

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

**DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETRÔNICA
MBA EM GESTÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS**

JOÃO M. GINO DE CASTILHOS JUNIOR

**IMPLANTAÇÃO DE CONTROLE DE PATINS SETORIADO EM
PROCESSO DE ACABAMENTO DE MADEIRA**

MONOGRAFIA

CURITIBA

2022

JOÃO M. GINO DE CASTILHOS JUNIOR

**IMPLANTAÇÃO DE CONTROLE DE PATINS SETORIADO EM
PROCESSO DE ACABAMENTO DE MADEIRA**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Gestão de Processos Industriais do Curso de Especialização MBA em Gestão de Processos Industriais do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

ORIENTADOR: PROF. MSC. DANIEL BALEIRO

CURITIBA



TERMO DE APROVAÇÃO

Título da Monografia N° 04

TÍTULO DO TRABALHO: IMPLATAÇÃO DE CONTROLE DE PATINS SETORIADO EM PROCESSO DE ACABAMENTO DE MADEIRA

monografia foi apresentada às **19h00** do dia **03 de Maio de 2023** como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Gestão de Processos Industriais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **Aprovado** (aprovado, aprovado com restrições, ou reprovado).

Prof^(a). Msc, Daniel Balieiro Silva

Prof^(a). Msc. José da Silva Maia

Prof^(a). Dr. Walter Denis Cruz Sanchez

Visto da coordenação:

Prof. Msc. Daniel Balieiro Silva

O documento original encontra-se arquivado na Coordenação do Curso no Departamento Acadêmico de Eletrotécnica.

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho especialmente a minha família, que sempre acreditaram e me apoiaram a concluir direta ou indiretamente mais esta etapa da minha vida.

RESUMO

GINO, João. **Implantação de controle de patins setoriado em processo de acabamento de madeira.** 2022. Monografia (MBA em Gestão de processos industriais - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2022.

Os sistemas de controles automatizados geram grandes ganhos em qualidade e produção no ramo industrial, aonde se observa cada vez mais a necessidade de produção eficiente que por sua vez gera aumento de lucro e competitividade no mercado. Os profissionais envolvidos com a manufatura desde chão de fábrica até a engenharia encontram desafios todos os dias para alcançar os objetivos de suas empresas para atender a demanda com eficiência. Desenvolver um sistema de controle para uma ferramenta que possa produzir peças com bom acabamento superficial tornou-se uma necessidade para atender as exigências dos clientes. O que vamos abordar em seguida será um resumo de todo o processo e produtos envolvidos para obter o acabamento final.

Palavras-chave: Automação, Lixamento, Acabamento, Manufatura, Eficiência, Vantagens.

ABSTRACT

GINO, João. **Implementation of section pads control in wood finishing process**: 2022 p. 42. Monograph (MBA in Industrial process management - Federal University of Technology - Paraná. Curitiba, 2022.

Automated control systems generate great gains in quality and production in the industrial sector, where the need for efficient production is increasingly observed, which in turn generates increased profit and competitiveness in the market. Professionals involved with manufacturing from shop floor to engineering face challenges every day to achieve their company's goals to meet demand efficiently. Develop a control system for a tool that can produce parts with good surface finish on the lathe if needed to meet customer requirements. What we are going to cover next will be a summary of the entire process and products involved to obtain the final finish.

Keywords: Automation, Sanding, Finishing, Manufacture, Efficiency, Advantages.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ilustração de uma chapa de MDF	20
Figura 2 – Ilustração de uma chapa de MDP	21
Figura 3 – Ilustração de uma chapa de compensado.....	22
Figura 4 – Ilustração de uma chapa de OSB.....	23
Figura 5 – Ilustração de uma chapa de OSB.....	24
Figura 6 – Ilustração do modo de desgaste para dois e três corpos	29
Figura 7 – Ilustração de alguns mecanismos de falha superficial	30
Figura 8 – Ilustração da constituição típica de uma lixa abrasiva.....	31
Figura 9 – Ilustração de alguns tipos de costado tipicamente utilizados na indústria da madeira	32
Figura 10 – Ilustração de lixa abrasiva de cinta larga	32
Figura 11 – Ilustração da área de contato para um cilindro	34
Figura 12 – Fotografia de grupo patim lixador monobloco em uma lixadeira industrial	35
Figura 13 – Fotografia de lixadeira industrial com sistema de automatização eletrônica e digital	36
Figura 14 – Fotografia de grupo patim lixador setorizado em uma lixadeira industrial	37
Figura 15 – Fotografia de patim lixador setorizado, desmontado da máquina	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ilustração dos principais grupos constituintes de uma lixadeira industrial	33
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	12
1.2	JUSTIFICATIVA	12
1.3	OBJETIVOS	16
1.3.1	Geral	16
1.3.2	Específicos	17
1.4	METODOLOGIA	17
2	MATERIAIS MAIS UTILIZADOS NA INDÚSTRIA DE MOVEIS.....	19
3	CONTEXTUALIZAÇÃO – A INDÚSTRIA MOVELEIRA	25
3.1	A MODERNIZAÇÃO DO SETOR INDUSTRIAL	25
3.2	IMPACTOS DA VERTICALIZAÇÃO NO SETOR.....	26
3.3	POLÍTICAS	28
4	REFERENCIAL TEÓRICO.....	28
4.1	PROCESSO DE LIXAMENTO	29
4.2	CONSTITUIÇÃO DE UMA LIXA.....	30
4.3	PATIM SETORIZADO E LIXADEIRAS INDUSTRIAIS	33
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	38
6	CONCLUSÕES.....	38
	REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

A superfície é descrita por Manzini (1993) como a pele dos objetos, uma interface entre dois ambientes, o interno e o externo. O autor afirma que a maioria dos produtos fabricados pelo homem recebe alguma forma de tratamento superficial que altera o último estrato de seu material.

O sistema da superfície gera desempenhos aos objetos que vão desde os mais óbvios como proteção a agressões, e qualidades estéticas ou sensoriais, até a transformação da superfície em um meio de comunicações estáticas ou dinâmicas. No contexto deste estudo, a pele dos móveis pode ser configurada com uma extensa variedade de materiais, acabamentos e texturas, e pode ser designada pelo trabalho artesanal ou por avançados processos tecnológicos.

De acordo com Lobach (2001) os produtos industriais podem ser agraciados com valores estéticos, tornando-se portadores desses valores, e a aparência é a condição para a formação desse valor, que não está no produto e sim na consciência individual ou coletiva, dos usuários. Invariavelmente todos os produtos carregam esses valores.

A natureza da superfície dos produtos tem uma grande influência no seu efeito visual, e de acordo com a escolha dos materiais produz associações de ideias como calor, frio, limpeza, frescor, etc., conforme as suas características e seu formato. Ainda que mais complexo que isto, a função estética dos produtos é um dos aspectos psicológicos da percepção sensorial durante o seu uso.

A pesquisa que baseia este artigo demonstra que a definição do design de superfície está entre as primeiras etapas na cadeia de desenvolvimento das matérias-primas utilizadas pelas indústrias de acabamentos do segmento moveleiro. A partir da definição do aspecto do mobiliário se desencadeiam uma série de processos que aumentam progressivamente as tomadas de decisões dos diversos atores envolvidos, até a chegada do móvel pronto na casa dos consumidores.

O mobiliário planejado, assim como outros produtos influenciados pela moda, também pode ser classificado pelos padrões ou motivos adotados em sua superfície, e que lhe conferem uma tipologia, majoritariamente inspirada nas espécies de madeira, mas que

também podem se apropriar da imagem de pedras, tecidos, fantasias, miscelâneas, unicolores, etc. Estes padrões seguem uma hierarquia de acordo com a importância da matéria-prima na estrutura do produto.

O produto final resulta da junção de diferentes matérias-primas, e depende do trabalho de diversos fornecedores, conforme observado em Krause (1997), Franco (2010) e Nossack (2014).

Embora o mobiliário não dependa exclusivamente da madeira para a sua execução, a madeira se apresenta de maneira natural e artificial, e as suas características atribuem novos significados para os produtos. Para Baudrillard (1973) todos os processos orgânicos ou naturais encontraram seus equivalentes em função nas substâncias plásticas e a madeira, pedra ou metal, cedem seu lugar ao concreto, à fórmica e ao poliestireno.

Baudrillard entende que é importante perceber em que sentido as novas matérias-primas modificaram o “sentido” dos materiais. Comparando a realidade da época com a inserção no mercado dos materiais menos nobres, como o compensado naval e a teca de reflorestamento, o autor conclui: Nisto reside a diferença radical entre o “carvalho maciço” tradicional e a madeira de teca: não é a origem, exotismo ou o preço que distinguem essencialmente esta última, é o seu uso para fins de ambiência que faz com que não seja mais precisamente uma substância natural primária, densa e dotada de calor, mas antes um simples signo cultural deste calor, e reintegrado na qualidade de signo, como tantas outras “matérias” nobres, no sistema do interior moderno. Não mais madeira-matéria, madeira-elemento. Não mais qualidade de presença, mas valor de ambiência. (Baudrillard, 1973, p. 46)

Para Manzini (1993) a madeira é como um material familiar, provido de uma identidade reconhecível. Historicamente a madeira faz parte da identidade do mobiliário e são seus elementos visuais compõem a aparência da superfície do móvel.

Manzini reflete a respeito das superfícies aplicadas sobre substratos, como os tecidos para estofados, papéis de parede e as lâminas de madeira para móveis, que são algumas das estratégias históricas de utilização de um material existente, para se tornar a pele de um objeto, camuflando materiais menos nobres e atribuindo aos mesmos as suas próprias qualidades. As possibilidades evoluíram para soluções de alta complexidade funcional e este enobrecimento também pode ser feito com papéis decorativos, criando superfícies coloridas,

lisas ou texturizadas, ou por laminados plásticos cujas superfícies têm grande resistência mecânica, em qualquer padrão e cor.

Para Bastos (1998) a educação tecnológica é um instrumento para uma ampla reflexão sobre o papel da técnica na sociedade industrializada e dos agentes da inovação tecnológica. As técnicas não são boas só porque funcionam bem. As técnicas podem ser perfeitamente aplicadas, mas se transformarem em algo nefasto para o cidadão e a sociedade. A técnica considerada apenas como técnica é uma dimensão pobre e ultrapassada, pois nem sempre é exato e verdadeiro.

Com base em Galinari, et. al. (2013), Vidal e Da Hora (2014) e nos dados do Instituto de Estudos e Marketing Industrial - IEMI (2015), pode se afirmar que os PMR (painéis de madeira reconstituída) são as matérias-primas mais consumidas e mais importantes utilizadas na fabricação de móveis retilíneos no país.

Portanto, o design de superfície possui suma importância no processo de criação do mobiliário brasileiro.

1.1 Formulação do Problema

O lixamento é amplamente utilizado na indústria moveleira. Os objetivos do lixamento podem ser alcançar a lisura necessária da superfície a ser pintada, para atingir a rugosidade necessária para a colagem na superfície, e remoção de material eficaz e controlada para obter a forma desejada ou a precisão dimensional da peça de trabalho. Ao planejar um projeto tecnológico processo de lixamento, vários aspectos-chave devem ser considerados. Fornecendo um trabalho adequado reduzindo a exposição dos trabalhadores ao pó de madeira respirável no ar é o primeiro aspecto importante. Outro grupo de problemas são as questões econômicas das tecnologias; em outras palavras, obter alta eficiência quantitativa e produtividade e a qualidade de superfície esperada e/ou precisão da forma para as peças de trabalho. Estes dois grupos de problemas são resolvidos selecionando adequadamente os equipamentos de produção, parâmetros das ferramentas abrasivas e parâmetros do processo de lixamento. [Efficiency of Machine Sanding of Wood. Appl. Sci. 2021, 11, 2860.]

1.2 Justificativa

A indústria de móveis tradicionalmente possui características comuns à nível internacional, tais como: utilização intensiva de mão-de-obra relativamente à outros

segmentos industriais; predomínio de pequenas e médias empresas; pequena participação no valor adicionado pela indústria de transformação; as modificações no seu processo produtivo podem ser feitas de maneira incremental e por etapas, devido ao variado número de operações realizadas e produtos elaborados.

A indústria nacional de móveis de madeira também se caracteriza pelo predomínio de pequenas e médias empresas, possuindo poucas de grande porte e também empresas do setor informal da economia. Seu processo produtivo é caracterizado por grande verticalização, ou seja, vários processos de produção que elaboram vários produtos em uma mesma unidade fabril.

Partindo da premissa de que é um setor da indústria muito fragmentado podemos resumidamente classificar a indústria de móveis em: móveis de madeira, móveis de vime e junco e móveis de metal e de plástico. Os móveis de madeira representam 78.9% do mercado total de móveis e são subdivididos em: móveis de madeira para uso residencial, móveis para escritório, armários embutidos, componentes para móveis e móveis para rádios e televisores.

Os móveis de madeira para uso residencial são considerados os mais importantes desse segmento, pois reúnem 77.5% do total de empresas, 73.5% do total de mão-de-obra empregada e 65% do total de valor adicionado, sendo responsável pela maioria das pequenas empresas desse setor. Os móveis para escritório estão em 2º lugar e representam 6.9% do total de empresas, 9.1% do total de mão-de-obra empregada e 12.6% do valor adicionado total.

Os móveis de madeira para uso residencial podem ser subdivididos em: móveis retilíneos seriados, móveis torneados seriados e móveis sob medida. Os móveis retilíneos são confeccionados com madeira aglomerada, suas faces são lisas e sem detalhes complexos de acabamento, os móveis torneados são compostos de madeira aglomerada em conjunto com madeira maciça ou apenas madeira maciça, sendo caracterizados por móveis mais sofisticados e os móveis sob medida são geralmente confeccionados por micro e pequenas empresas que atendem a pedidos personalizados.

Os móveis para escritório possuem uma maior complexidade em seu processo produtivo, pois abrange trabalhos de marcenaria e tapeçaria. São subdivididos em móveis para escritório seriados e móveis sob medida.

A indústria de móveis se estende por todo o território brasileiro, tendo suas concentrações principais nas regiões Sul e Sudeste, onde concentra cerca de 70% do emprego total. No Estado de São Paulo estende-se pela capital e o interior; no Rio Grande do Sul, se concentra nos polos industriais de Flores da Cunha e Bento Gonçalves e em Santa Catarina, no polo industrial de São Bento do Sul. Os estados que seguem essa sequência, em ordem de

importância são: Paraná, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Pernambuco. O estado de Minas Gerais tem desenvolvido diversos projetos de melhoria, modernização e pesquisas no setor de móveis e produtos florestais, sendo considerado por algumas estatísticas mais recentes como o 3º maior polo industrial brasileiro.

Os móveis de madeira também configuram a principal fatia do mercado internacional de móveis, tendo como maiores consumidores os Estados Unidos, Argentina, França, Inglaterra. As empresas brasileiras ainda representam muito pouco no comércio internacional, devido à vários fatores, tais como, falta de tradição exportadora, defasagem tecnológica, dificuldade de modernização e falta de incentivos fiscais.

O mercado interno, principal foco das empresas brasileiras é repartido pelos móveis residenciais, que absorvem 73.5%, seguido pelos móveis para escritório com 18.4% e o restante é distribuído entre armários embutidos, móveis para rádio e TV e componentes diversos. É notória a preferência do consumidor brasileira pelos móveis de madeira aos móveis produzidos a partir de outros materiais, como plástico e metal.

As empresas, de acordo com o mercado que desejam atingir, aplicam estratégias de comercialização diferentes, como, por exemplo, rede própria de lojas para aqueles produtos mais sofisticados, visando um público de maior poder aquisitivo, ou a distribuição através de magazines ou lojas independentes, para produtos seriados, visando um público mais generalizado.

A indústria de móveis tem modificado o seu processo produtivo através de novas técnicas organizacionais, novos métodos de gerenciamento e novos métodos de trabalho, bem como através da introdução de novas máquinas, equipamentos e inovações tecnológicas, muitas vezes ocorridas em outros setores industriais e que são migrados para este setor.

As indústrias de móveis torneados em geral produzem salas de jantar, dormitórios, cozinhas, dentre outros, que possuem uma boa quantidade de detalhes e geralmente apresentam uma boa qualidade. Reúnem em sua planta industrial etapas de secagem, usinagem, acabamento, montagem, e embalagem, havendo algumas empresas que possuem o seu próprio plantio de pinus, que comumente são utilizados para exportação na forma de móveis maciços, tradicionais no mercado europeu.

As indústrias de móveis retilíneos são mais especializadas em sua linha de produção, produzindo móveis menos complexos, com menos detalhes de acabamento e com faces retas, o que acarreta em um processo produtivo também menos complexo, envolvendo apenas etapas como corte dos painéis, usinagem, acabamento e montagem.

Atualmente os painéis de madeira têm sido adquiridos já com revestimento, o que tem eliminado quase que na totalidade a etapa de acabamento. O processo de montagem também tem sido gradualmente transferido para a comercialização, o que traz algumas vantagens para a indústria.

Os móveis sob medida são produzidos, na maioria das vezes, de forma artesanal, por pequenas marcenarias, não envolvendo um processo produtivo com muitas etapas ou complexidade. Esse tipo de produção não representa quantidades muitas significativas, se comparado com os outros tipos de móveis.

Os móveis para escritório são responsáveis por um processo produtivo mais complexo devido ao envolvimento de várias etapas, como: marcenaria, metalurgia, tapeçaria, injeção de plásticos, acabamento, montagem e embalagem, que são localizados geralmente em uma mesma planta industrial. A indústria de móveis de madeira é caracterizada por várias etapas no processo produtivo, bem como o envolvimento de outras atividades pertinentes ao seu funcionamento integral.

As atividades extrativas de madeira-de-lei ocorrem através de processos antiquados de desmatamentos, considerados seletivos, que são efetuados nas florestas e que, legalmente, só podem ser feitos com autorização do IBAMA. Devido ao elevado grau de umidade que a madeira deixa a serraria, os longos percursos dentro do território nacional, a variação de temperatura e umidade relativa do ar, o transporte representa uma etapa onde relevantes perdas acontecem, como empenamento, rachaduras, alteração de cor, mofo, dentre outras.

A secagem é feita através de grandes estufas, onde são controladas temperatura e umidade, exigindo muito cuidado pois qualquer descuido pode trazer danos a matéria-prima, ou a madeira é deixada “ao ar livre”, processando uma evaporação natural através de seus poros. Essa etapa do processamento geralmente exige a aplicação de conhecimentos tácitos dos operadores ou supervisores, devido a grande complexidade que envolve a matéria-prima madeira.

A fase de corte, que abrange tanto a madeira maciça quanto os painéis, é onde a matéria-prima é “partida” em formatos específicos de acordo com o seu destino, para ser posteriormente usinada ou ser feito o acabamento. Nessa fase a maior parte das perdas ainda é devido a larga espessura das lâminas de serra que normalmente são utilizadas, ou pela falta de cálculos de melhor aproveitamento.

A etapa da usinagem e torneamento tem sido o maior foco das inovações dos maquinários, onde máquinas-ferramentas, tornos e equipamentos com dispositivos microeletrônicos têm conseguido processar as peças cada vez menos trabalhadas antes do processo e torná-las cada

vez mais prontas, no sentido da não necessidade de muitos trabalhos de acabamento, após o seu processamento. É nessa fase que os contornos, ranhuras, ressaltos e detalhes são processados.

O acabamento é a etapa onde o detalhamento final das peças são dados, as rebarbas são retiradas, o material é lixado, pintado, envernizado, polido ou feito outro tipo de revestimento, como patina, envelhecimento ou outros. Nesta etapa também tem sido difundidas inovações de máquinas e processos.

A montagem é diferenciada para cada tipo de produto produzido, indo desde a composição total do produto, quando chega ao comércio ou ao cliente na forma definitiva de uso ou, como tem sido difundida principalmente no segmento dos móveis retilíneos, a montagem é transferida para a etapa de comercialização, podendo até mesmo ser feita pelo consumidor final.

Devido a inexistência de normas técnicas que regulamentem os requisitos básicos e as atividades para o setor moveleiro, cada empresa adota o seu próprio procedimento para o controle de qualidade de seus produtos. Existem empresas que tem introduzido o conceito de qualidade total, examinando seus produtos após cada etapa da produção, reduzindo estoques intermediários, dentre outras iniciativas, ao invés do sistema tradicional de controle ao final do processo produtivo. Contudo, a qualidade é um fator de extrema atenção na maioria das empresas do setor.

Muitas empresas foram criadas por famílias de imigrantes, predominando até os dias atuais uma estrutura empresarial familiar, concentrando grande parte dos negócios da empresa. Gradualmente, têm sido introduzidas modernas técnicas de administração, profissionalizando cada vez mais os quadros funcionais, buscando aumentar a eficiência, produtividade e qualidade, através de novas técnicas, procedimentos e o envolvimento dos trabalhadores.

Algumas empresas adotam a meta de estoques nulos, a não formação de estoques intermediários, alterando o seu lay-out e buscando a efetivação de alguns pontos de técnicas modernas de produção como o just-in-time, como no segmento de móveis retilíneos. Outras, porém, devido a diversidade de produtos, dificuldade de fornecimento de matéria-prima e verticalização excessiva, não conseguem reduzir os seus estoques, como no segmento de móveis torneados, porém tem adotado melhores técnicas de gerenciamento e controle.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

Este trabalho tem como objetivo geral realizar a implantação de um sistema de controle automático em um dispositivo mecânico de patins setorizado, para melhoria de acabamento superficial e produtivo.

1.3.2 Específicos

- Estudo e entendimento do material envolvido no processo.
- Contextualização da indústria no setor Moveleiro.
- Processo de lixamento.

1.4 Metodologia

O sistema de controle dos patins tem por objetivo melhorar o acabamento e a limpeza em pontos específicos de um produto, através de uma pressão previamente estipulada. Para identificação e determinação desses pontos, foram utilizados sensores do tipo indutivos. Esses sensores, combinados com um sistema de roldanas e molas, são acionados de acordo com o formato do produto. Desta forma, é realizada uma cópia digitalizada do mesmo, mantendo todas as suas características de dimensão e formato. Essa “cópia digitalizada” é então transportada de forma virtual e sincronizada com esteira transportadora até o ponto onde estão localizados os patins de reação. Esses patins são acionados, conforme o setor identificado, através de válvulas pneumáticas que, por sua vez, são eletricamente acionadas pelas saídas digitais do PLC. Portanto, o programa deverá ser capaz de identificar as formas e dimensões do produto e determinar a distância dos sensores de entrada até o ponto de acionamento dos patins da forma mais precisa possível.

O hardware utilizado para o controle foi: um PLC modelo M262, uma IHM modelo HMIGXU, cartões de entrada digital modelo TM3DI32K, cartões de saída digital modelo TM3DQ16T/G e um cartão de entrada rápida modelo TM3XHSC202, todos do fabricante Schneider electric.

A ferramenta utilizada para o desenvolvimento do programa foi o EcoStruxure Machine Expert da fabricante Schneider Electric. Esta ferramenta tem como base o CODESYS (Controller Development System) desenvolvido pela empresa alemã 3S. É um ambiente de desenvolvimento para controladores programáveis de acordo com a norma IEC 61131-3.

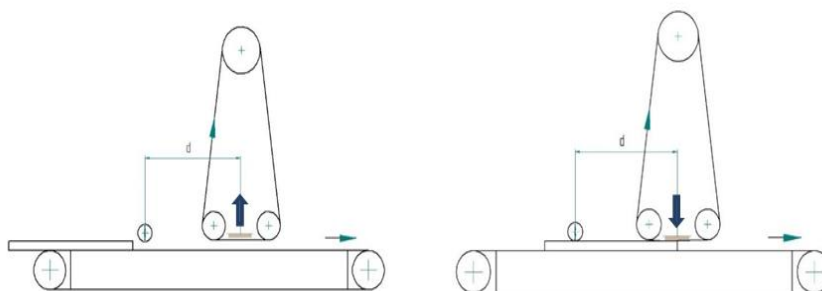
Sua interface de desenvolvimento é gratuita e não é orientado à um tipo específico de hardware de controlador programável ou sistema embarcado, inclusive não dependendo do fabricante do hardware. É amplamente utilizado na indústria para diversos tipos de automações, variando de lógicas simples à robótica, controle de movimento e CNC.

Para o desenvolvimento do projeto, foi escolhida a linguagem Texto Estruturado ST (Structured Text). É uma linguagem de programação para controladores programáveis definida na norma IEC61131-3. Por ser uma linguagem textual e de alto nível, possibilita a solução de problemas mais complexos, usando comandos básicos da programação como laços de repetição e condicionais.

Com base no ambiente de programação descrito, foram desenvolvidas varias lógicas auxiliares e lógicas complementares que contribuiram para o correto funcionamento do sistema como um todo. Para o desenvolvimento principal do controle dos patins, a lógica foi desenvolvida em forma de um bloco de função. O objetivo de criar este bloco foi a possibilidade de usar a mesma lógica dentro do programa várias vezes, ganhando flexibilidade e agilidade no desenvolvimento do projeto, além de poder usar este mesmo bloco de função em outros desenvolvimentos e aplicações semelhantes.

Para o perfeito funcionamento do sistema, um encoder do tipo incremental, que é um dispositivo codificador que converte movimento angular ou de posição de um eixo em um código analógico ou digital a fim de identificar sua posição ou movimento, este fornece uma quantidade especificada de pulsos a cada rotação completa do eixo, foi instalado no eixo da esteira transportadora de produto e tem por finalidade medir a distância dos sensores de entrada até os patins de reação, desta forma podemos calcular a distância através da relação de milímetros por pulso, ou seja, quantos milímetros desloca-se a cada pulso recebido em uma entrada digital do tipo rápida pelo PLC. Tudo isso levando em conta todas as relações mecânicas inerentes ao processo entre do ponto de instalação do encoder e o sistema de tração da esteira. Uma vez conhecido estes dados podemos realizar a conta matemática dentro do programa e converter estas unidades para utilizar no acionamento.

Figura 16 – Fotografia de simulação de processo



Fonte: o autor

2 MATERIAIS MAIS UTILIZADOS NA INDÚSTRIA DE MOVEIS

Diversos tipos de matérias primas são utilizados na indústria moveleira, dentre as mais utilizadas atualmente, destacam-se:

- MDF (*Medium Density Fiberboard*);
- MDP (*Medium Density Particleboard*);
- Painel de compensado;
- OSB (*Oriented Strand Board*).

As seções seguintes são destinadas à descrição de cada material dentre os mencionados acima.

MDF (*Medium Density Fiberboard*)

As chapas de MDF são formadas por fibras de madeira unidas através de resina sintética e compactadas pela ação da pressão e calor, resultando em placas maciças e bastante uniformes, com bom acabamento e durabilidade. Como as fibras estão orientadas aleatoriamente, isso permite o corte na máquina em quaisquer direções, e uma superfície lisa ao toque. Não resiste bem à água, mas há opções de mercado que são mais resistentes à umidade e mesmo ao fogo, por exemplo.

Atualmente é o material mais utilizado para marcenarias, já que permite diversos acabamentos, como pintura simples e laqueada, colagem de lâminas naturais ou melamínicas ou mesmo a impressão de padrões. Mas também pode ser utilizado para painéis de parede e para portas, por exemplo.

Figura 1 – Ilustração de uma chapa de MDF



Fonte: o autor

Muito semelhante ao MDF, o HDF (*High Density Fiberboard*) possui o diferencial no processo de fabricação de receber uma pressão maior, o que torna as chapas mais resistentes, suportando mais peso e vencendo vãos maiores.

Aglomerado e MDP (Medium Density Particleboard)

O aglomerado é o resultado da prensagem de resíduos da madeira, como serragem e pó, com resina e cola. Com o tempo este material perdeu muito espaço para outras chapas, como o MDF ou o seu substituto mais próximo, o MDP. Pode receber pinturas e vernizes, mas não a colagem de lâminas, já que a superfície não é tão lisa e uniforme. A principal vantagem com relação ao aglomerado é seu baixo custo. Os usos se assemelham ao MDF, mas deve-se utilizar ferragens específicas para o material para um resultado satisfatório.

Semelhante às chapas de aglomerado, os painéis de MDP também são feitos de partículas de madeira compactadas com resina sintética e prensadas com calor, com a diferença que as partículas finas se acomodam nas faces, e as mais grossas, no miolo. Isso permite um melhor acabamento, estanqueidade ao painel e mais possibilidades de aplicação revestimentos. Não é tão resistente à umidade e pode possuir algumas imperfeições.

Figura 2 – Ilustração de uma chapa de MDP



Fonte: o autor

Os painéis resultantes são muito utilizados na produção de móveis simples (sem formas mais trabalhadas e entalhes).

Compensado

As chapas de compensado são formadas de lâminas de madeira sobrepostas e perpendiculares entre si, unidas por cola e prensadas com calor. Utilizando o mesmo raciocínio da Madeira Laminada Cruzada, as fibras em direções cruzadas permitem que a chapa suporte tensões maiores.

Figura 3 – Ilustração de uma chapa de compensado



Fonte: o autor

Seu uso é bastante variado e pode ser utilizado para móveis, pisos, forros, portas, bancadas, entre outros. Pode receber pintura e a colagem de lâminas naturais ou de melamina.

OSB (Oriented Strand Board)

O OSB possui uma estética bastante característica que vem sendo cada vez mais incorporada na arquitetura. Tratam-se de lascas de madeira prensadas em camadas perpendiculares e unidas com resina aplicada sob alta pressão e temperatura. Apresenta boa resistência mecânica e rigidez., além de boa capacidade de isolamento acústico, não possuir espaços vazios em seu interior, sem nós ou fendilhados, e ser bastante uniforme. É também ecologicamente correto e reciclável e durável em áreas externas, podendo receber chuvas. No entanto, por ter uma superfície rugosa, é inviável a aplicação de produtos laminados.

Figura 4 – Ilustração de uma chapa de OSB



Fonte: o autor

O OSB permite usos desde em tapumes e barracões de obras, estruturas para pisos de madeira ou carpete, até para estruturas e acabamentos de móveis.

Madeira maciça

A madeira maciça é uma peça natural, sem o acréscimo de aglomerados ou fibras sintéticas, é a dita madeira pura. Este material é procurado quando há a necessidade estrutural, pois é um material que possui um volume maior e alta resistência. Ótimo para compor peças que necessitam de uma maior estabilidade, como, por exemplo, móveis que receberão peso, como mesas, cadeiras e armários.

Outra vantagem deste material é que ele é altamente resistente à (danos), como batidas e arranhões, e caso algum problema acontece, a recuperação é fácil. A madeira maciça possui características próprias de acordo com a espécie escolhida, as cores, texturas e aromas variam e criam peças únicas.

Figura 5 – Ilustração de uma chapa de OSB



Fonte: o autor

Hoje toda madeira maciça legal é proveniente de reflorestamentos, e a partir destes você pode escolher entre uma madeira mais comum como o eucalipto, ou procurar uma madeira de lei mais sofisticada como o mogno.

Talvez a maior desvantagem da madeira maciça é quando ela não é trabalhada no timing certo, caso isto aconteça, suas características naturais podem vir à tona.

Poder-se-á ter problemas com a oscilação da mesma, chegando ao ponto de criar frestas ou até mesmo empenar suas peças.

Outro pequeno detalhe que pode se tornar um problema é o peso das peças feitas com este material, isto impede que seu móvel seja manipulado de maneira fácil dentro do ambiente.

Fora estas pequenas desvantagens, uma peça feita em madeira maciça pode ultrapassar gerações.

3 CONTEXTUALIZAÇÃO – A INDÚSTRIA MOVELEIRA

3.1 A MODERNIZAÇÃO DO SETOR INDUSTRIAL

Historicamente a indústria de móveis de madeira tem passado por ciclos de modernização. Inicialmente, a implantação foi feita através da introdução de pequenas marcenarias, operadas com o know-how trazido pelos imigrantes europeus, confeccionando produtos tipicamente artesanais.

Com o aumento do mercado brasileiro, na década de 70, algumas empresas começaram a se modernizar tecnologicamente visando o mercado interno. Na década de 80, devido à retração econômica, novos investimentos foram cortados, trazendo uma crescente desatualização desse setor diante do cenário mundial, que introduzia nessa mesma época a microeletrônica como parte integrante e revolucionária no setor de máquinas e equipamentos. Algumas empresas conseguiram introduzir, com bastante dificuldade, alguns equipamentos de última geração, tentando com isso direcionar a sua produção em parte para exportação.

Atualmente as empresas líderes tem perseguido o alvo da modernização, através da introdução gradativa de máquinas e equipamentos modernos, sendo o setor de móveis retilíneos o mais atualizado tecnologicamente, apesar de estar voltado basicamente ao atendimento do mercado interno, pois não consegue preços competitivos para exportação, devido aos altos preços da madeira aglomerada no mercado nacional.

O Brasil possui a maior oferta de madeiras tropicais do mundo, porém, oficialmente, participa com apenas 1% do comércio internacional de madeira. Esse potencial, agregado às condições excepcionais de clima, solo, dimensões continentais, que permite a exploração racional, desenvolvimento de novas florestas, remanejamentos, cultivos de novas espécies e reflorestamentos, podem destacar cada vez mais a posição brasileira frente ao mundo que luta contra a escassez de matéria-prima.

Essa enorme vantagem competitiva poderia ser utilizada para a colocação da indústria brasileira de móveis de madeira em posição de concorrência à nível internacional. Países desenvolvidos como Itália e Alemanha mantém suas vantagens competitivas baseando-se no grau de modernização de suas máquinas e equipamentos, pois a indústria de máquinas para móveis nesses países é bem atualizada tecnologicamente. Ou seja, esse é o ponto forte de competitividade. Países em desenvolvimento como Indonésia e Filipinas aumentaram as suas

exportações de móveis após ser proibida a exportação de madeira bruta, pois entendem que a matéria-prima é o seu ponto forte.

Existem atualmente estudos silviculturais sendo desenvolvidos para a utilização de novas espécies até então não utilizadas no setor moveleiro. Os reflorestamentos cobrem uma área de 6,6 milhões de hectares, destinados as florestas plantadas, preservação de ecossistemas e infraestrutura básica. O plantio de pinus, que é muito utilizado como madeira maciça na Europa, encontra no Brasil condições muito favoráveis ao seu desenvolvimento, permitindo um crescimento da espécie muito mais rápido que nos países europeus.

O setor de painéis de madeira também apresenta alguns problemas que influenciam na competitividade brasileira e que podem ser revertidos em fatores positivos. Atualmente conta com poucas empresas produtoras, nas quais a defasagem tecnológica é um fator comum entre elas, trazendo problemas às indústrias que utilizam dessa matéria-prima, como alto preço alcançado relativamente ao mercado internacional e forte poder de mercado.

3.2 IMPACTOS DA VERTICALIZAÇÃO NO SETOR

Uma das características desse setor no Brasil é o excesso de verticalização das empresas, apresentando inúmeros processos tecnológicos, com inúmeras etapas localizadas em uma mesma planta industrial. Esse fato é justificado pelas empresas, para assegurar o próprio fornecimento, a qualidade dos próprios produtos, e também devido a excessiva tributação que incide sobre cada organização industrial.

Em contrapartida, países líderes no comércio internacional como Itália e Alemanha, são caracterizados por sua organização industrial com reduzida verticalização da produção, especialização das diversas etapas e tipos de produtos desenvolvidos, terceirização, subcontratação, padrão homogêneo e limitado número de modelos desenvolvidos por cada empresa.

Entendemos assim que outro fator importante de competitividade seria a redução da verticalização atual existente, como já começa a ocorrer no setor de móveis retilíneos.

Outro fator importante de competitividade da indústria de móveis é a possibilidade de modernização incremental no processo produtivo, ou seja, equipamentos modernos podem ser introduzidos visando melhorar determinada etapa da produção e passam a integrar o processo produtivo ao lado de equipamentos mais antigos. Essas mudanças por etapas

possibilitam investimentos graduais, que são bem mais acessíveis e incentivadores para a maioria da empresa.

Caracterizando a maior mudança no aspecto técnico nos últimos anos, a substituição ou introdução paralela de máquinas e equipamentos que utilizam dispositivos microeletrônicos tem se feito presente na indústria, a fim de aprimorar o controle do processo produtivo, com maior flexibilidade e melhor qualidade. Essa mudança trouxe grandes vantagens nos processos que necessitam de mudanças constantes, porém, nos processos seriados as máquinas convencionais, na maioria das vezes, conseguem obter um rendimento similar.

O design também representa um fator relevante nas inovações dos produtos, visando a competitividade. A indústria nacional não possui um padrão definido de seus produtos, como a Dinamarca e a Itália, mundialmente famosa pela sua escola de design. No caso de Taiwan o design de seus móveis é determinado pelos importadores que em sua maioria são americanos.

Geralmente os modelos aqui fabricados são cópias de modelos disponíveis no mercado internacional, que se tornam conhecidos através de feiras, revistas ou protótipos trazidos por pretensos compradores, que são projetados por desenhistas convencionais das próprias indústrias. Algumas empresas investem em termos de divulgação de sua marca, normalmente as que fabricam móveis mais sofisticados, diferenciando-se das demais, porém é comum haver reprodução de seus modelos por empresas menores, as vezes pertencentes ao setor informal da economia, que trabalham com um custo bem mais reduzido, prejudicando as demais.

A utilização de sistemas de auxílio ao projeto como o CAD permite um avanço muito grande no aprimoramento do design, a projeção e a capacitação para uma maior flexibilidade dos produtos. A utilização desses sistemas no setor moveleiro por enquanto ainda é bem insignificante, diferentemente de países como EUA, Itália e Alemanha, por exemplo, e que tem cooperado grandemente para o seu posicionamento frente ao mercado mundial.

3.3 POLÍTICAS

Contando com a colaboração governamental no sentido de promover ações para o crescimento tanto da indústria quanto do país, a indústria de móveis de madeira tem grandes possibilidades de alcançar um bom lugar no mercado mundial.

Com relação a matéria-prima deveria ser estabelecido medidas que inibam a exportação de madeira bruta, maiores incentivos ao reflorestamento e estudos sobre o desenvolvimento de novos materiais para o setor, desenvolvimento de um sistema de certificação ambiental, modernização no segmento das serrarias que trabalham com extração de madeira. No segmento de painéis de madeira, poderia ser promovida a redução do custo da matéria-prima, através do aumento da concorrência, modernização de seus equipamentos e reduzindo as alíquotas de importação.

Com relação à modernização tecnológica, poderia ser facilitado ainda mais as importações de máquinas e equipamentos, os cursos profissionalizantes direcionarem mais o aprendizado para a formação técnica mais moderna, envolvendo máquinas-ferramentas e sistemas de auxílio ao projeto como o CAD, apoio a participação de empresas, técnicos e pesquisadores em feiras e congressos internacionais e a efetivação de um programa de desenvolvimento tecnológico para o setor.

Sobre à organização industrial, poderia ser reduzida a incidência dos impostos indiretos sobre o setor, promover a redução dos custos de transporte, principalmente o portuário, incentivar a formação de polos industriais, regulamentação de normas técnicas para o setor e promover a integração e cooperação entre empresas, centros técnicos e universidades.

A indústria de móveis de madeira do Brasil possui grandes vantagens competitivas, grande potencial de crescimento e muito trabalho e desenvolvimento que já foi alcançado de uma forma esparsa, sem sincronismo ou interligação entre os diversos setores envolvidos, que podem ser devidamente alocados para alcançarem o objetivo como um todo.

Existem, também, inúmeras necessidades que precisam ser supridas, fatores de intercâmbio e cooperação, que podem modificar o quadro atual de desenvolvimento e a sua posição frente ao mercado mundial em um novo posicionamento significativo e competitivo.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 PROCESSO DE LIXAMENTO

O processo de lixamento se enquadra como desgaste abrasivo, onde elementos abrasivos de maior dureza removem material da peça trabalhada através de mecanismos de fadiga superficial (KING, 1984).

Desgaste abrasivo

Segundo as definições da tribologia, os principais modos de falha para desgaste abrasivo podem ser classificados em dois modos (MCKEE, 1982):

- Dois corpos (corpo rígido);
- Três corpos (corpo flutuante).

O modo de dois corpos pode ser definido também como corpo rígido, onde os grãos abrasivos permanecem estáticos em relação ao corpo abrasivo (e.g. lixa).

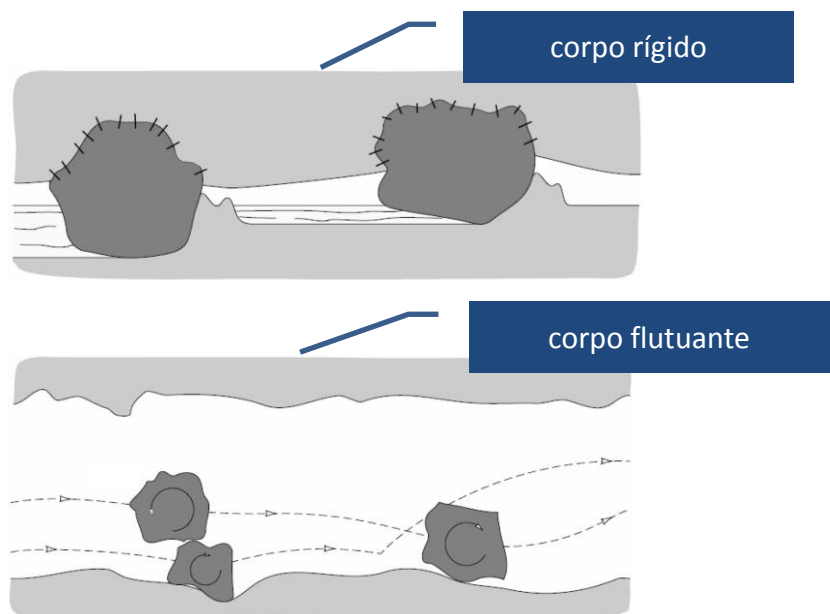


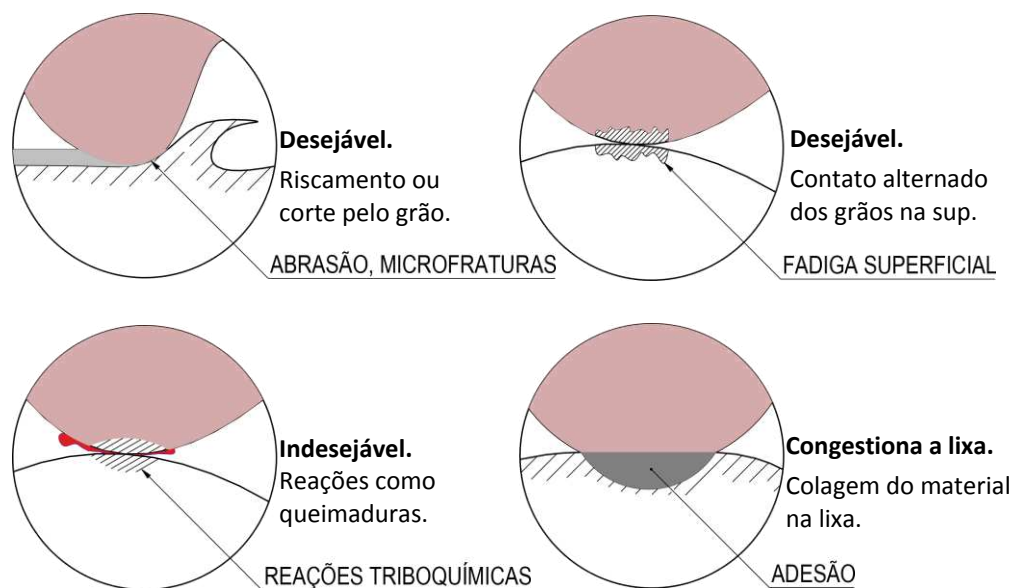
Figura 6 – Ilustração do modo de desgaste para dois e três corpos
Fonte: adaptado de KOVAŘÍKOVÁ (2009)

O modo de três corpos apresenta corpos flutuantes na interface entre lixa e peça. Desgastes de três corpos, em geral, apresentam menor potencial abrasivo (i.e. são menos agressivos) e melhor acabamento superficial.

Mecanismo de falha

Os mecanismos de falha independem do modo de desgaste (dois ou três corpos) e referem-se mais aos fenômenos físico-químicos que ocorrem na interface de abrasão.

Figura 7 – Ilustração de alguns mecanismos de falha superficial



Fonte: adaptado de KOVAŘÍKOVÁ (2009)

A Figura 7 apresenta um resumo dos principais mecanismos de falha em abrasão. Para fins da aplicação almejada (i.e. lixadeiras industriais), os principais mecanismos são físicos, como fadiga superficial e micro fraturamento.

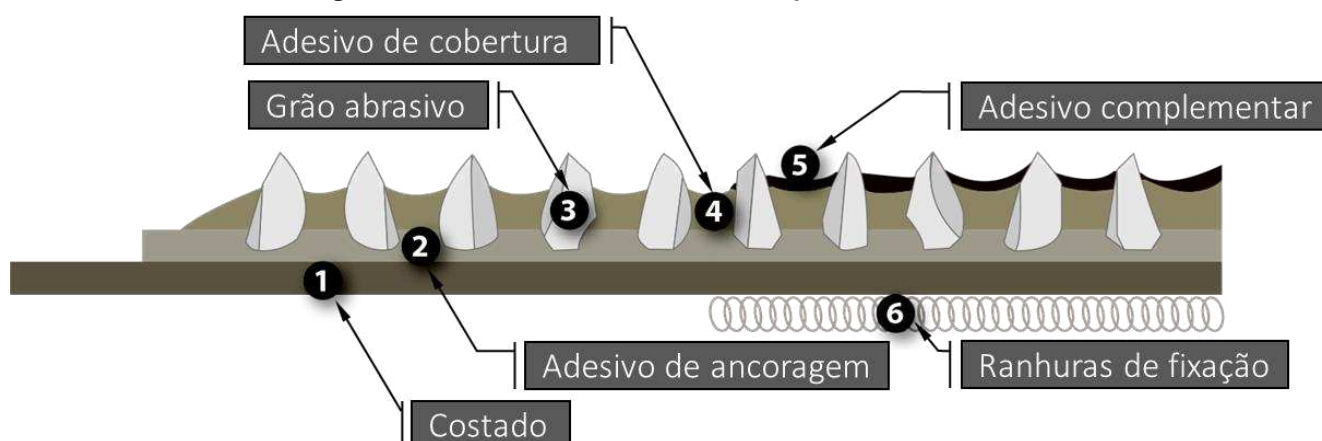
4.2 CONSTITUIÇÃO DE UMA LIXA

Uma lixa abrasiva é tipicamente constituída por:

1. Costado;
2. Adesivo de ancoragem;
3. Grão abrasivo;
4. Adesivo de cobertura;
5. Adesivo complementar;
6. Ranhuras de fixação.

Cada constituinte da lixa tem uma função específica visando aprimorar o processo de abrasão, prolongar a vida útil, facilitar o processo de fabricação da lixa, etc.

Figura 8 – Ilustração da constituição típica de uma lixa abrasiva



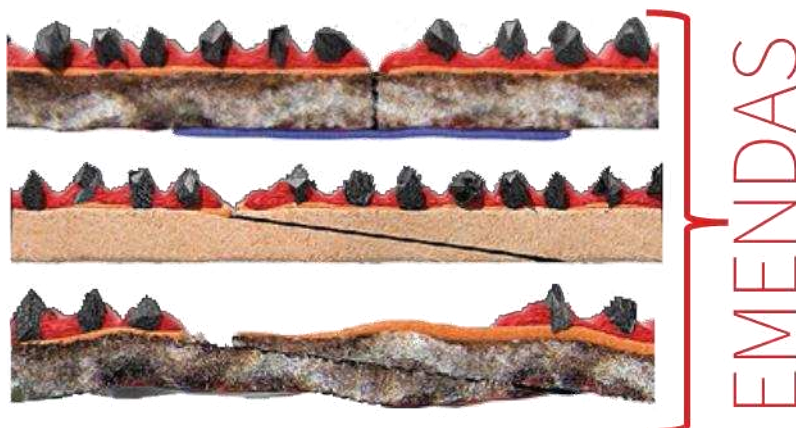
Fonte: adaptado de GAMMELGÅRD (2021)

As composições e formas construtivas de cada elemento constituinte da lixa depende de sua aplicação destinada. Citam-se algumas diferenciações, como a construção de camada aberta ou camada fechada, onde os grãos abrasivos cobrem 50~70% ou 100% da superfície da lixa, respectivamente. Lixas de camada aberta são utilizadas em processos de lixamento mais agressivos, em especial por apresentarem uma tendência menor de acumular resinas oriundas da madeira nos interstícios granulares da lixa.

Ademais, os principais grãos abrasivos utilizados na indústria da madeira são: Alumina (Al_2O_3) e Carbetto de Silício (SiC); acolá, utilizam-se grãos de Alumina Zircônia ($Al_2O_3 + ZrO_2$) e outros grãos cerâmicos.

O tipo de costado e de emenda também apresentam forte influência no processo de lixamento. Costados de tecido, poliméricos (e.g. poliuretano), papel, dentre outros, são encontrados facilmente na indústria. O tipo de emenda pode impactar no acabamento final da peça devido a pequenas variações de espessura e desgastes locais mais acentuados na lixa.

Figura 9 – Ilustração de alguns tipos de costado tipicamente utilizados na indústria da madeira



Fonte: adaptado de MIRKA (2013)

Alguns tipos de emenda são dispostos na Figura 9, sendo estas: emenda paralela, oblíqua (com cobertura abrasiva) e oblíqua (sem cobertura abrasiva). Emendas oblíquas tendem a apresentar melhor acabamento superficial na peça trabalhada.

Figura 10 – Ilustração de lixa abrasiva de cinta larga



Fonte: adaptado de MIRKA (2013)

A Figura 10 apresenta uma lixa de cinta larga tipicamente utilizada na indústria da madeira para lixamento de painéis.

4.3 PATIM SETORIZADO E LIXADEIRAS INDUSTRIAIS

O porte cada vez crescente da indústria moveleira conta com máquinas cada vez mais complexas, robustas e completas. Nesta seção, apresentam-se alguns aspectos de lixadeiras industriais e o grupo de interesse: patim lixador (setorizado).

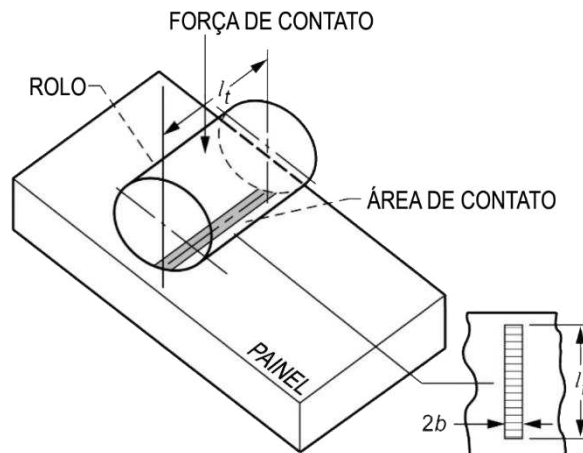
Tabela 1 – Ilustração dos principais grupos constituintes de uma lixadeira industrial

GRUPO	DESCRIÇÃO
ESTRUTURA	Sustentação da máquina, solução de rigidez e atenuação de fenômenos vibratórios.
BASE ELEVADORA	Elevação do plano de trabalho em relação à mesa de transporte.
PROTEÇÕES	Enclausuramento e proteção da máquina. Garante a segurança do equipamento (conformidade à NR12).
DISPOSITIVOS DE SEGURANÇA	Dispositivos destinados exclusivamente à segurança do operador (e.g. barreira de proteção e seus mecanismos de acionamento).
MESA DE TRANSPORTE	Transporte do material trabalhado na máquina, inclusive com a possibilidade de integração com outras máquinas (operação em linha).
COIFAS DE EXAUSTÃO	Exaustão do particulado gerado durante o processo.
GRUPOS LIXADORES	Rolos, patins, escovas, lamelas abrasivas, etc.

Fonte: o autor

Vale ressaltar que os grupos lixadores compostos por patim – seja este tipo monobloco ou setorizado – encontram-se na região mais à jusante do avanço na máquina. Isto, pois, os grupos patins lixadores são utilizados para dar o acabamento final da peça, após as abrasões mais agressivas dos grupos de entrada (tipicamente constituídos por rolos lixadores, em aço ou emborrachados).

Figura 11 – Ilustração da área de contato para um cilindro



Fonte: adaptado de ZARETSKY (2013)

A Figura 11 ilustra a área de contato de um cilindro contra uma superfície plana. Naturalmente, a área de contato de um semiplano contra outro plano é maior que a de um cilindro e plano, visto que o cilindro dependerá de sua deformação de contato (a região de contato rígida se dá sobre uma linha), ao passo que o semi plano apresenta contato geometricamente fiel.

Patim monobloco

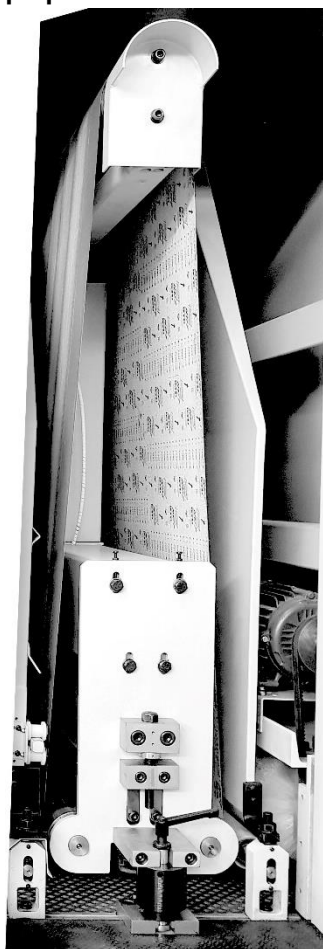
O tipo mais comum de patim lixador é o monobloco. Sua principal característica é a de que sua estrutura de apoio da lixa contra a peça (região de contato) é formada por uma peça, ou bloco, única.

Dentre as principais desvantagens do patim monobloco se enquadram:

- a) Acionamento único da lixa;
- b) Pressão única de lixamento.

O acionamento único da lixa infere a incapacidade de utilizar apenas uma parte da lixa para lixamento de peças estreitas, o que gera uma tendência de desgaste prematuro em regiões viciadas da lixa. Tipicamente, alternam-se as regiões de alimentação na máquina, de forma a utilizar toda a largura da lixa igualmente, prolongando sua vida útil e amenizando este ônus.

Figura 12 – Fotografia de grupo patim lixador monobloco em uma lixadeira industrial



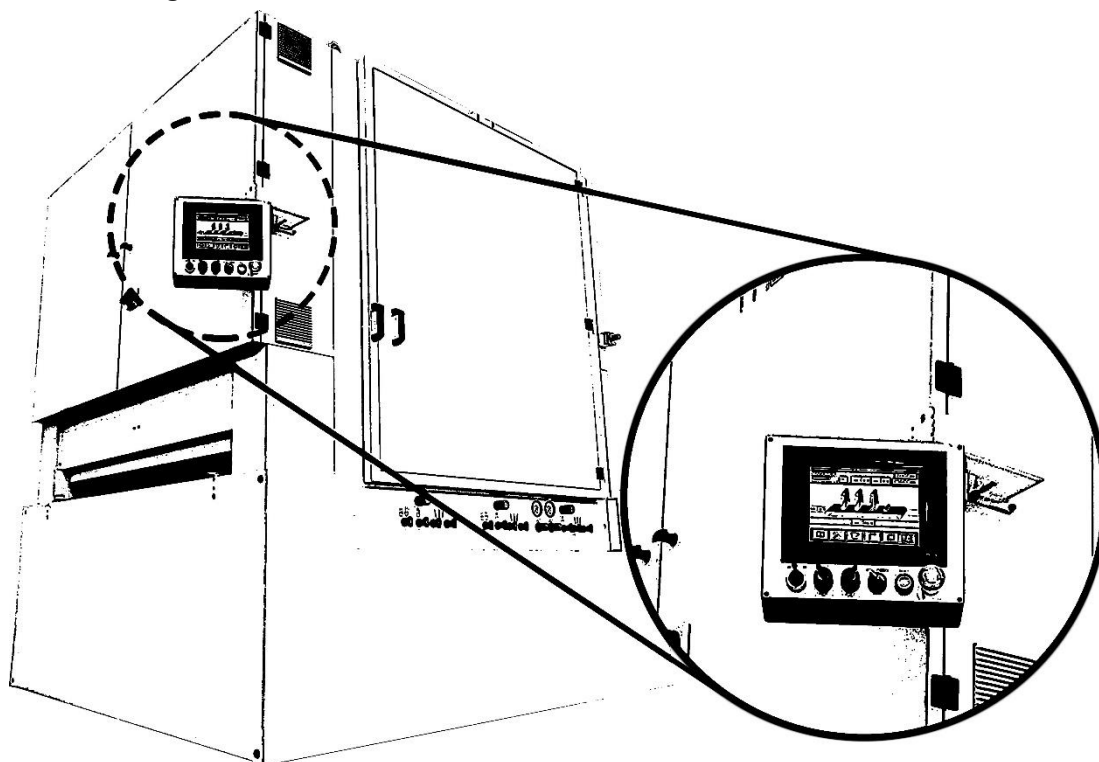
Fonte: o autor

Quanto à pressão única de lixamento, devido às forças reativas e gravitacionais (considerando o peso dos grupos lixadores), as pressões de lixamento na parte central da lixa tendem a ser maiores. Assim, o acabamento das superfícies próximas às bordas do painel é prejudicado. A setorização do patim é a solução mais eficiente para este problema.

Patim setorizado

O patim setorizado traz uma porção de vantagens, seja na qualidade do acabamento da peça lixada, quanto na preservação da vida das lixas. A setorização do patim lixador, no entanto, exige um maior grau de controle e automação da máquina abordada. Lixadeiras equipadas com patim setorizado dispõem, também, de barreira de comando à entrada da máquina, que faz a leitura das regiões alimentadas; isto é, alimentando-se uma peça com comprimento menor que a largura útil da lixa, a barreira de comando identifica quais setores da lixa serão utilizados e quais estarão operando em vazio.

Figura 13 – Fotografia de lixadeira industrial com sistema de automatização eletrônica e digital

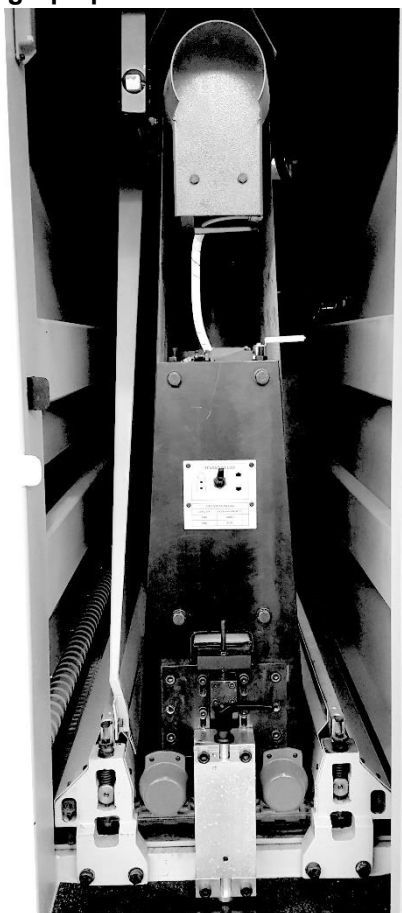


Fonte: o autor

A Figura 13 apresenta lixadeira industrial com controle eletrônico e digital; nota-se o destaque no painel de comando digital *touch screen* da máquina. Quanto ao patim setorizado, o acionamento dos setores pode ser realizado conjuntamente entre a barreira de comando (de forma automática) e as entradas no painel de comando da máquina (manual ou programaticamente).

Utilizando-se do patim lixador, sua setorização permite distribuição não uniforme de pressão sobre a peça, assim como o acionamento apenas de alguns setores de lixamento. Assim, pode-se aplicar pressões de lixamento muito maiores próximo aos bordos laterais do painel, permitindo uma qualidade de acabamento final mais uniforme. Similarmente, pode-se acionar o lixamento apenas de setores especificados, permitindo a realização de efeitos de acabamento superficial diferenciados na superfície da madeira.

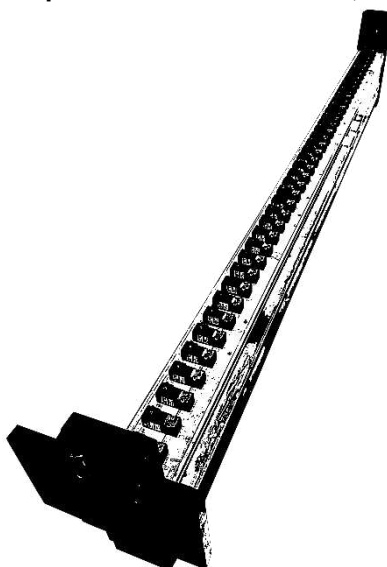
Figura 14 – Fotografia de grupo patim lixador setorizado em uma lixadeira industrial



Fonte: o autor

A Figura 14 apresenta um grupo patim lixador setorizado, montado em uma lixadeira industrial de cinta larga.

Figura 15 – Fotografia de patim lixador setorizado, desmontado da máquina



Fonte: o autor

A Figura 15, por sua vez, apresenta o patim setorizado à parte da máquina. Percebe-se ao longo de todo seu comprimento os relés de acionamento dos setores do patim, de

forma a permitir controle independente da pressão de lixamento em diversas regiões (ou setores) da lixa. Nas seções seguintes, trata-se das formas de operação e automatização deste patim (setorizado).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dentre as dificuldades encontradas durante o desenvolvimento do projeto podemos citar: ruídos nos sistemas do *encoder* provocados pelos inversores de frequência, que alteravam a entrada de pulsos - Foi necessário melhorar o sistema de aterramento com cabos blindados para os inversores e o *encoder*, além de bornes específicos para aplicação; Escorregamento do sistema mecânico de transporte (esteira – produto) o que ocasionava uma medição imprecisa - Neste caso somente ajustes operacionais foram necessários.

Utilizando parte dos conhecimentos adquiridos durante o MBA, foi possível realizar uma análise apurada do processo e suas dificuldades.

6 CONCLUSÕES

A finalidade do controle no processo de lixamento foi alcançada e o resultado satisfatório, o sistema de controle em modo geral realiza a tarefa deixando a superfície, bordas e topos com um bom acabamento.

A logica desenvolvida realizou o perfeito sincronismo do transporte virtual da cópia digitalizada do produto para dentro da máquina acionando os patins com precisão somente nos pontos necessários, uma das dificuldades encontrada anteriormente no processo.

A automação do processo reduziu o tempo de manufatura do produto, a mão de obra, aumentou de produtividade, garantiu uma maior precisão, repetibilidade, e por fim aumentou a qualidade final do produto.

Após validada por uma equipe técnica habilitada em engenharia de produto com conhecimento no processo, o sistema deverá implantado em toda linha de equipamentos com os dispositivos de patins setoriado.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 6023**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, segunda edição, 2018. NBR 6023: informação e documentação: referências - elaboração.

ABNT. **NBR 14724**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2011. NBR 14724: informação e documentação: trabalhos acadêmicos - apresentação.

Borkowski, J. **Uses of Abrasives and Abrasive Tools**. Prentice Hall, 1992.

King, Robert I. and Robert S. Hahn. **Handbook of Modern Grinding Technology**. Chapman and Hall, 1984.

McKee, Richard L. **Machining with Abrasives**. Van Nostrand Reinhold, 1982.

Capotosto, Roberto. "**Reusable Sanding Sheets**", **Popular Mechanics**. June, 1991, p. 73.

Flexner, Bob. "**Fine Grit**," **Workbench**. January, 1992, p. 18.

Whiteley, Peter. "**What You Really Need to Know About Sandpaper**," **Sunset**. October, 1992, p. 148. —Theodore L. Giese

KING, R. I., Robert S. Hahn. **Handbook of Modern Grinding Technology**. Chapman and Hall, 1984.

MCKEE, R. L. **Machining with Abrasives**. Van Nostrand Reinhold, 1982.

ZARETSKY, E. V., **Rolling Bearing Life Prediction, Theory, and Application**. NASA-Glenn Research Center, Cleveland, 2013.

KOVAŘÍKOVÁ, I., **Study and Characteristic of Abrasive Wear Mechanisms**, Institute of Production Technologies, Faculty of Materials Science and Technology, Slovak University of Technology. Trnava, 2009.

GAMMELGÅRD, A. A Method for Tribological Measurements of Coated Abrasives Using a Rheometer. **Tribology Letters**. 2021.

MIRKA LTD. **Effective Wood Sanding**. Scandinavia, 2013.

REVISTA DA MADEIRA - EDIÇÃO Nº119 - AGOSTO DE 2009

Autoria: Maurício de Souza Leão: COPPE/UFRJ - leao@pep.ufrj.br; Ricardo Manfredi Naveiro: Professor do Programa de Engenharia de Produção e da Escola de Engenharia da UFRJ - ricardo@pep.ufrj.br