

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE MECÂNICA  
ENGENHARIA MECÂNICA**

**MURILO ALVES CORREA**

**IMPLEMENTAR CONTADOR DE PLACAS EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO  
DE REVESTIMENTO DE PLACAS DE MDF**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PONTA GROSSA**

**2015**

**MURILO ALVES CORREA**

**IMPLEMENTAR CONTADOR DE PLACAS EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO  
DE REVESTIMENTO DE PLACAS DE MDF**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentada como requisito parcial à  
obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Mecânica, da  
Universidade Tecnológica Federal  
do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Frederic Conrad  
Jansen

**PONTA GROSSA**

**2015**



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **IMPLEMENTAÇÃO DE CONTADOR DE PLACAS EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE REVESTIMENTO DE PLACAS DE MDF**

por

**MURILO ALVES CORREA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 11 de novembro de 2015 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. Me. Frederic Conrad Janzen  
Orientador

Prof. Dr. Angelo Marcelo Tusset  
Membro Titular

Prof. Dr. Laercio Javarez Junior  
Membro Titular

Prof. Marcos Eduardo Soares  
Responsável pelos TCC

Prof. Dr. Laercio Javarez Junior  
Coordenador do Curso

CORREA, Murilo Alves. **IMPLEMENTAR CONTADOR DE PLACAS EM UMA LINHA DE PRODUÇÃO DE REVESTIMENTO DE PLACAS DE MDF**, 2015. Número total de folhas 31. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2015.

O presente trabalho trata da implementação de um controle do consumo de placas de MDF ou MDP de uma linha de produção de revestimento melamínico em uma fábrica no interior do Paraná. Para a realização do mesmo, usamos como ferramenta a programação em Controlador Lógico Programável da Siemens já existente na linha de produção. Partindo de um levantamento bibliográfico e trabalho em campo o para mapear o processo, será implementado e acompanhado os resultados da programação evidenciando posteriormente as coletas das informações. Os resultados servirão de forma significativa para o controle da linha de produção de revestimento melamínico de placas de MDF e favorecerá consideravelmente para o controle do estoque de placas para a correta alocação de custos.

O estudo de caso ocorreu em uma empresa de painéis de madeira situada no interior do Paraná e o período de análise ocorreu no primeiro semestre de 2015.

**Palavras-chave:** Automação, programação em CLP, controle processo, Sequenciamento produção.

## **ABSTRACT**

This paper deals with the implementation of a control consumption of MDF or MDP melamine coating of a production line in a factory inside the Paraná . For its realization , we used as the programming tool for programmable logic controller from Siemens existing production line. Based on a literature review and work in the field to map the process will be implemented and monitored the results of programming later showing collections of information. The results will significantly for the control of melamine coating production line of MDF boards and considerably favor for inventory control cards for the correct allocation of costs

The case study took place in a wood panel company located within the Paraná and the analysis period occurred in the first half of 2015 .

**Keywords:** Automation, PLC programming, process control, production sequencing, MDF.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Visão geral das atividades do PCP .....	10
Figura 2 PCP como base para competitividade empresarial .....	11
Figura 3 Estrutura conceitual PCP .....	12
Figura 4 Diagrama de blocos de um sistema de automação .....	13
Figura 5 Estrutura básica CLP .....	16
Figura 6 Processo produtivo MDF .....	18
Figura 7 Linha de impregnação.....	19
Figura 8 Área da formação da linha de Melamina .....	21
Figura 9 fluxograma máquinas processo produtivo .....	22
Figura 10 Fluxograma contador entrada da linha .....	24
Figura 11 Fluxograma contador final da linha .....	25
Figura 12 Programa FIFO em linguagem Ladder .....	26
Figura 13 Resumo dados produção turno 1 .....	27
Figura 14 descarte de placas de primeira na mesa de capas.....	29

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	8
2. OBJETIVOS .....	8
2.1. OBJETIVO GERAL .....	9
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	9
3. JUSTIFICATIVA .....	9
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	9
4.1. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO .....	9
4.2. MRP, MRPII e ERP .....	11
5. AUTOMAÇÃO .....	13
5.1. PRINCIPAIS SENSORES INDUSTRIAIS.....	14
5.2. PRINCIPAIS ATUADORES INDUSTRIAIS .....	14
5.3. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS.....	15
5.3.1. Histórico .....	15
5.3.2. Estrutura do CLP .....	16
6. METODOLOGIA.....	17
7. PROCESSO PRODUTIVO BÁSICO.....	18
7.1. DESCRIÇÃO DO PROCESSO LINHA DE MDF .....	18
7.2. PROCESSO PRODUTIVO IMPREGNAÇÃO .....	19
7.3. PROCESSO PRODUTIVO MELAMINA .....	20
8. ESTUDO DE CASO .....	21
9. PROGRAMAÇÃO.....	22
10. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	28
11. Custos envolvidos .....	29
12. CONCLUSÃO .....	30
13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	31

## **1. INTRODUÇÃO**

Desde meados da década de 90, o uso da madeira bruta na fabricação de móveis caiu em desuso devido a introdução no mercado brasileiro de painéis de madeira reconstituída, mais especificamente o MDF (painéis de fibra de média densidade) e o MDP (painéis de particulada de média densidade). REMADE (2011)

Os painéis de madeira são estruturas fabricadas com madeiras em lâminas ou em diferentes estágios de desagregação que, aglutinadas pela ação de pressão, de temperatura e da utilização de resinas, são novamente agregadas visando à manufatura. A principal vantagem desse tipo de produto é a aplicação como substituto da escassa e encarecida madeira maciça em diferentes usos, como na fabricação de móveis, portas, pisos e rodapés. REMADE (2007)

Para agregar valor aos painéis, pode-se revestir as faces com lâminas decorativas que imitam madeira ou outras cores. As lâminas são papéis com resina que são aplicadas nas placas por meio de temperatura e pressão em outra linha de produção.

Para a produção dos painéis é utilizado um sistema automatizado denominado ERP é utilizado pelo departamento de Programação e Controle de Produção para emissão das ordens de compra e produção. Neste sistema estão as informações de todos os estoques da empresa e o ideal é que os estoques físicos e virtual sempre contivessem a mesma quantidade.

Durante a produção podem ocorrer problemas na linha que causam desvios de qualidade como bordas danificadas, zonas opacas, papel não pensado errado ou faltando entre outros. Para retomar rapidamente a produção, comumente os operadores retiram os produtos que estão na linha e reiniciam todo o processo. Como não existe um controle da quantidade de material que é retirado durante a linha de produção, os operadores não informam o sistema corretamente com a quantidade de material realmente consumido e isso causa erros no estoque do sistema.

Este Trabalho visa implementar um contador de placas que entram e saem de uma linha de produção de placas revestidas com películas decorativas gerando informações confiáveis para que os operadores informem corretamente o sistema ERP.

Quando ocorrem diferenças entre os estoques físico e virtual levantados na conferência de estoques é necessário consumir matéria prima no sistema virtual sem que esta tenha se tornado produto acabado e os custos são alocados no custo direto de produção.

## **2. OBJETIVOS**

Por meio da melhoria contínua, a empresa busca o maior rendimento dos seus processos. A alocação correta dos custos de produção é fundamental para definição do preço final do produto.



## 2.1. OBJETIVO GERAL

- Implementar contadores de placas em uma linha de produção de revestimento melamínico de placas de MDF.

## 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Revisar bibliografias do tema proposto;
- Propor soluções para o problema;
- Analisar a melhor solução;
- Implementar o sistema de contagem;
- Analisar os dados do sistema.

## 3. JUSTIFICATIVA

Segundo a Associação das Indústrias de Móveis do Rio Grande do Sul em 2012, a produção total nacional do setor moveleiro foi de R\$38,6bi, gerando 322,8 mil pessoas ocupadas entre empregos diretos e indiretos com 494,2 milhões de peças.

Num cenário competitivo é fundamental que as empresas melhorem continuamente para garantir sua permanência e crescimento no mercado. Uma das formas é conhecer seus processos e restrições e garantir que o fluxo de informação seja correto para que não ocorra desperdícios de tempo e recursos humanos ou materiais.

Atualmente, nas três linhas de produção da indústria em questão, a diferença de placas consumidas e placas que chegaram na linha de embalagem é da ordem de mil por mês por linha. Suspeita-se que os lotes na entrada da linha são menores ou os operadores descartam muitas placas.

O presente trabalho servirá para constatar a hipótese de que existem muitas perdas na linha de produção e o operador não informa corretamente o sistema ERP.

## 4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 4.1. PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Conforme Tubino (2000) o Planejamento do Controle da Produção (PCP) é um departamento da empresa que gerencia todos os aspectos da produção, desde a solicitação da compra de matéria prima, sequências de produção e a destinação do produto final para vendas.

Uma visão geral do PCP é representado pela figura 1

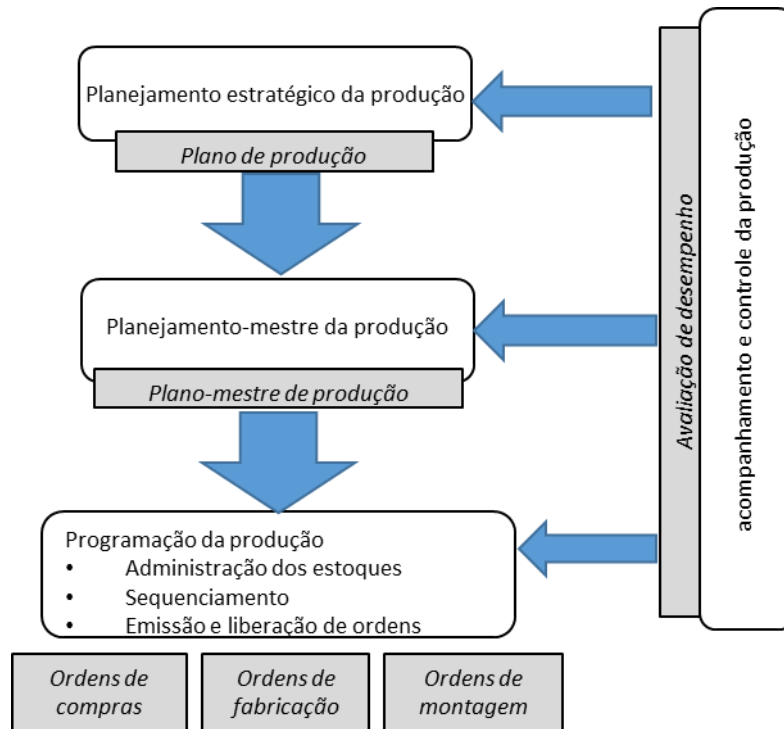


Figura 1 Visão geral das atividades do PCP  
Adaptado de Tubino (2000)

Para Tubino(2000), o PCP está subdividido da seguinte forma:

Planejamento estratégico da produção: Estabelece um plano de produção de longo prazo segundo as estimativas de vendas e a disponibilidade dos recursos financeiros e produtivos. O Plano de produção é pouco detalhado e tem como finalidade possibilitar a adequação dos recursos produtivos à demanda esperada dos mesmos.

Planejamento mestre da produção: Estabelece o Plano Mestre de Produção dos produtos finais detalhado a médio prazo com base nas previsões de vendas ou nos pedidos já confirmados. Deve identificar possíveis gargalos que possam impedir a execução do plano a curto prazo e tomar medidas preventivas necessárias.

Programação da produção: Estabelece a curto prazo quanto e quando comprar, fabricar ou montar cada item necessário a composição do produto final. Faz o sequenciamento das ordens emitidas de forma a otimizar a utilização dos recursos produtivos. É da Programação da Produção que saem as ordens a todos os setores responsáveis.

Acompanhamento e controle da produção: Por meio da coleta e análise dos dados, busca garantir que o programa de produção emitido seja executado a contento. Os dados podem ser usados por outros setores do sistema produtivo.

Na visão de Lutosa(2008) o PCP é o responsável pela coordenação e aplicação dos recursos produtivos para atender da melhor forma possível os planejamentos estabelecidos nos níveis estratégicos, tático e operacional. Por isso o PCP é um elemento estratégico na organização como mostra a Figura 2

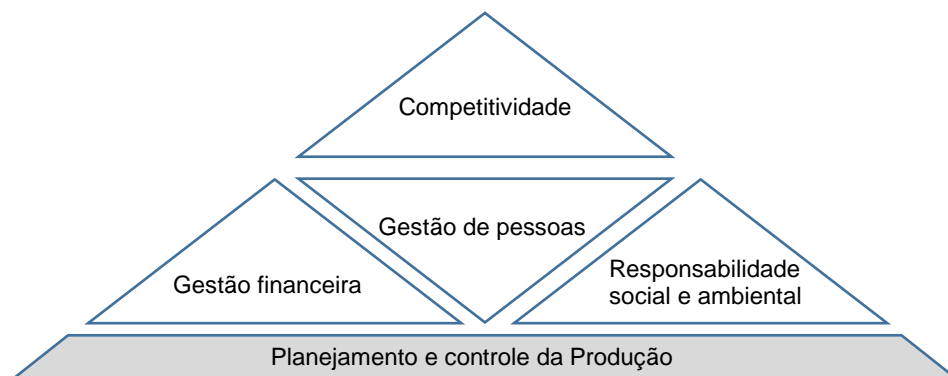


Figura 2 PCP como base para competitividade empresarial  
Fonte: Lutosa(2008)

A atuação do PCP desenvolvendo atividades de idealização, elaboração, controle e operação nos níveis estratégicos está sintetizado no Quadro 1.

Quadro 1 - Atuação do PCP nos níveis estratégicos

Nível Estratégico	Definidas políticas estratégicas a longo prazo e a capacidade produtiva. O planejamento agregado da produção é uma transição para o nível tático, definindo o composto das estratégias específicas de produção
Nível Tático	São estabelecidos planos de médio prazo obtendo-se Plano Mestre de Produção
Nível Operacional	São preparados os planos de curto prazo. É feito o gerenciamento dos estoques, as ordens de produção são sequenciadas, ordens de compra são emitidas e liberadas e também é feito o acompanhamento e controle.

Fonte: Lutosa(2008)

Para fazer o sincronismo entre aquisição da matéria prima, produção e demanda, o PCP utiliza ferramentas para auxílio na tomada de descrições, uma delas é o MRP (Material Requirements Planning).

#### 4.2. MRP, MRPII e ERP

O sistema MRP é um algoritmo de um programa de computador para auxiliar na programação e controle da produção.

Desde os anos 70 a tecnologia da informação operacionaliza diferentes modelos usados no PCP, (LAURINDO 2002) permitindo equacionar o cálculo das necessidades de materiais para produção de produtos que contenham uma grande quantidade de componentes.

Resumidamente segundo autores Corrêa e Gianesi(2011) e Tubino (2000), uma vez que se defina o que será produzido, o MRP irá calcular automaticamente o que, quanto e quando produzir e comprar diversos itens semiacabados e matéria prima.

Nos anos 80 os sistemas MRP evoluíram para sistemas MRPII que passaram a ter uma maior abrangência permitindo incluir no planejamento outros aspectos como a capacidade de produção e permitindo gestão de outros recursos além dos materiais (LAURINDO 2002)

Para Corrêa e Gianesi (2011) O MRPII diferencia-se do MRP pelo tipo de decisão de planejamento que orienta; enquanto o MRP orienta as decisões de o que, quanto e quando produzir e comprar, o MRPII engloba também as decisões referentes a como produzir, ou seja, com que recursos.

O MRPII utiliza uma lógica estruturada de planejamento que prevê uma sequência hierárquica de cálculos, verificações e decisões, visando chegar a um plano de produção viável em termos de disponibilidade de materiais e de capacidade produtiva (CORRÊA e GIANESI 2011)

O próximo passo para evolução do MRPII foi a inclusão de vários outros aspectos, como, por exemplo, contabilidade, finanças, comercial, recursos humanos, engenharia entre outros. Esta nova geração passou a ser chamada de ERP (Enterprise Resource Planning) ou Sistemas de Gestão Empresarial (LAURINDO 2002).

Para Vieiro (2012) *apud* Decoster (2008), o ERP é um programa de computador multi-modular que controlam e fornecem suporte a todos os processos operacionais, produtivos, administrativos e comerciais da empresa. Entre os principais que estão disponíveis para venda destaca-se o R/3 da alemã SAP.

De maneira geral, o PCP está estruturado com a seguinte arquitetura demonstrada na Figura 3.



Figura 3 Estrutura conceitual PCP  
Fonte: Autor

O PCP é uma peça fundamental para a competitividade da empresa, mas o que determina a maneira como que o mercado será atendido é a estratégia da empresa. Desta forma, é fundamental que o PCP tenha dados confiáveis de estoque para que faça a programação correta da produção e compra de matéria prima.

## 5. AUTOMAÇÃO

Inthurn (2001) comenta que aumentar a produtividade significa produzir cada vez mais e/ou melhor, com cada vez menos. Com a globalização da economia as empresas precisaram aumentar a produtividade com qualidade e isto as levou para a automação de seus processos produtivos, visando o melhor controle.

Rosário (2009) afirma que sistemas de controle são uma das bases da automação industrial. Esse assunto compreende principalmente a utilização de computadores, controladores lógicos programáveis, conversores de frequência e uma vasta gama de componentes utilizados em um controle de produção. Garcia (2005) complementa ainda que controle industrial seja definido como sendo a regulação automática de operações de manufatura e os equipamentos associados, assim como a integração e coordenação de operações em sistemas de produção de grande porte.

Os sistemas automatizados são muitas vezes complexos se observados de forma ampla, mas divide-se basicamente em 3 partes básicas: sensoriamento, controle e atuação que atuam no processo conforme figura abaixo.

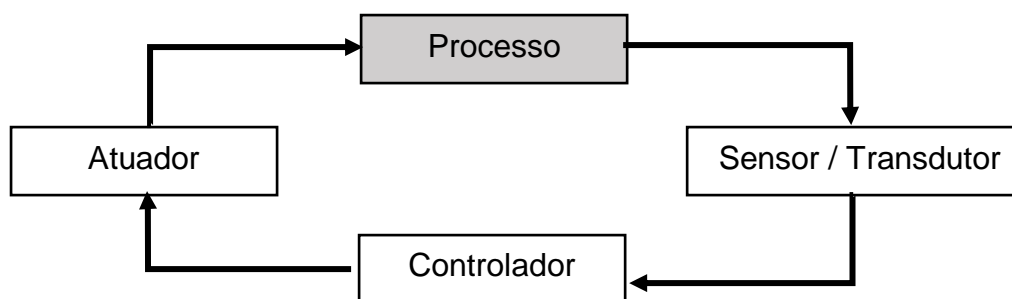


Figura 4 Diagrama de blocos de um sistema de automação  
Fonte: Silveira (1998)

Franchi(2009) define os elementos da automação da seguinte forma:

Sensores/Transdutores: São dispositivos que convertem um fenômeno físico, como temperatura, pressão, luz, entre outros, em um sinal elétrico que pode ser usado pelo CLP

Atuadores: Convertem o sinal elétrico oriundo do controlador em uma condição física, normalmente ligando ou desligando elementos, podem ser magnéticos, pneumáticos ou elétricos. Como por exemplo, válvulas, motores, aquecedores entre outros.

Controladores: De acordo com o estado das suas entradas, o controlador utiliza um programa de controle para calcular o estado das suas saídas. Os sinais elétricos das saídas são convertidos no processo através dos atuadores.

## 5.1. PRINCIPAIS SENSORES INDUSTRIAIS

Trajano (2012) afirma que há vários tipos de transdutores disponíveis no mercado, eles variam conforme a grandeza que medem, classe de precisão e região de operação. A classificação mais comum é por tipo de grandeza medida. Dessa forma temos principalmente:

- Transdutores de Temperatura;
- Transdutores Fotoelétricos;
- Transdutores de Posição (Servomecanismos).
- Transdutores de Tensão Mecânica ou Extensômetros;
- Transdutores de Pressão;
- Transdutores de Vazão;

Para o presente trabalho, foram utilizados principalmente o sinal de sensores do tipo fotoelétricos, que baseiam-se na reflexão de um feixe de luz infravermelha para detectar a posição da placa na máquina, e de pressão, que nos transportadores com ventosas, a presença de vácuo confirma que a placa está suspensa.

## 5.2. PRINCIPAIS ATUADORES INDUSTRIAIS

São os dispositivos que efetivamente realizam trabalho, atuando no meio físico. Podem ser contínuos ou discretos dependendo da forma de atuação. Basicamente os principais atuadores em uso na automação na indústria são (Trajano 2012):

- Eletroválvulas e Cilindros
- Servomotores;
- Motores de Passo;
- Motores Lineares;

Eletroválvulas e Cilindros: Eletroválvulas são as válvulas pneumáticas e hidráulicas pilotadas eletricamente. Podem ser discretas como as válvulas

direcionais que apenas direcionam o fluxo ou contínuas como as válvulas proporcionais e servoválvulas, que controlam a vazão do fluido de forma proporcional. Não são atuadores de fato, apenas trabalham em conjunto com os cilindros pneumáticos e hidráulicos, sendo estes sim atuadores efetivamente. Da mesma forma ocorre com os contatores, que ligam e desligam motores que atuam no processo.

Servomotores Basicamente são motores que devem trabalhar sobre a ação de algum mecanismo de servoposicionamento. Em razão disto, possuem sempre um mecanismo de realimentação de sua posição. O controle dos servomotores é feito por conversores de frequência.

### 5.3. CONTROLADORES LÓGICOS PROGRAMÁVEIS

#### 5.3.1. Histórico

Antes do surgimento dos Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), as tarefas de comando e controle de máquinas e processos industriais eram feitas por reles eletromagnéticos, especialmente projetados para este fim. O controle baseado em reles exigia modificações na fiação, no caso de alterações no processo automatizado, e em muitos casos isso se tornava inviável, sendo mais barato substituir todo o painel por um novo (Martins, 2012).

O CLP foi desenvolvido para suprir a necessidade da indústria automobilística devido à grande dificuldade existente para alterar-se a lógica de controle de painéis de comando a cada mudança na linha de montagem. Estas mudanças implicavam altos gastos de tempo e dinheiro (Martins, 2012).

Então surgiu na General Motors em 1968, o primeiro CLP com objetivo de ganhar tempo e reduzir gastos tendo as seguintes características (Rosário, 2009).

- Permitir facilidade e flexibilidade de montagem em máquinas;
- Ser totalmente programável (projeto reutilizável);
- Adaptação total ao ambiente industrial;
- Manutenção facilitada.

A primeira geração de CLP's utilizava componentes discretos como transistores e circuitos integrados com baixa escala de integração. A partir da década de 70, os equipamentos cresceram em poder de processamento, número de entradas e saídas e novas funções foram incorporadas. Ainda na década de 70, com o desenvolvimento do microprocessador, o tamanho e os custos diminuíram e aumentou o poder de processamento e confiabilidade. Na década de 80 surgiram as redes locais para comunicação e troca de dados entre CLP's e computadores (Martins 2012).

Martins (2012) conclui que desde o seu aparecimento até hoje, muita coisa evoluiu nos controladores lógicos. Esta evolução está ligada diretamente ao desenvolvimento tecnológico da informática em suas características de software e de hardware.

### 5.3.2. Estrutura do CLP

Os CLP's podem ser do tipo modular, onde é montado de acordo com as necessidades do cliente, ou compacto, onde as entradas, saídas, portas de comunicação não podem ser expandidas.

Os módulos básicos de um CLP são representados na figura abaixo.

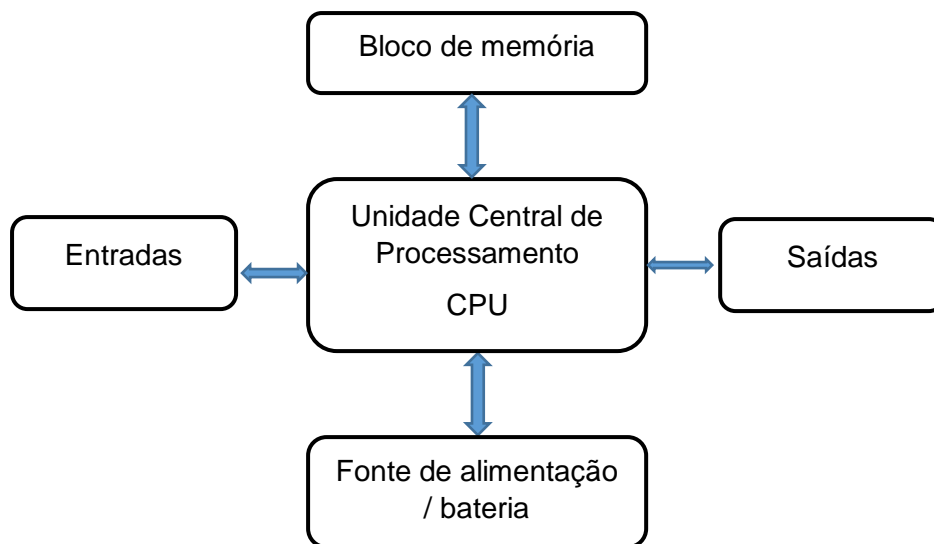


Figura 5 Estrutura básica CLP  
Fonte: Parede (2011)

Parede (2011) afirma que o CLP é basicamente um computador industrial com 4 módulos básicos:

Unidade Central de Processamento (CPU): controla e supervisiona todas as operações realizadas nos circuitos eletrônicos do CLP, por meio das instruções que estão armazenadas na memória. A comunicação interna entre a CPU, o bloco de memória e os módulos de entrada e saída é feito por um barramento interno.

Bloco de memória: A memória armazena os programas desenvolvidos pelo usuário e pelo fabricante.

Esse componente desempenha as funções de armazenamento:

- Do programa desenvolvido pelo fabricante (firmware).
- Do código do programa desenvolvido pelo usuário.
- Dos dados do programa desenvolvido pelo usuário.



Fonte de alimentação / bateria: Converte a tensão da rede elétrica (110 ou 220 VCA) para a tensão de alimentação dos circuitos eletrônicos do microprocessador, memórias e circuitos auxiliares. Também mantém a carga da bateria, que em caso de falta de energia, evita que os dados voláteis se percam.

Entradas e saídas: São a interface do CLP com o sistema externo. Existem diversos tipos de módulos (analógicos, digitais e inteligentes), com número variável de entradas e saídas. Os módulos de entrada do CLP recebem sinais dos sensores e das botoeiras de campo e os módulos de saída acionam os atuadores.

O CLP que a linha de revestimento melamínico usa é um S7 400 da Siemens com módulos remotos ao logo da linha de produção. Existe uma rede entre os CLPs para troca de dados e outra rede com sistema supervisor para controle operacional.

## **6. METODOLOGIA**

A pesquisa possui um enfoque quantitativo porque segundo Godoy (1995), a pesquisa quantitativa se centra na objetividade, e recorre a linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, entre outros.

O estudo de caso ocorreu em uma empresa de painéis de madeira situada no interior do Paraná e o período de análise ocorreu no primeiro semestre de 2015

Na pesquisa documental para revisão teórica foram consultados principalmente livros para definição de conceitos, artigos e revistas em meio eletrônico em diversas áreas pela facilidade em encontrar a informação.

Para implementação da lógica de programação, foram utilizados os recursos da empresa para acessar o CLP. Neste primeiro momento as informações ficarão disponíveis apenas no CLP porque outro sistema de coleta de dados está em desenvolvimento.

Entrevistas com operadores de produção também foram feitas para entender o dia a dia do trabalho, verificar os pontos que ocorrem maiores problemas e as placas são retiradas da linha manualmente.

## 7. PROCESSO PRODUTIVO BÁSICO

### 7.1. DESCRIÇÃO DO PROCESSO LINHA DE MDF

O processo de fabricação de placas de MDF é muito amplo e possui muitas variáveis das quais algumas são de segredo industrial. De forma geral, o processo pode ser representado pela Figura 6 Processo produtivo MDF

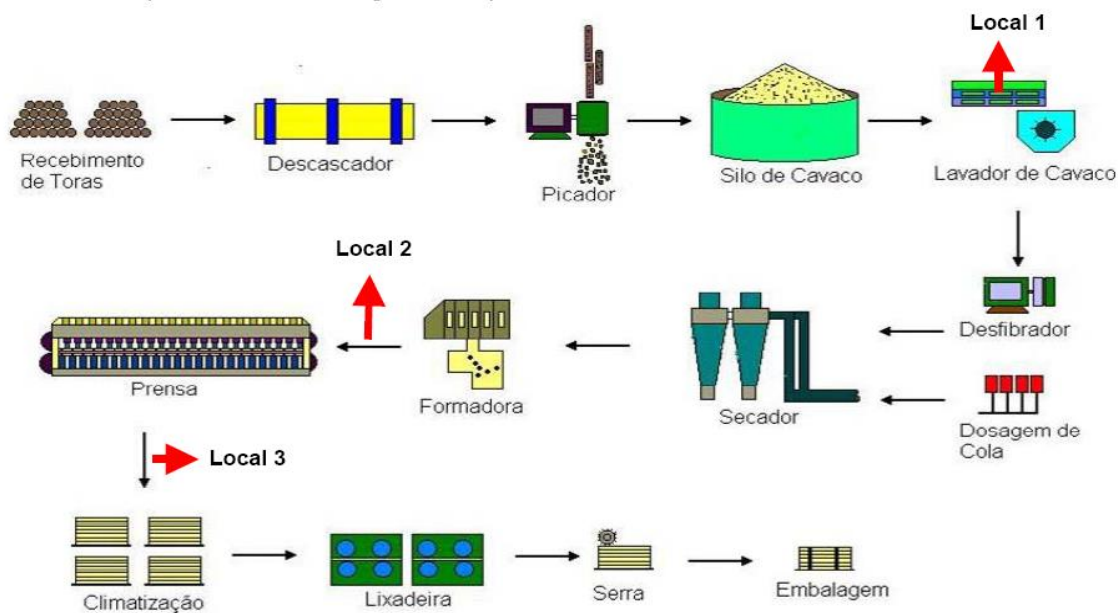


Figura 6 Processo produtivo MDF  
Fonte: Documentos da empresa de painéis de MDF

Recebimento de toras - As toras de madeira pinus ou eucalipto são recebidas diariamente em caminhões e armazenadas em um pátio a céu aberto.

Descascador – As toras são depositadas em esteiras e transportadas até um tambor rotativo de descasca as toras pelo atrito de umas com as outras. As cascas serão usadas como biomassa para o aquecimento de óleo térmico que é utilizado na prensa.

As toras descascadas passam por um picador e os cavacos são armazenados em outro pátio.

O silo de cavacos armazena tanto o cavaco que sai do picador, quanto os cavacos finos que são pedaços muito pequenos de cavacos que são rejeitados pelas peneiras.

Os cavacos são selecionados por tamanho e os muito grandes passam por outro picador, depois são lavados para retirar as impurezas.

Os cavacos limpos são cozidos a vapor para amolecer as fibras e facilitar sua desagregação no desfibrador. Na saída do desfibrador é adicionado resina

sintética para aglutinar as fibras e uma emulsão parafínica para repelir a umidade do painel após prensado.

A umidade das fibras é retirada no secador por meio da mistura da pasta de fibra com ar quente.

Na formadora as fibras são espalhadas formando um colchão, depois passam por uma pré-prensa que compacta o colchão para retirar o excesso de ar.

Na prensa o colchão é comprimido até sua espessura final com alta temperatura e pressão para polimerizar a resina que está nas fibras. A placa contínua que sai da prensa é cortada com serras que acompanham a velocidade da linha.

As placas são empilhadas e passam por resfriamentos sucessivos para estabilização da umidade interna e propriedades físicas.

As lixadeiras são quatro cabeçotes de lixas que deixam o painel na sua espessura final e acabamento superficial com baixa rugosidade.

As serras cortam os painéis no tamanho padrão comercial que depois são empilhadas.

Na embalagem as pilhas são amarradas com cintas e enviadas ao estoque.

## 7.2. PROCESSO PRODUTIVO IMPREGNAÇÃO

A linha de produção que aplica resina no papel para ser prensado chama-se de Impregnação.



*Figura 7 Linha de impregnação  
Fonte: Vídeo institucional da empresa*

A resina que será aplicada no papel é preparada conforme receita pré-definida levando em consideração a gramatura e cor do papel e a textura que será aplicada na prensagem. Os dois componentes principais são resina uréica, que faz o preenchimento dos poros internos do papel, e resina melamínica, que dá resistência superficial ao produto acabado.

Também são adicionados aditivos na resina que melhoram propriedades na hora de prensar, como desmoldante e catalizador entre outros. Quando a cor do papel é branca, pode-se adicionar pigmento branco na resina para que a cor do papel não fique com tom amarelado após passar pela linha de produção.

O papel a ser impregnado chega em bobinas que são preparadas no desbobinador, que além de desenrolar as bobinas, torna o processo contínuo ao fazer a emenda de uma nova bobina no final da bobina que está em processo.

O papel guiado por rolos e é submerso no primeiro banho para preencher os poros internos do papel e depois passa por fornos para pré secagem.

No segundo banho o papel recebe mais uma camada de resina na superfície e passa por mais fornos para secagem final.

Na saída do forno o papel é resfriado com ar frio e depois passa por rolos que são refrigerados internamente com água.

Na última etapa, dependendo do destino do papel, pode ser rebobinado, cortado em lâminas curtas ou longas.

### 7.3. PROCESSO PRODUTIVO MELAMINA

A linha de prensagem das placas com as lâminas decorativas em bateladas é geralmente conhecida como BP (baixa pressão), mas na empresa em questão recebe o nome linha de melamina.

O processo é relativamente simples. As placas de MDF ou MDP são desempilhadas uma a uma até a formação ( figura 8 ) onde é feito um sanduíche papel-placa-papel, quando é revestida as duas faces, ou placa-papel, quando é revestida apenas uma face.

As placas são transportadas por meio de esteiras até a prensa onde o papel se funde na placa por meio da temperatura e pressão, depois as placas são separadas para remover as rebarbas do papel em uma fresa, classificadas uma a uma e empilhadas conforme a qualidade.



*Figura 8 Área da formação da linha de Melamina  
Fonte: vídeo institucional da empresa*

As placas junto com as películas são transportadas até a prensa duas a duas. Com a aplicação de temperatura e pressão a resina do papel polimeriza e funde na placa.

Dependendo da textura a ser produzida, são utilizados diferentes matrizes denominadas bandejas, que dão o acabamento superficial final na placa.

As placas prensadas são classificadas uma a uma visualmente por um operador e depois são empilhadas e embaladas.

Apesar da simplicidade do processo não significa que seja fácil sua produção podendo ocorrer diversos problemas no produto. Existem atualmente 38 tipos diferentes de defeitos possíveis que são anotados nas planilhas de controle da produção para acompanhamento, rastreamento e controle do processo.

## **8. ESTUDO DE CASO**

O controle da matéria prima na fabricação de placas revestidas é feita apenas no final do processo. O operador faz a leitura da etiqueta de lotes que entram na linha de produção e alimenta o sistema com o produto acabado no final da linha.

Devido a problemas no processo, ocorrem perdas de matéria prima que não são quantificadas, ou seja, normalmente sempre é consumido a mais para se fazer uma unidade de produto acabado.

O maior problema acontece para o PCP, que verifica no sistema a quantidade necessária de matéria prima e programa a ordem de produção. Devido a vários erros consecutivos, frequentemente ordens não são

executadas pela falta de matéria prima, gerando transtornos como atrasos e o lançamento incorreto dos custos de produção no final do mês.

O conhecimento antecipado das restrições do processo são necessárias para a correta programação. Atualmente a empresa trabalha em 3 turnos de 8h e cada turno é responsável por alimentar corretamente o sistema. Está convencionado que dez minutos antes do final do turno é feito o fechamento, o operador e o líder de produção alimentam o sistema ERP e planilhas de controle com as informações do turno.

## 9. PROGRAMAÇÃO

A Figura 9 demonstra uma visão geral da disposição de todas as máquinas por onde as placas passam. Em cada máquina pode ocorrer algum problema de processo e o operador pode retirar placas da linha em qualquer ponto manualmente.

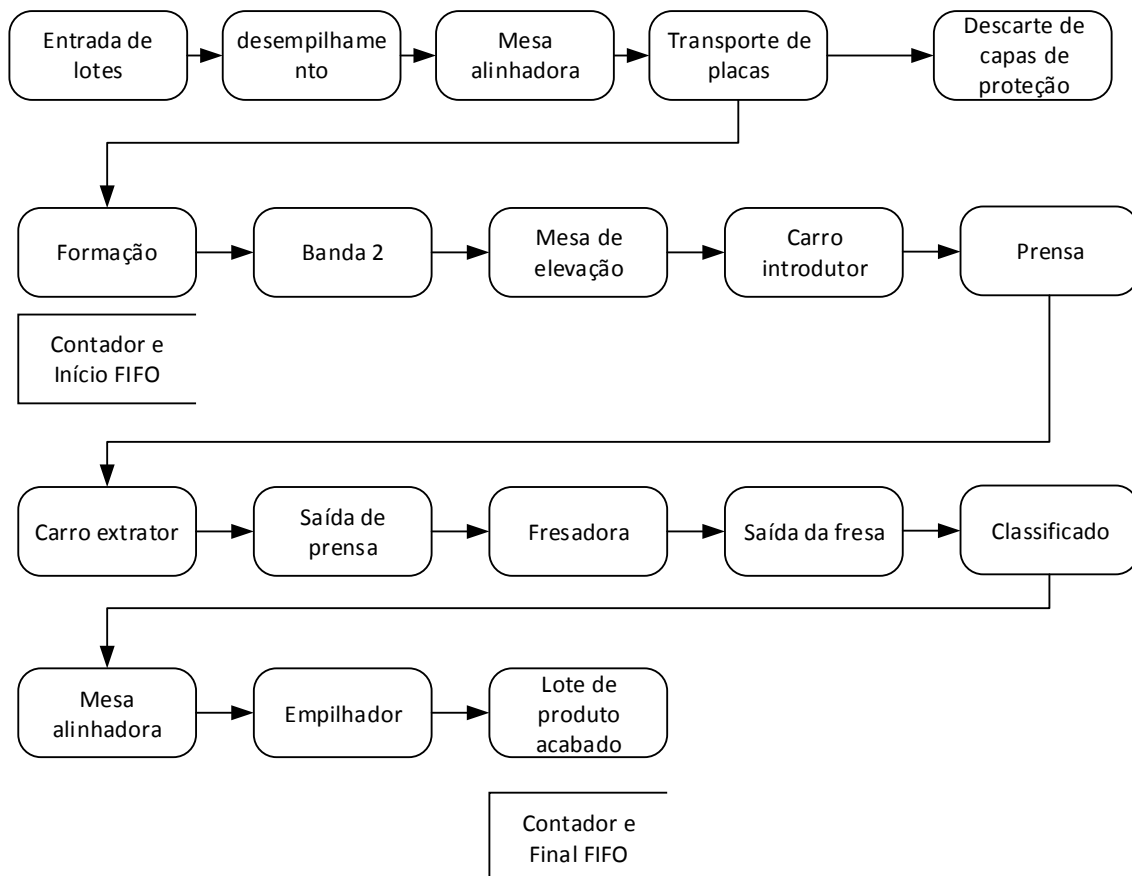


Figura 9 fluxograma máquinas processo produtivo  
Fonte: Autor

Após a entrevista com operadores, decidido implementar um contador na entrada a partir da formação porque as operações em modo manual são reduzidas. Contadores para o descarte de placas de primeira qualidade na

mesa de capas e descarte de capas também podem ser implementados, mas isso requer maior cuidado na programação devido a grande possibilidade de movimentações em modo manual e podem ocorrer erros de contagem.

Na programação foi utilizando o conceito FIFO (first in, first out) que é uma forma de empilhar os dados á medida que cada placa se desloca por cada máquina da linha de produção.

Em cada máquina foi implementado uma área de memória para armazenar os dados da placa que são comprimento, largura, espessura, turno que foi desempilhado e qualidade, usando como referência um FIFO já existente na linha mas que ia somente da saída de prensa até o lote de produto acabado.

A linguagem utilizada para fazer a programação é a Ladder, por ser de simples visualização. De maneira ampla, o funcionamento dos contadores estão representados nas figuras abaixo.

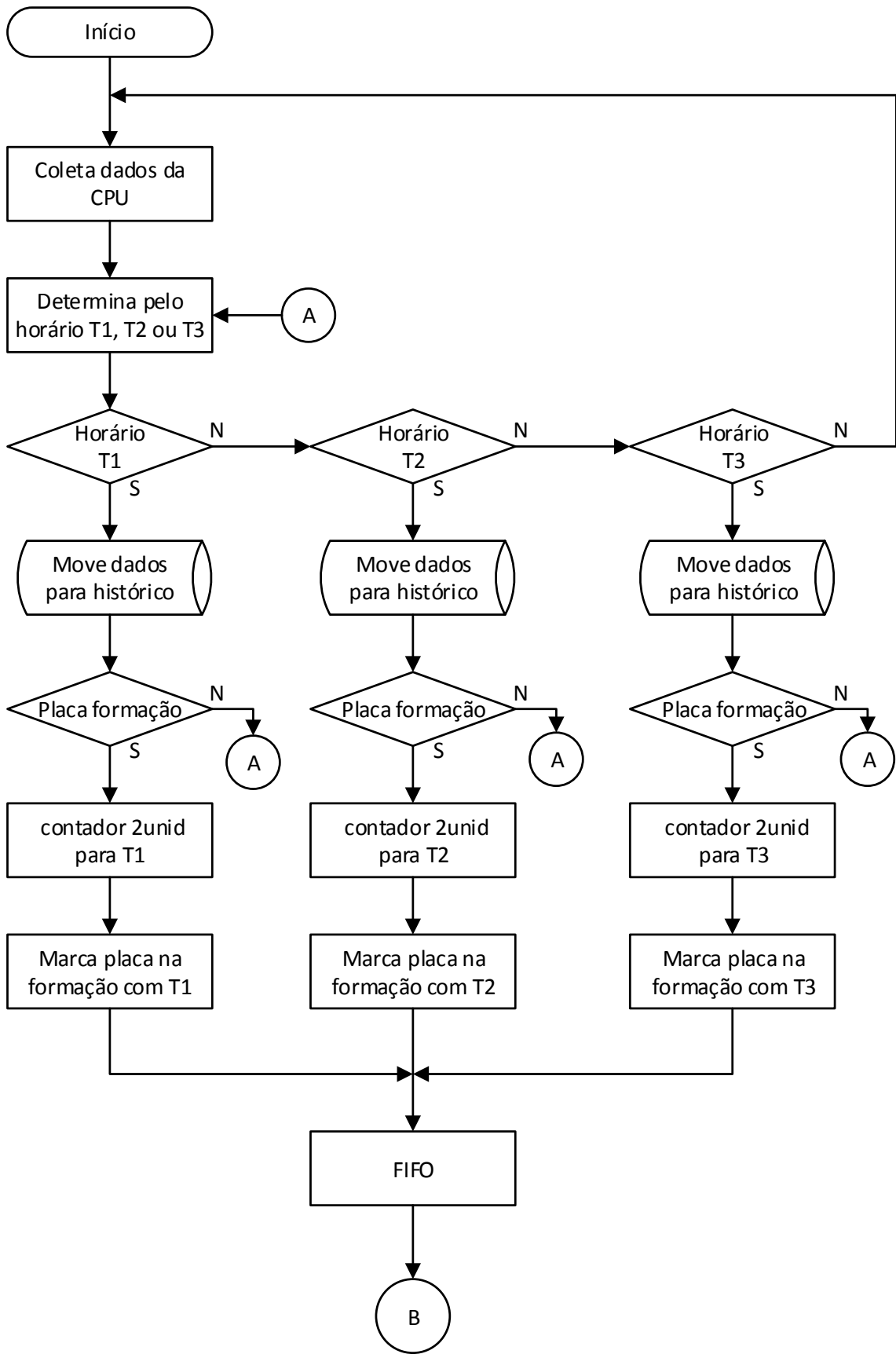


Figura 10 Fluxograma contador entrada da linha  
 Fonte: Autor



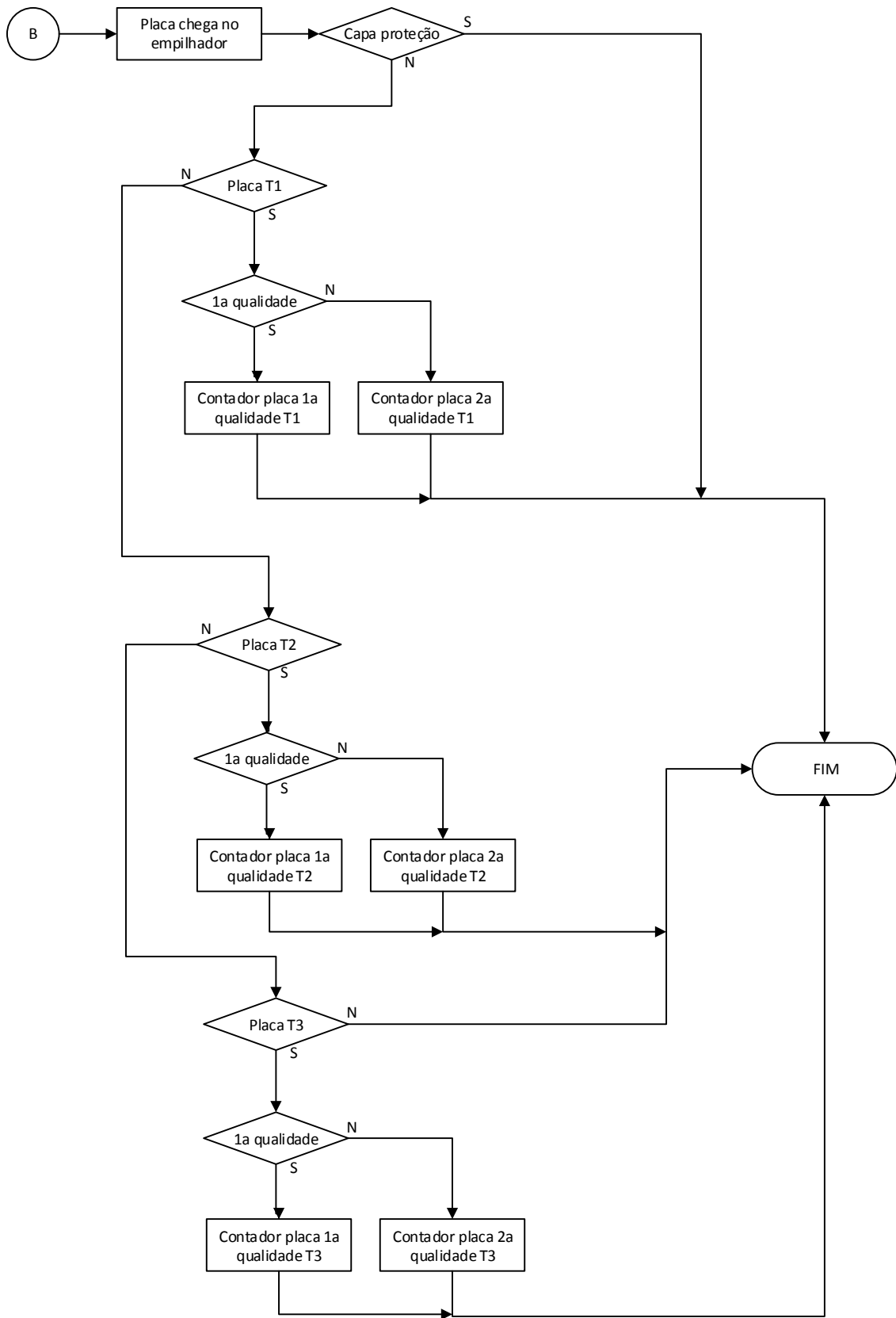


Figura 11 Fluxograma contador final da linha

Fonte: Autor

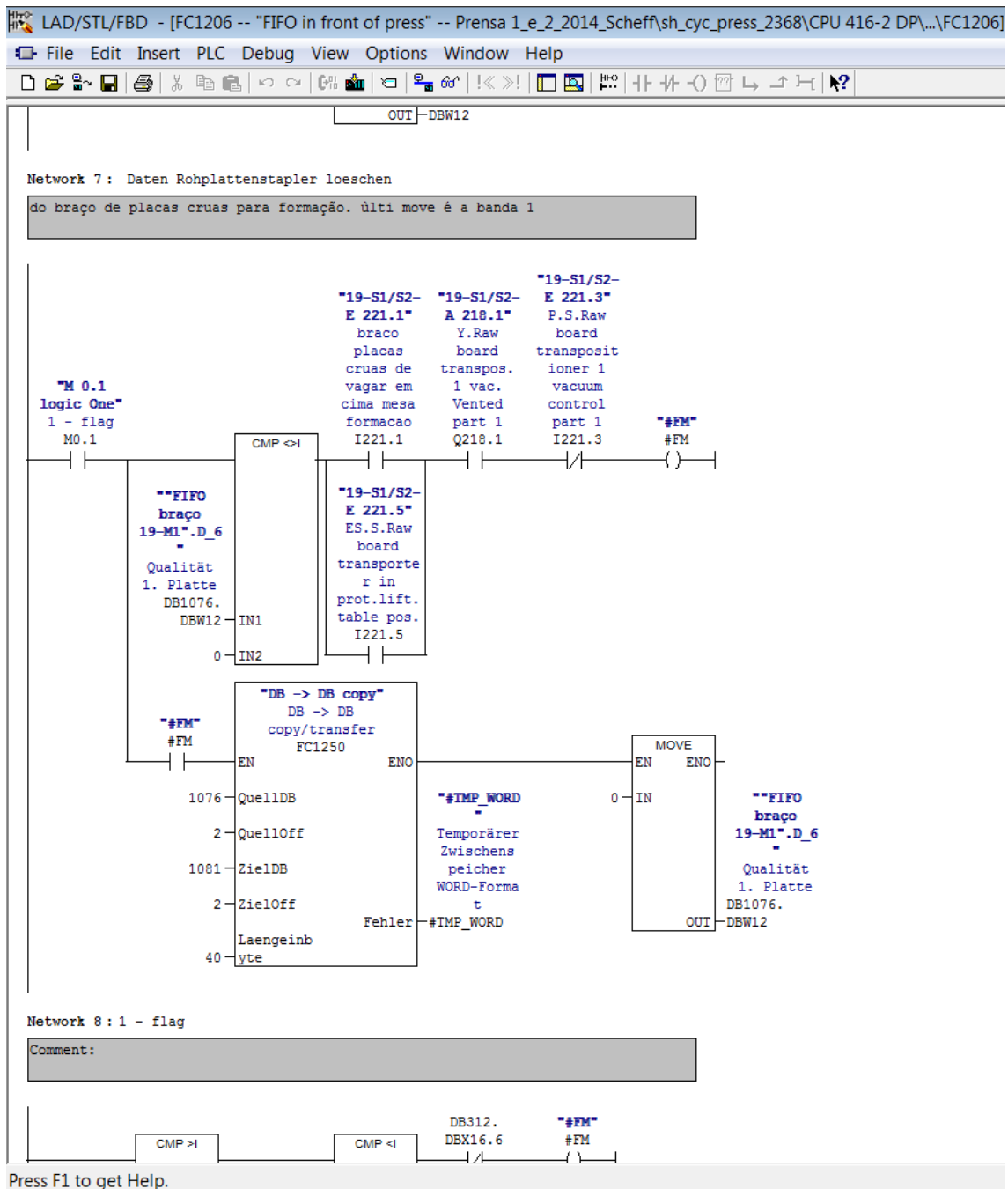


Figura 12 Programa FIFO em linguagem Ladder  
Fonte: Autor

A vantagem desse método que é no fim de um turno de produção, ainda existem placas sendo processadas, cada placa será marcada pelo programa de qual turno pertence baseado no horário atual. Desta forma, mesmo que ocorra um problema no fim de um turno, as placas que permanecem na linha continuam sendo do turno que iniciou a produção.

Importante observar que na formação o produto é formado com duas placas, por isso o valor do contador é multiplicado por dois.

No final da linha de produção, a quantidade real empilhada já aparece para o operador no sistema supervisorio da máquina, desta forma é possível fazer a comparação da programação nova com a programação já existente.

Para se gerar histórico, previu-se deixar um espaço de sete dias para armazenar a quantidade de placas que passaram pela linha de produção. Estas informações estão armazenadas na memória do CLP para futuramente serem usadas no sistema em desenvolvimento na empresa, que coleta os dados de produção e apresenta os dados para o operador.

Address	Symbol	Symbol comment	Display format	Status value	Modify value
//Visualização dos dados de produção do turno 3					
//Turno selecionado					
DB1300.DBX 16.0	"SINTEG".SINTEG_BOOL	TURNO #1	BOOL	false	
//histórico placas desempilhadas					
DB1300.DBW 18	"SINTEG".SINTEG_PLACAS_CRUA_T1[0]	TOTAL ATUAL DE PLACAS CRUAS DESAPILADAS T1	DEC	1158	
DB1300.DBW 20	"SINTEG".SINTEG_PLACAS_CRUA_T1[1]	TOTAL ATUAL DE PLACAS CRUAS DESAPILADAS T1	DEC	1248	
DB1300.DBW 22	"SINTEG".SINTEG_PLACAS_CRUA_T1[2]	TOTAL ATUAL DE PLACAS CRUAS DESAPILADAS T1	DEC	886	
DB1300.DBW 24	"SINTEG".SINTEG_PLACAS_CRUA_T1[3]	TOTAL ATUAL DE PLACAS CRUAS DESAPILADAS T1	DEC	1204	
DB1300.DBW 26	"SINTEG".SINTEG_PLACAS_CRUA_T1[4]	TOTAL ATUAL DE PLACAS CRUAS DESAPILADAS T1	DEC	1203	
DB1300.DBW 28	"SINTEG".SINTEG_PLACAS_CRUA_T1[5]	TOTAL ATUAL DE PLACAS CRUAS DESAPILADAS T1	DEC	1505	
DB1300.DBW 30	"SINTEG".SINTEG_PLACAS_CRUA_T1[6]	TOTAL ATUAL DE PLACAS CRUAS DESAPILADAS T1	DEC	1301	
DB1300.DBW 32	"SINTEG".SINTEG_PLACAS_CRUA_T1[7]	TOTAL ATUAL DE PLACAS CRUAS DESAPILADAS T1	DEC	1628	
//histórico placas empilhadas 1ra qualidade					
DB1300.DBW 94	"SINTEG".SINTEG_PLACAS_QUAL1_T1[0]	TOTALIZADOR DE PLACAS DE 1RA QUALIDADE DO TURNO 1	DEC	1116	
DB1300.DBW 96	"SINTEG".SINTEG_PLACAS_QUAL1_T1[1]	TOTALIZADOR DE PLACAS DE 1RA QUALIDADE DO TURNO 1	DEC	1233	
DB1300.DBW 98	"SINTEG".SINTEG_PLACAS_QUAL1_T1[2]	TOTALIZADOR DE PLACAS DE 1RA QUALIDADE DO TURNO 1	DEC	806	
DB1300.DBW 100	"SINTEG".SINTEG_PLACAS_QUAL1_T1[3]	TOTALIZADOR DE PLACAS DE 1RA QUALIDADE DO TURNO 1	DEC	1163	
DB1300.DBW 102	"SINTEG".SINTEG_PLACAS_QUAL1_T1[4]	TOTALIZADOR DE PLACAS DE 1RA QUALIDADE DO TURNO 1	DEC	1161	
DB1300.DBW 104	"SINTEG".SINTEG_PLACAS_QUAL1_T1[5]	TOTALIZADOR DE PLACAS DE 1RA QUALIDADE DO TURNO 1	DEC	1485	
DB1300.DBW 106	"SINTEG".SINTEG_PLACAS_QUAL1_T1[6]	TOTALIZADOR DE PLACAS DE 1RA QUALIDADE DO TURNO 1	DEC	1272	
DB1300.DBW 108	"SINTEG".SINTEG_PLACAS_QUAL1_T1[7]	TOTALIZADOR DE PLACAS DE 1RA QUALIDADE DO TURNO 1	DEC	1608	
//histórico placas empilhadas 2ra qualidade					
DB1300.DBW 110	"SINTEG".SINTEG_PLACAS_QUAL2_T1[0]	TOTALIZADOR DE PLACAS DE 2DA QUALIDADE DO TURNO 1	DEC	40	
DB1300.DBW 112	"SINTEG".SINTEG_PLACAS_QUAL2_T1[1]	TOTALIZADOR DE PLACAS DE 2DA QUALIDADE DO TURNO 1	DEC	11	
DB1300.DBW 114	"SINTEG".SINTEG_PLACAS_QUAL2_T1[2]	TOTALIZADOR DE PLACAS DE 2DA QUALIDADE DO TURNO 1	DEC	62	
DB1300.DBW 116	"SINTEG".SINTEG_PLACAS_QUAL2_T1[3]	TOTALIZADOR DE PLACAS DE 2DA QUALIDADE DO TURNO 1	DEC	32	
DB1300.DBW 118	"SINTEG".SINTEG_PLACAS_QUAL2_T1[4]	TOTALIZADOR DE PLACAS DE 2DA QUALIDADE DO TURNO 1	DEC	34	
DB1300.DBW 120	"SINTEG".SINTEG_PLACAS_QUAL2_T1[5]	TOTALIZADOR DE PLACAS DE 2DA QUALIDADE DO TURNO 1	DEC	20	
DB1300.DBW 122	"SINTEG".SINTEG_PLACAS_QUAL2_T1[6]	TOTALIZADOR DE PLACAS DE 2DA QUALIDADE DO TURNO 1	DEC	23	
DB1300.DBW 124	"SINTEG".SINTEG_PLACAS_QUAL2_T1[7]	TOTALIZADOR DE PLACAS DE 2DA QUALIDADE DO TURNO 1	DEC	20	

Figura 13 Resumo dados produção turno 1  
Fonte : Autor

## 10. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A implementação dos contadores usando apenas o relógio como referência não foi adequado porque em todo final de turno os contadores finalizavam a contagem ignorando as placas que estavam em processamento na linha. No total ao longo da linha de produção podem haver até quatorze placas da formação até o empilhador e isso causava o erro de comparação de contagem.

A contagem com a implementação do FIFO marcando cada placa no início da linha baseado no horário, só finalizada quando a placa efetivamente chega no final da linha e isso resolveu o problema. Dessa forma, caso a placa seja retirada da linha, os dados são sobre escritos pela placa posterior e a diferença aparecerá no final do turno.

A tabela abaixo mostra a eficiência da utilização do fifo baseado nos dados apresentados na figura 10 do turno 1.

*Tabela 2 análise dados de produção*

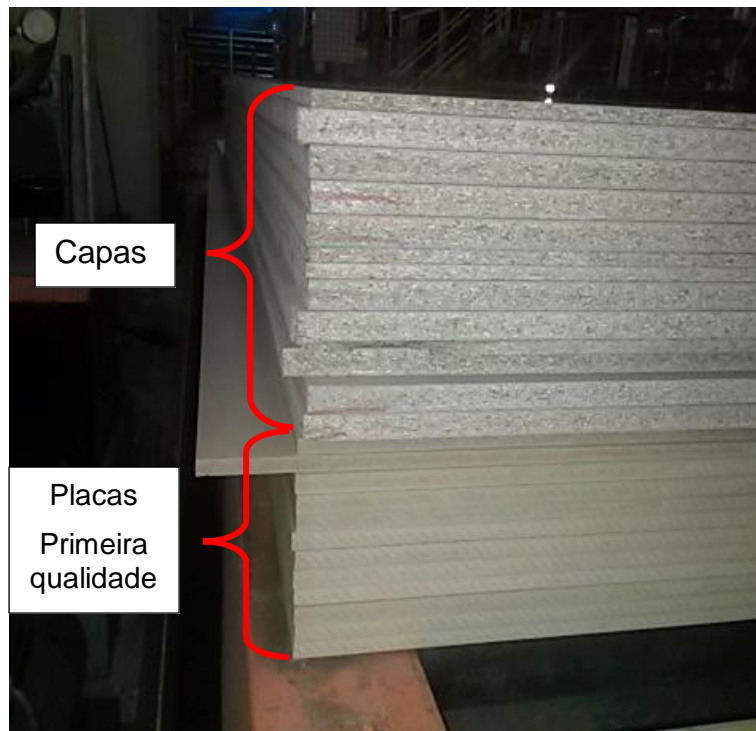
Dia	Contadores			diferença
	Atual	1a qual	2a qual	
1	1158	1116	40	2
2	1248	1233	11	4
3	886	806	62	18
4	1204	1163	32	9
5	1203	1161	34	8
6	1505	1485	20	0
7	1301	1272	23	6
8	1628	1608	20	0
total diferença				47

É possível notar que no dia 3 onde houve uma grande ocorrência de placas retiradas da linha foi justamente quando havia maior problema de processo que gerou a maior quantidade de segunda qualidade.

Nos dias que a linha de produção estava estável e com uma boa produtividade, a diferença chegou a zero.

A diferença total de apenas 1 turno em uma semana foi de 47 placas, se extrapolarmos essa estimativa para 3 turnos pelo mês total, a diferença pode chegar a 564 placas por mês.

Com alguma frequência é verificado placas de primeira qualidade que foram descartadas na mesa de capas. Segundo operadores, quando a linha apresenta alguns problemas no final do turno e as placas de primeira são retiradas, não é feito o registro do descarte dessas placas e capas de proteção são empilhadas na sequência conforme figura abaixo.



*Figura 14 descarte de placas de primeira na mesa de capas  
Fonte : Autor*

Mesmo não sendo implementado contador na mesa de descarte de capas, durante o acompanhamento do processo observou-se uma pequena quantidade de pacas de primeira qualidade sendo descartadas.

Observado também que com frequência no fim de uma produção, um lote na entrada da linha não é consumido por completo e quando passa de um turno para outro, pode ocorrer erros de consumo.

## **11. Custos envolvidos**

Pelo acompanhamento da linha, observado que as placas que são mais descartadas por problemas de processo são 5,5mm e 15mm.

Como a estimativa de descarte é em torno de 1000 placas/mês e 70% destes descartes são de 5,5mm, estima-se que a ordem de valor em reais que precisam ser alocados no fim do mês pelo levantamento do inventário de apenas uma linha de produção é na ordem de R\$25000,00/mês.

Este valor é declarado como custo de produção que é dividido em todos os produtos. Como a maioria do descarte é da espessura de 5,5mm, o custo extra de produção devido ao descarte é rateado entre os demais produtos o que gera um erro no custo final do produto.

## **12. CONCLUSÃO**

Para melhoria contínua é importante ter a entrada de informações confiáveis para monitorar o progresso das ações.

Pela análise dos dados apontados na tabela 2, conclui-se que mesmo com os problemas do processo, o descarte na linha é considerável mas não é único responsável pela grande quantidade do erro de estoque e o descarte de placas de primeira qualidade na pilha de capas também é pouco.

Desta forma, as outras opções para análise do furo de estoque podem ser feitas como o maior controle da quantidade de placas em um lote que entra na linha e a correta baixa dos lotes consumidos e investigação.

### 13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

Associação das Indústrias de Móveis do Rio Grande do Sul. Disponível em: <[http://www.movergs.com.br/views/imagem\\_pdf.php?pasta=panorama\\_setor\\_moveleiro](http://www.movergs.com.br/views/imagem_pdf.php?pasta=panorama_setor_moveleiro)> Acesso em: outubro 2014

Correa, H.L., e Gianesi, I.G.N – **Planejamento, programação e controle da produção**. (2011). MRPII / ERP Conceitos, uso e implantação. Editora Atlas 5ªed.

Inthurn, Cândida. Qualidade & teste de software. Florianópolis: Visual Books, 2001.

Franchi, Claiton Moro, **Controladores Lógicos Programáveis – Sistemas Discretos**, 2ed, São Paulo, Érica, 2009.

Garcia, Claudio. **Molelagem e simulação de processos industriais e sistemas eletromecânicos**, 2 ed. São Paulo Editora da Universidade de São Paulo, 2005.

Gil, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1995

Godoy; A. S., **Pesquisa Quantitativa**, Revista de Administração de empresas, São Paulo, v35 Jun 1995.

Laurindo; Fernando José Barbin., Carvalho; Marly Monteiro de., Pessôa; Marcelo Schneck de Paula., Shimizu; Tamio., **Selecionando uma aplicação de Tecnologia da Informação com enfoque e eficácia: um estudo de caso de um sistema PCP**. Revista Gestão e Produção v.9 n.3 São Carlos dez 2002.

Lutosa; Leonardo [et al]. **Planejamento e Controle da Produção**: Elsevier; 2008 4ª reimpressão.

Martins, Geomar Machado, **Apostila princípios Automação Industrial**, Universidade Federal de Santa Maria, 2012, disponível em [http://coral.ufsm.br/desp/geomar/automacao/Apostila\\_032012.pdf](http://coral.ufsm.br/desp/geomar/automacao/Apostila_032012.pdf) acessado em março 2015.

Parede, Ismael Moura, **Eletrônica: automação industrial** -- São Paulo: Fundação Padre Anchieta, 2011 (Coleção Técnica Interativa. Serie Eletrônica, v. 6

REMADE Notícias: **Painéis facilitam usinagem na fabricação moveleira.** EDIÇÃO N°109 - DEZEMBRO DE 2007. Disponível em: <http://www.remade.com.br/> Acesso em: outubro 2014.

REMADE Notícias: **Painéis de Madeira MDP e MDF – Mercado e Competitividade.** EDIÇÃO N°136 - JULHO DE 2013. Disponível em: < <http://www.remade.com.br> Acesso em: outubro 2014.

Rosário, João Maurício, **Automação Industrial**, São Paulo, Baraúna, 2009

Silveira, Paulo Rogério da, Winderson E. do Santos, **Automação e controle discreto**, São Paulo: Érica, 1998.

Tubino, D. F., **Manual de Planejamento e Controle da Produção.** Editora Atlas 2ed. 2000. Pg 23.

Trajano. C, **Apostila Controle e Automação Industrial.** Disponível em [http://www.trajanocamargo.com.br/wp-content/uploads/2012/05/Controle\\_e\\_-\\_Automacao\\_Industrial\\_II.pdf](http://www.trajanocamargo.com.br/wp-content/uploads/2012/05/Controle_e_-_Automacao_Industrial_II.pdf),(2012) acessado em: março 2015.

Viero; Andreléia., Crocoll; Verônica., Guimarães; Julio Cesar Ferro de., Severo; Eliana Andéa. **Sistema integrado de controle da produção: estudo de caso em uma empresa moveleira da serra gaúcha;** Global manager, v. 12, n. 2 (2012), disponível em <http://ojs.fsg.br/index.php/global/article/view/442> acessado em dezembro 2014