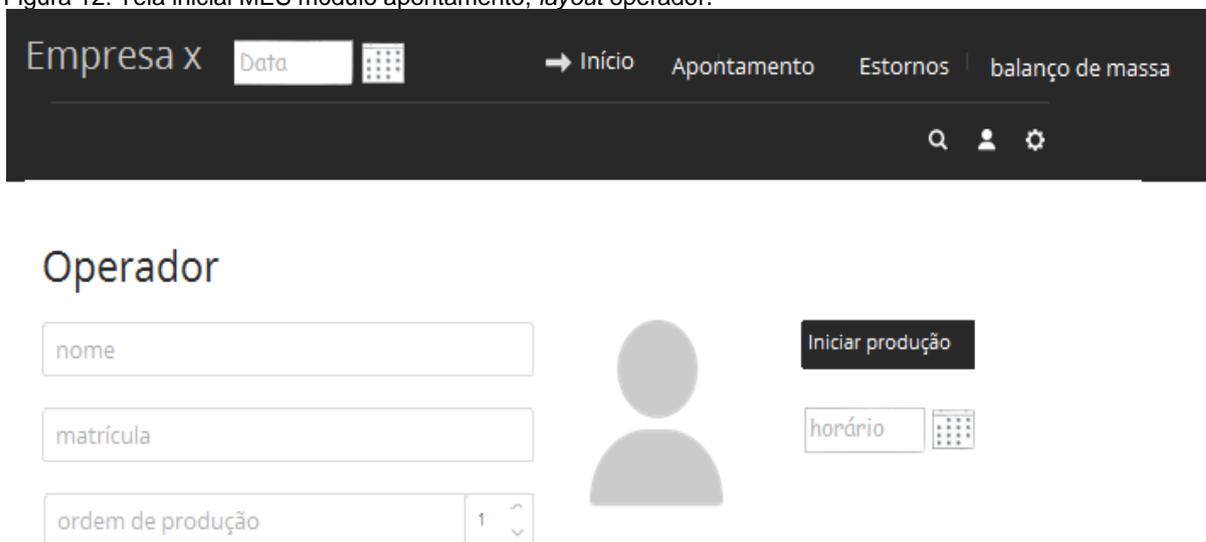
O operador deve procurar a ordem de produção dentro da tela de apontamento, após encontrá-la deve iniciar o processo de apontamento. O palete de “s2s” é colocado na entrada da máquina e feito a leitura da etiqueta de identificação pelo operador utilizando o leitor de código de barras, se o material não pertence a lista de materiais aparece uma mensagem de erro ao operador impedindo o prosseguimento do processo. Caso esteja dentro da lista de materiais a quantidade de peças informado na etiqueta entra na contagem do MES como peças de entrada.

A ferramenta MES não deixa o operador apontar uma quantidade de peças maior que a que já foi empenhada na entrada, pois se isso chegar a acontecer significa que a identificação dos paletes de entrada de madeira “s2s” está com as identificações ou quantidades erradas, tendo que ser feito o estorno do material de entrada. Quando houver alguma quebra de peças após serem processadas, essas peças deverão ser separadas pelo operador e antes da realização do reporte do último palete ele deve considerar essa peça como boa e colocar na última camada do pacote apontando manualmente como uma peça boa.

Ao final da produção daquele lote o operador deve realizar o balanço de massa na tela de apontamento do MES. Na execução deste balanço de massa a ferramenta realizará o cálculo da diferença das peças que entraram na máquina pelas peças que forem apontadas como boas. Essas peças que estão sobrando devem ser destinadas, o operador realiza o apontamento das peças refugadas, gerando refugo de “s2s” e não de peças boas, no caso da máquina B não há a possibilidade de gerar madeira úmida pois já foi verificado pela máquina A anteriormente, restando ao operador reportar as peças da diferença do balanço de massa das peças desclassificadas apenas como refugo e embalagem.

Foram desenvolvidas telas de apontamento semelhantes as que estão sendo usadas nos processos de apontamento pela ferramenta, pois o andamento do projeto de implantação ainda está em ambiente de teste. A figura 12 demonstra a tela inicial do módulo de apontamento da ferramenta MES utilizada pelos operadores em ambas as máquinas do setor de aplainamento, conforme foi apresentado em ambas as plantas baixas. O layout das telas é de fácil entendimento e funcionamento, uma vez que a alimentação das informações necessárias será feita pela programação. Nesta tela inicial o operador deverá preencher seu nome e matrícula, para identificação nos indicadores e procurar qual ordem de produção será apontado.

Figura 12: Tela inicial MES módulo apontamento, *layout* operador.



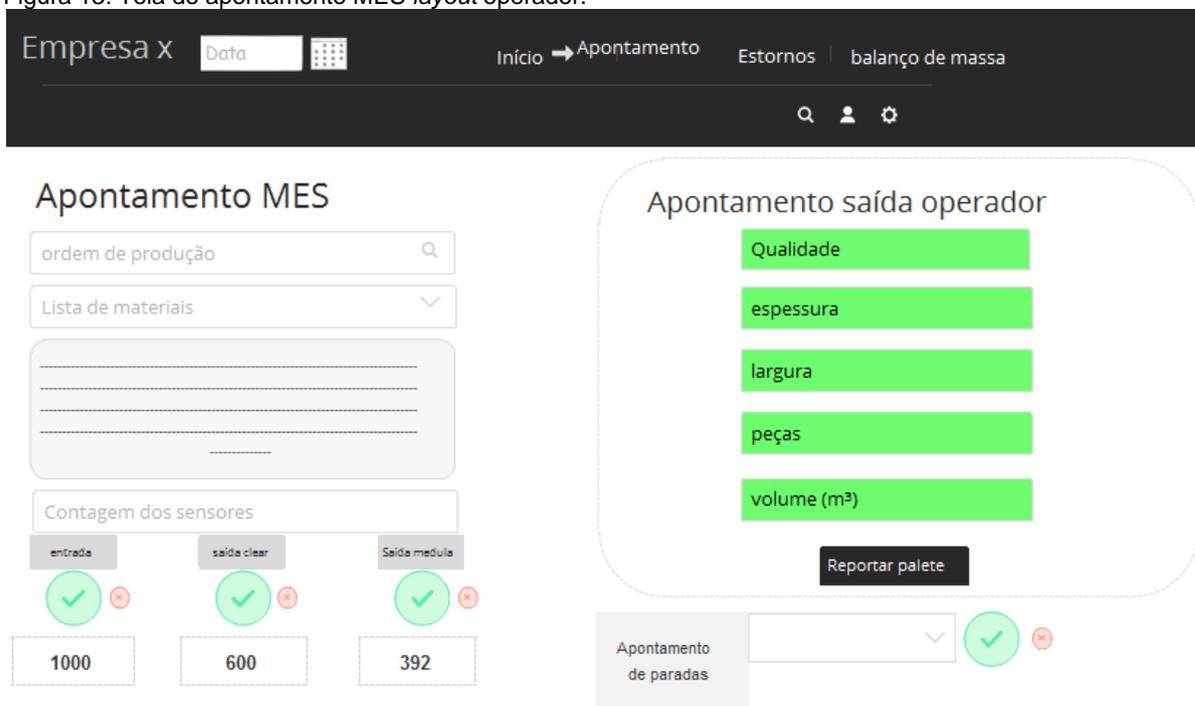
The image shows a screenshot of a software interface for an operator. At the top, there is a dark navigation bar with the text "Empresa x" on the left, a "Data" field with a calendar icon, and a menu with options: "Início", "Apontamento", "Estornos", and "balanço de massa". Below the navigation bar, there are three input fields: "nome", "matrícula", and "ordem de produção" (with a dropdown arrow and the number "1" next to it). To the right of these fields is a grey silhouette of a person. Further right, there is a dark button labeled "Iniciar produção" and a "horário" field with a calendar icon. At the bottom right of the interface, there are icons for search, user profile, and settings.

Fonte: Autor (2019)

Como descrito nos processos de funcionamento o apontamento ocorre em tempo real no MES, realizando os movimentos primeiramente na ferramenta e transpondo para dentro no *ERP*. A figura 13 a seguir demonstra as funcionalidades após o início da ordem de produção pelo operador, demonstrando à lista de materiais a esquerda da tela, os

status dos sensores e suas contagens que ocorrerão simultaneamente e independente umas das outras.

Figura 13: Tela de apontamento MES layout operador.



Fonte: Autor (2019)

À direita da tela é onde o operador preenche as informações do próprio apontamento, ele deverá indicar apenas a qualidade do material de saída e quantidade de peças, o restante das informações será previamente definido pela abertura da ordem.

Quando há uma interrupção maior que quarenta segundos, na passagem das peças pelo sensor de entrada o sistema abre a aba para que o operador identifique qual o código de parada em tela. São as informações do “apontamento saída operador” que são impressas nas etiquetas de identificação dos paletes de saída dos materiais, sendo eles “s2s” ou “s4s”, conforme OP. Cada um dos apontamentos realizados gerará um número de reporte dentro da própria ordem, sendo fácil identificar se for preciso estornar aquele material.

A figura 14 é o modelo da tela onde são realizados os estornos de produção. O operador deverá ter uma autorização do responsável do turno para realizar esse processo, pois se trata de um movimento errado. Ele deve selecionar a ordem, identificar qual usuário fará o movimento, sua senha de acesso e no lado direito da tela identificar qual dos reportes que deverá ser estornado, como os apontamentos de produção o MES faz o movimento primeiramente na ferramenta e posteriormente dentro do ERP.

Figura 14: Tela de estorno, *layout* operador.

Empresa x Data

Início Apontamento → Estornos balanço de massa

Selecionar número da ordem

ordem de produção 1

matrícula operador

senha

horário

Realizar estorno

Lista de materiais a ser estornado

Fonte: Autor (2019)

Finalizados todos os apontamentos daquele lote, para a determinada ordem, o operador deverá realizar o balanço de massa do material, conforme demonstrado na figura 15, identificando para qual material será destinado a diferença entre as entradas e saídas.

Figura 15: Balanço de massa e finalização de ordem, *layout* operador.

Empresa x Data

Início Apontamento Estornos → balanço de massa

Selecionar número da ordem

ordem de produção 1

peças de entrada
código de barras 1000

peças apontadas
boas 992

diferença a ser tratada 8

Qual o destino do material sobrando?

peças refugadas 0 Reportar

peças para embalagem 0 Reportar

peças úmidas 0 Reportar

Finalizar ordem

Fonte: Autor (2019)

Depois de enviar os materiais excedentes para os devidos lugares o operador deve finalizar a ordem de produção, o sistema já retorna a tela inicial dando a opção de o operador iniciar outra ordem ou finalizar turno.

Os benefícios trazidos pela implantação ainda não podem ser quantificados estatisticamente, pois ainda não existem dados suficientes por estarem em ambientes de

teste. Porém é possível observar que a ferramenta irá sanar as necessidades propostas pela empresa para aquele setor, gerando um controle de estoque em tempo real, uma coleta de dados instantânea fazendo com que os gestores tomem as decisões na hora em que desvios são encontrados. O planejamento do setor ficou muito mais dinâmico, pois as informações com relação ao que foi programado e realizado estão em uma mesma plataforma de controle.

Conforme proposto as identificações dos paletes estão padronizadas, trazendo todas as informações necessárias para o manuseio correto desse material, gerando também uma facilidade na hora de realizar o inventário físico da empresa, tendo em vista que todos os paletes estão saindo com a identificação com código de barras da máquina, tornando esse processo mais ágil e dinâmico.

CONCLUSÕES

Como o sistema de execução de manufatura ainda está sendo realizado em ambiente de teste não foi possível fazer uma comparação estatística entre os apontamentos antes e depois da implantação, porém o objetivo do estudo de caso que foi analisar as diferenças entre os apontamentos de produção antes e depois da ferramenta foi atendido.

Os principais resultados levantados foram o controle dos processos de produção do setor em tempo real, gerando relatórios de desempenho individuais para cada uma das máquinas do setor, o controle de estoque de qualidade e em uma única plataforma de informações. Foram padronizadas as identificações dos paletes do processo, a coleta dos dados de produção e baixas da programação por pedido está sendo feita no momento da produção já em chão de fábrica, fazendo com que os operadores sejam atuantes e conscientes nas informações apontadas.

Pode-se concluir que a implantação de um sistema como o MÊS melhora a qualidade das informações que chegam até os níveis de tomada de decisão, além de proporcionar um controle de produção com muito mais acurácia, ressaltando a tecnologia como um meio das empresas diminuírem perdas e conseqüentemente se tornar muito mais competitivas.

Segue como sugestão para projetos futuros a integração completa da fábrica, pois, foi demonstrado que, com o uso da tecnologia é possível padronizar e controlar os processos de produção de forma eficaz diminuindo as possibilidades de erros resultantes dos apontamentos manuais.

REFERÊNCIAS

BRADFORD, M. **Modern ERP: Select, Implement, and Use Today's Advanced Business Systems**. 3ª. ed. [S.l.]: Lulu.com, 2015.

ESCOBAR, J.; CARVALHO, M.; FREIRES, F. O uso de tecnologias para o processo de preparação

de pedidos: implicações e proposições. **Produção Online**, v.15, n.1, p.188, 2015.

<http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v15i1.1743>

JABBOUR, A.; ALVES FILHO, A. Tendências da área de pesquisa em estratégia de produção. **Sistemas & Gestão**, v.4, n.3, p.238–262, 2010.

MARTINS, B. C. Implantação do sistema MES no setor de acabamento em uma indústria do ramo madeireiro de médio porte; Universidade do Planalto Catarinense; Curso de Engenharia de Produção, Lages 2019.

MARTINS, G. A. Estudo de caso: uma reflexão sobre a aplicabilidade em pesquisas no Brasil. *Revista de Contabilidade e Organizações*, v. 2, n. 2, p. 9-18, jan./abr., 2008.

<https://www.revistas.usp.br/rco/article/viewFile/34702/37440>.

NEVES, J. **Contribuições da implantação da tecnologia de informação MES – Manufacturing Execution System - para a melhoria das dimensões competitivas da manufatura - estudo de caso Novelis Brasil Ltda**. 2011. 190f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica), Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Guaratinguetá, 2011.

VANDERLEI, M.; JUNIOR J.; MARINS F.; MIRANDA G. Implantação de controle baseado no sistema de execução da manufatura (mes): análise em empresa de usinagem no setor aeronáutico. **Produção Online**, v.9, n. 4, p.747–770, 2009. <http://dx.doi.org/10.14488/1676-1901.v9i4.380>

VARGAS; SELITTO. Contribuição Manufacturing Execution System na execução de prioridades competitivas em empresas de manufatura. **Produção Online**, Florianópolis, SC, v. 16, n. 3, p. 875-894, jul./set. 2016.

WOLF; Desenvolvimento de um sistema de execução da manufatura online para uso em indústria de ração animal; Centro Universitário Univates; Curso de Engenharia de Controle e Automação; Lajeado 2016.