

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUCAS SZENCZUK RODRIGUES

ANÁLISE DE CUSTO DA BATIDA DE COLA DA EMPRESA HAF & MAN
MÓVEIS LTDA.

CURITIBA
2009

LUCAS SZENCZUK RODRIGUES

ANÁLISE DE CUSTO DA BATIDA DE COLA DA EMPRESA HAF & MAN
MÓVEIS LTDA.

Monografia de Conclusão de Curso apresentada a disciplina AT063 – Estágio Profissionalizante em EIM, como requisito parcial à conclusão do curso de Engenharia Industrial Madeireira, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Camargo de Albuquerque

CURITIBA
2009

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e proteção.

Aos meus pais, por me darem a oportunidade de estudos e todas outras condições necessárias para a realização da minha graduação.

Ao professor Umberto Klock, por acompanhar por todo período de graduação. Ao professor Carlos Eduardo Camargo de Albuquerque por auxiliar no meu Trabalho de Conclusão de Curso.

Aos meus primos Marilu e Guido Müller por me apresentarem ao Sr. Rubens Hafemann.

Ao Sr. Rubens Hafemann por me proporcionar a oportunidade de estágio para a realização deste trabalho.

RESUMO

No ramo madeireiro, varias técnicas são empregadas para melhor beneficiamento da madeira, aumentando assim o seu rendimento. Utilizando técnicas de aplicação de batida de cola e prensagem a quente é possível a fabricação de painéis, com características técnicas superiores a madeira natural. A metodologia aplicada foi verificar todos os processos da empresa e, posteriormente, dar ênfase na elaboração da batida de cola e analisar as porções de cada componente da mesma. Em seqüência, verificar com as recomendações do fabricante e realizar as devidas alterações. Com as alterações, os custos da batida de cola reduziram em torno de, aproximadamente, 26 a 35%, dependendo de batida de cola elaborada. Porém, a falta de aparelhos para melhor controle do processo, a não disponibilidade de dados sobre os produtos químicos, a resina, o catalisador e a cola PVAc, assim como a falta de estudos em outros parâmetros, como temperatura, pressão e tempo do processo de prensagem, limitam um aprimoramento técnico do processo.

Palavras-chaves: Batida de Cola. Rendimento, Custos.

SUMÁRIO

| | | |
|---------|--|----|
| 1. | INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. | OBJETIVOS | 2 |
| 2.1 | - OBJETIVO GERAL | 2 |
| 2.2 | - OBJETIVO ESPECÍFICO | 2 |
| 3. | REVISÃO DA LITERATURA..... | 3 |
| 3.1 | - MAQUINÁRIO | 3 |
| 3.1.1 | - Encoladeira de Rolos | 3 |
| 3.1.2 | - Prensa Quente | 3 |
| 3.2 | - PRODUTO BASE | 3 |
| 3.2.1 | - Produtos Derivados de Madeira Utilizados | 3 |
| 3.2.1.1 | - Compensados | 3 |
| 3.2.1.2 | - Aglomerado..... | 3 |
| 3.2.1.3 | - MDF | 4 |
| 3.2.1.4 | - Lâminas de Madeira..... | 4 |
| 3.2.1.5 | - Sarrafos e Painéis Colados Lateralmente de Pinus | 4 |
| 3.2.2 | - Componentes da Batida de Cola | 4 |
| 3.2.2.1 | - Extensor | 4 |
| 3.2.2.2 | - PVAc | 5 |
| 3.2.2.3 | - Uréia – Formaldeído | 5 |
| 4. | MATERIAIS E MÉTODOS | 6 |
| 4.1 | - MATERIAIS | 6 |
| 4.1.1 | - Preparação | 6 |
| 4.1.1.1 | - Serraria | 6 |
| 4.1.1.2 | - Usinagem | 6 |
| 4.1.2 | - Montagem Primária..... | 7 |
| 4.1.3 | - Prensagem..... | 7 |
| 4.1.4 | - Usinagem..... | 8 |
| 4.1.4.1 | - Esquadrejamento | 8 |
| 4.1.4.2 | - Colagem de Bordas | 8 |
| 4.1.4.3 | - Furação | 9 |
| 4.1.5 | - Preparação para Pintura | 9 |
| 4.1.5.1 | - Aplicação de Massa | 9 |
| 4.1.5.2 | - Lixamento | 9 |
| 4.1.5.3 | - Montagem Secundária | 10 |
| 4.1.6 | - Pintura e Lustração | 10 |

| | |
|---|----|
| 4.1.7 - Montagem Final | 10 |
| 4.2 - MÉTODOS | 11 |
| 4.2.1 - Análise da batida de cola | 12 |
| 4.2.1.1 - Elaboração de Batida de Cola | 12 |
| 4.2.1.2 - Aplicação da Batida de Cola | 13 |
| 4.2.1.3 - Prensagem..... | 13 |
| 4.2.1.4 - Implementação das Alterações na Batida de Cola..... | 13 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 15 |
| 5.1 - BATIDA DE COLA TRADICIONAL | 15 |
| 5.2 - NOVA BATIDA DE COLA..... | 16 |
| 5.3 - COMPARATIVO | 17 |
| 6. CONCLUSÃO | 19 |
| BIBLIOGRAFIA | 20 |

1. INTRODUÇÃO

A madeira é utilizada em vários setores da indústria, porém nem sempre a madeira *in natura*, retirada da floresta, proporciona peças com o tamanho e com as propriedades físicas desejadas. Com essas limitações, empresas utilizam de técnicas como a de colagem de lâminas para a fabricação de painéis com propriedades físicas e técnicas necessitadas.

A empresa HAF e MAN Móveis foi fundada em 1º de outubro de 1976 na cidade de Corupá em Santa Catarina, pelos sócios Srs. Rubens Hafemann e Herbert Arno Mohr (*in memoriam*).

Inicialmente a empresa produzia móveis maciços de Imbuia, contudo com a atualização do mercado, a empresa teve que reformular seus produtos para continuar competitiva.

Com auxílio de um designer, a empresa começou a produzir móveis engenheirados destinados a classe media - alta a alta.

O processo utiliza madeira de pinus, aglomerado, lâminas de madeira, MDF e compensado para a fabricação dos móveis. A madeira bruta, o compensado, o aglomerado e o MDF são processados e destinados a montagem. A montagem utiliza o processo de aplicação de cola e prensagem a quente para a formação de painéis. Esses painéis são esquadrejados, removido defeitos, lixado e pintado. O processo é concluído quando o móvel é montado e embalado.

Mas dentro do processo há custos, e se o processo não estiver devidamente regulado poderá haver prejuízos.

Algo que pode ser analisado para verificar se há custos elevados é a batida de cola, onde são utilizados produtos químicos, e se não estiver em proporções adequadas podem gerar prejuízos, tanto financeiro com um consumo excessivo de cola, como também um prejuízo material com produtos defeituosos.

Assim esse trabalho é destinado a verificação de custos da batida de cola sem que a qualidade dos produtos caiam.

2. OBJETIVOS

2.1 - OBJETIVO GERAL

Análise do processo produtivo em busca de melhorias e maiores eficiências nos processos.

2.2 - OBJETIVO ESPECÍFICO

Análise e aprimoramento da batida de cola visando obter um melhor rendimento.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 - MAQUINÁRIO

3.1.1 - Encoladeira de Rolos

Segundo Iwakiri (2005), encoladeira de rolos é um equipamento contendo principalmente 2 rolos emborrachados, com pequenas ranhuras em forma de “V”, sua função principal é transpassar a batida de cola para a área desejada, realizando uma pressão sobre a mesma, movimentando-a de maneira uniforme, uniformizando a aplicação da batida de cola.

3.1.2 - Prensa Quente

Iwakiri (2005) mencionou que prensas quentes podem ter até 50 aberturas, podendo ser carregamento manual ou automático. O sistema de aquecimento pode ser elétrico, a óleo ou a vapor.

3.2 - PRODUTO BASE

3.2.1 - Produtos Derivados de Madeira Utilizados

3.2.1.1 - Compensados

Segundo Forest Products Society (1999), compensado é um painel plano construída por lâminas de madeira. Unidos sob pressão, com um aglutinante para criar um painel.

Compensado pode ser feito tanto de coníferas ou folhosas. São sempre construídas com um número ímpar de camadas com a direção da grã perpendicularmente a outra.

3.2.1.2 - Aglomerado

Segundo Shiraishi, Kajita e Norimoto (1993) na produção de aglomerado, as partículas de madeira são plastificadas e comprimidas em um estado instável de calor e umidade por uma prensa quente. Isso faz com que a área de contato para o adesivo seja aumentada, melhorando assim a aglutinação da resina entre as partículas.

3.2.1.3 - MDF

Tsoumis (1991) mencionou que MDF é oriundo de madeira ou outros produtos ligno-celulósicos onde, em vez de serem utilizadas partículas, empregam-se fibras na composição do painel. Apresenta uma textura homogênea, podendo ser usinado como madeira maciça. Sua densidade pode variar de 0,65 a 0,85 g/cm³.

3.2.1.4 - Lâminas de Madeira

De acordo com Sellers Jr (1985) lâmina de madeira é uma fina folha de madeira, geralmente dentro da faixa de espessura de 0,3 a 6,3 mm com a direção da grã da madeira paralelos à superfície. Hoje é laminadas maioria das espécies do mundo em todo o mundo

Madeira Amapá, com o nome científico *Brosimum parinarioides Ducke*, *Apocynaceae*. Cerne e alburno indistintos quanto a cor, bege-amarelado, levemente rosado; textura média; grã irregular reversa; superfície levemente lustrosa; cheiro e gosto indistintos. (Site Remade, Acesso em 27/03/2009)

3.2.1.5 - Sarrafos e Painéis Colados Lateralmente de Pinus

Utilizando o método de finger-joint sarrafos unidos nos topos, são colados lateralmente e assim formando os painéis EGP (Edge glued panel) conhecido como painel de colagem lateral comentado por Iwakiri (2005).

Segundo Mattos [?], a indústria madeireira tem se interessado nas plantações de espécies exóticas como *Pinus taeda*, por ter facilidade na adaptação no clima da região sul do Brasil e rápido crescimento.

Madeira de cor amarela pálida, textura fina e grã direita, com gosto e cheiro resinosos. Madeira de baixa resistência ao ataque de fungos e insetos (Site Remade, Acesso em 3/04/2009).

3.2.2 - Componentes da Batida de Cola

3.2.2.1 - Extensor

Iwakiri (2005) mencionou que os extensores são elementos a base de amido ou proteína que são incorporados ao adesivo para a diminuição de custos finais, elevar a viscosidade do adesivo e aumentar a tolerância em relação ao tempo de montagem.

3.2.2.2 - PVAc

A resina Acetato de Polivinila, PVAc, (termoplástica) e a base d'água, a cura se processa a temperatura ambiente, apresenta um baixo custo e devido a sua baixa resistência a umidade, e restrita ao uso interior , Iwakiri (2005).

Pizzi (1983) mencionou que Acetato Polivinila é um polímero termoplástico que ganhou ampla aceitação ao longo dos anos, como uma matéria-prima para a indústria adesiva. Modificados ou não, em solução ou emulsão, e como homopolímero ou copolímero, ele exibe uma versatilidade que o torna adequado para a colagem de uma grande variedade de substratos. Em particular, é capaz de produzir uma forte e duradoura ligações em madeira e produtos derivados, e este tem sido um importante fator contribuinte para o enorme crescimento da base de acetato de polivinila adesivos nos últimos anos.

3.2.2.3 - Uréia – Formaldeído

Segundo Baldwin (1995), Uréia-Formaldeído é uma resina utilizada por ser versátil e com custo baixo. Não contém componentes aromáticos ou Benzeno. Sua cura é acelerada em meio ácido. Batida de cola com base na Uréia – Formaldeído não deve ser usado se o produto final será exposto à ambientes úmidos.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1- MATERIAIS

Para análise do processo industrial como um todo e, posteriormente, focando no objetivo principal. Foi necessário verificar cada área do processo produtivo da empresa. Sendo elas:

- Preparação
- Montagem Primária
- Prensagem
- Usinagem
- Preparação para Pintura
- Pintura e Lustração
- Montagem Final

4.1.1 - Preparação

4.1.1.1 - Serraria

Na serraria são preparadas todas as partes de madeira sólida presente no móvel, desde um pé até prateleira superior. Normalmente peças que vão dentro dos painéis acima de 30 mm.

A serraria é composta por 4 serras circulares, sendo duas delas destopadeiras. Uma plaina, e uma desengrosadeira.

Com essas máquinas são preparados todos os sarrafos, os quais são utilizados dentro do móvel. Matéria prima utilizada são tábuas de Pinus e painéis de colagem lateral de Pinus.

Lotes são colocados em pallets, e estes sendo identificado por uma referência, a qual é seguida por todo processo, e esta destinada a montagem primária.

4.1.1.2 - Usinagem

Como a madeira solida sofre uma preparação para ser encaixada ao processo, painéis como Aglomerado, MDF e compensados também são submetidos à preparação antes que sejam enquadrados no processo.

O primeiro passo é esquadrejá-los nas medidas corretas. Aglomerado e MDF normalmente são esquadrejados na seccionadora, já o compensado é esquadrejado nas esquadrejadeira.

No caso dos painéis, Aglomerados e MDF, que fazem parte da estrutura do móvel, são lixados para calibração. Já o MDF que não fará parte da estrutura, é direcionado para a montagem secundária.

Todos os lotes são separados por referências.

4.1.2 - Montagem Primária

A montagem primaria é a formação dos quadros, os quais serão a estrutura para os painéis, que são utilizadas em varias partes do móvel.

Com uma grampeadora pneumática, um colaborador realiza a união das peças, normalmente unindo peças em sentido transversal, (Figura 1), porém algumas são unidas paralelamente, (Figura 2).



Figura 1 - União de peças no sentido transversal



Figura 2 - União de peças no sentido transversal e paralelo

4.1.3 - Prensagem

A preparação da batida de cola é feita sem nenhum equipamento de medição, utilizando-se um recipiente como referência para determinar quantas partes de farinha e de água são incorporadas na batida. A resina é colocada aleatoriamente. Quando a batida de cola for ser usada, é aplicada uma pequena fração (medição por recipiente) de catalisador.

Compensados de 4 mm são utilizados para cobrir quadro montados na montagem primária. Capa e Contra Capa são passados simultaneamente na encoladeira, sendo aplicado cola na parte interna (face do compensado com qualidade inferior que ficará voltada para dentro da peça). Com a contra capa começa a ser formado o sanduíche que irá para a prensa quente, o quadro é posicionado sobre a contra capa e preenchido com colméias e pedaços sobressalentes de aglomerado. Posteriormente é aplicada a capa, assim terminando a formação do sanduíche e destinando o produto para a prensa.

Com os sanduíches prontos, estes são dispostos nos pratos da prensa a quente, dependendo do tamanho das peças, 2 ou mais peças são dispostas no mesmo prato. As peças compostas de compensados 4 mm e quadros são levados a uma temperatura de 80°C e uma pressão de 10 bar por um período de 15 minutos.

Outras peças como aglomerados e MDF também são submetidos à prensa para a aplicação de lâminas faqueadas de madeira Amapá. Estas peças são submetidas a uma pressão que pode variar de 40 bar a 80 bar, e temperatura de 80°C durante um período entre 6 a 7 minutos.

4.1.4 - Usinagem

Após a prensagem e ter dissipado o calor, as peças estão prontas para Usinagem.

4.1.4.1 - Esquadrejamento

A seccionadora é utilizada para essa tarefa, com a adição de um gabarito, a máquina é regulada para remover o mínimo de rebarba no primeiro corte. No segundo corte remove a rebarba para deixar a peça na sua dimensão final.

Com as bordas devidamente cortadas, as peças são destinadas a esquadrejadeira ou a encoladeira de borda ou a montagem secundária.

4.1.4.2 - Colagem de Bordas

Peças que, no final do processo terão cantos em ângulo de 45°, são destinadas a esquadrejadeira e cortadas formando esta borda inclinada. Essas peças recebem as lâminas na borda manualmente na montagem secundária.

Peças com espessura maior de 50 mm são destinadas diretamente para a montagem secundária, para a aplicação de lâminas nas bordas com uma cola base de água.

Peças que não precisam ser cortadas em ângulo e que tem espessura menor ou igual a 50 mm são direcionadas a encoladeira de borda. Utilizando adesivo a uma temperatura de aproximadamente de 255°C, lâminas são coladas nas laterais dos painéis. Serras circulares presente na máquina removem as rebarbas de lâminas e um colaborador remove o excesso de cola com um formão e uma lixa.

4.1.4.3 - Furação

Com o painel pronto, para seguir para montagem é necessário fazer as furações onde são adicionadas as cavilhas, parafusos e outros elementos para fixação posteriormente.

Cada pallet é identificado por uma referência, e o colaborador responsável tem anotado onde deve ser realizado cada furo. Como a furadeira múltipla contém 6 cabeçotes, 4 na vertical e 2 na horizontal, podem ser realizados 6 linhas de furos ao mesmo tempo.

4.1.5 - Preparação para Pintura

Com os painéis devidamente esquadrejados e furados, eles são direcionados a preparação para pintura, onde envolve a aplicação de massa, montagem secundária e lixamento.

4.1.5.1 - Aplicação de Massa

Após as furações realizadas, os painéis são destinados a aplicação de massa, que é a aplicação de massa em defeitos como rachaduras, espaços entre lâminas, furos desnecessários, tudo isso para que no final do processo haja uma peça completamente lisa, sem imperfeições.

4.1.5.2 - Lixamento

Com os painéis devidamente preparados, as peças são direcionadas para o lixamento, removendo, assim, excessos de massas e outras irregularidades nos painéis.

Cada painel é passado 4 vezes na lixa, duas vezes em cada lado, e sendo a primeira vez com uma lixa mais grossa, e na segunda uma lixa mais fina, dando uma cobertura mais homogênea possível.

4.1.5.3 - Montagem Secundária

Balcões, gavetas ou somente rodapés, que são pintados já prontos, são montados na montagem secundária.

Até a montagem secundária, as peças são fabricadas por lotes. Chegando nesse setor, cada peça é destinada a uma posição do estoque e a partir desse momento, as peças que a serem montadas e pintadas são definidas de acordo com os pedidos que são encaminhados do setor administrativo ao setor de produção.

Para alguns modelos de balcões existem gabaritos para montagem, para a sua montagem, o mesmo artifício é utilizado para a montagem de rodapés. Gavetas são diretamente montadas, os trilhos já são devidamente instalados.

4.1.6 - Pintura e Lustração

Com todas as peças em estoque, o colaborador responsável pelo setor de pintura e lustração separa as peças pelo pedido enviado da administração. Com as peças separadas, a pintura é realizada pelos tipos de cor, agora sendo não separado por referências, mas sim por cores. Posteriormente é separado as referências.

A pintura é realizada por pistolas pneumáticas, com tintas a base de água, seladores e vernizes com catalisadores.

Com a aplicação da tinta, é aguardado por um período mínimo de 40 minutos para que as peças continuem o processo. Após as peças estarem secas, elas recebem uma aplicação de selador. É aguardado por um período de 1 hora para que essas peças sequem e sejam lixadas para remoção do excesso. É repetido o processo de selador mais uma vez. Depois de lixados, as peças são destinadas ao setor de verniz. Após a aplicação de verniz, as peças ficam estocadas de modo que sequem, somente no dia seguinte que elas são retiradas desse estoque para ir à montagem final.

4.1.7 - Montagem Final

Logo no início do turno, as peças são retiradas do estoque da lustração e posicionadas no setor de montagem final.

Com todas as peças no setor, cada móvel é montado manualmente por dois colaboradores. Com as peças principais montadas, elas são embaladas por mais dois colaboradores e estocadas em um barracão, a espera de serem despachadas para os clientes.

4.2 - MÉTODOS

Com a análise dos materiais presentes, o método utilizado foi presenciar os processos e levantar quais os problemas envolvidos nos setores.

Com o objetivo principal sendo um melhor rendimento no processo, o setor de prensagem foi analisado com mais ênfase, verificando, principalmente, a batida de cola utilizada no processo da empresa.

Essa análise foi feita presenciando cada dia em um setor da empresa. Participando junto com os colaboradores para a realização de suas tarefas.

Na preparação, auxiliou-se os colaboradores a alimentar as máquinas como plaina, desgrossadeira, destopadeira. Passando, aproximadamente, um dia neste setor.

Na montagem primária verificaram-se as técnicas de fixação.

Na prensagem, auxiliou-se na aplicação da batida de cola e alimentação da prensa a quente. Posterior a verificação de toda empresa, a batida de cola foi analisada durante uma semana para melhor avaliação.

Na usinagem, verificou-se cada máquina durante um dia. Analisando a seccionadora ajudando a alimentá-la. Tanto para o corte primário quanto a remoção de rebarbas oriundas da prensa. Na encoladeira de borda auxiliou-se a alimentação da máquina e remoção dos excessos de cola nas peças. Na furação, novamente ajudando a alimentar a máquina e analisando a sua regulagem.

Na preparação da pintura, onde envolve a montagem secundária e a aplicação de massa e lixamento, verificou-se as técnicas de montagem, a aplicação de massa e as lixadeiras.

Na pintura e lustração foi analisado o processo de aplicação do tingidor, selador e verniz. Como também o lixamento das peças entre o processo de aplicação do selador e do verniz.

Na montagem final foi analisado a montagem dos móveis, os quais seguiam montados, e a embalagem de todas as peças, desde aqueles que vão montados até as peças desmontadas.

4.2.1 - Análise da batida de cola

O primeiro passo realizado foi a análise da elaboração da batida de cola. Desde a sua formulação, até o método de aplicação, tanto no compensado como nas lâminas.

4.2.1.1 - Elaboração de Batida de Cola

Era utilizado um recipiente sem graduação de volume para determinar a quantidade de água a ser usada na formulação, normalmente entre 10 a 12 volumes (totalizando aproximadamente 3,5 litros = 3,5 kg), posteriormente adicionava-se uma quantidade média de, aproximadamente, 3,5 kg de farinha de trigo como extensor, contudo, essa medida era feita sem rigor na precisão. Após a aplicação do extensor, essa mistura de água e farinha é batida manualmente.

Após a diluição de aglomerações de farinha (pelotas), essa mistura era batida por uma batedeira improvisada com uma furadeira adaptada.

Com a mistura de farinha e água pronta, com aproximadamente 7 kg, era adicionado à resina RESIMED (Média emissão de formol), base de Uréia Formaldeído. E, também, sendo adicionado na base da prática (sem precisão), normalmente até um nível de um segundo recipiente (tipo balde), já acostumado pelos colaboradores. Pesando essa quantidade, é uma quantidade de resina de, aproximadamente, 14 kg por recipiente, e mexida pelos próprios colaboradores.

Com esses valores, percebemos que a proporção na batida de cola era de 1:1:4, sendo 1 kg de água para 1 kg de farinha de trigo para 4 kg de resina.

Com a batida quase pronta para o consumo, o segundo recipiente era dividido em duas partes para a adição do catalisador. O mesmo também era adicionado por meios do primeiro recipiente cheio, de aproximadamente 300 ml, em uma parte da batida, enquanto que a outra parte era armazenada para ser utilizada após o consumo total da primeira parte. O catalisador é uma diluição de cloreto de amônia em água, e mais uma vez batida pelos colaboradores. Tanto a resina quanto o catalisador são produtos comprados, e seus dados técnicos não estavam acessíveis.

Com a batida de cola pronta, é verificado em qual produto será aplicada. Quadros com as capas em compensados de 4 mm ou aglomerados e MDF (painéis reconstituídos) com lâminas.

Sendo os quadros com compensado, a batida de cola estaria pronta para o processo. Se o processo for realizado com aplicação de lâminas em painéis reconstituídos, a batida de cola recebe um adicional de 10% PVAc. A adição dessa cola vem com o intuito de diminuir a quantidade de defeitos em relação a manchas no final do processo, manchas causadas pela absorção excessiva de resina pela lâmina e transpondo uma quantidade de resina.

4.2.1.2 - Aplicação da Batida de Cola

Com as batidas de cola devidamente analisadas, verificamos como é o processo de aplicação da batida.

A aplicação é realizada por uma Encoladeira de Rolos, a regulagem dos cochos determina a quantidade de batida de cola que será transpassada aos rolos e posteriormente aplicada nas peças.

4.2.1.3 - Prensagem

Com as peças devidamente montadas com quadros e compensados ou painéis reconstituídos e lâminas, elas são direcionadas a prensa quente.

Com a prensagem de quadros e compensados, a temperatura aplicada é de 80°C a uma pressão de 10 bar, com um tempo de aproximadamente 15 minutos. Normalmente, são feitos remessas com valores múltiplos de 5, porque a prensa é composta por 5 pratos. Em casos excepcionais, a prensagem pode levar menos peças.

No caso de painéis reconstituídos, a pressão fica entre 40 a 80 bar, temperatura aplicada de 80°C, por um tempo de, aproximadamente, 6 a 7 minutos.

4.2.1.4 - Implementação das Alterações na Batida de Cola

Com a análise do setor de prensa, a primeira alteração realizada é a modificação da batida de cola. Verificando papéis enviados pelo fabricante da resina, papéis mostrando seus métodos de aplicações (manual básico de instruções) e bibliografias, alteramos a batida de cola para uma proporção de 1:1:1, sendo 1 kg de água, 1 kg de farinha de trigo e 1 kg de resina. Mantivemos a quantidade de catalisador, aproximadamente 300 ml.

Para facilitar a medição de cada produto da batida de cola, foram providenciados:

- Uma jarra de 4 litros

- Um copo medidor de 500 ml
- Uma régua de metal.

A régua de metal foi adquirida no setor de pintura, e feita uma escala para a determinação de 5 kg (5 litros) de água no segundo recipiente. A jarra e o copo medidor foram comprados, a jarra para determinar os 5 kg (3,6 litros) de cola, o copo medidor para determinar a quantidade de 300 ml de catalisador. A farinha foi medida em sacos, já que cada um tem 5 kg, assim facilitando a determinação de sua quantidade.

Quando a aplicação foi em painéis reconstituídos, para a aplicação de lâminas, também continua sendo aplicado 10% de PVAc.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a batida de cola feita anteriormente, era utilizado 1 kg de farinha de trigo, 1 kg de água, e 4 kg de resina. Já na batida de cola modificada, a proporção ficou 1 kg de água, 1 kg de farinha de trigo e 1 kg de resina.

Os preços dos produtos da batida de cola são apresentados a seguir:

- Água – 0,00485 reais/kg
- Farinha de Trigo – 1,20 reais/kg
- Resina – 3,35 reais/kg
- Catalisador – 3,80 reais/kg
- Cola PVAc – 8 reais/kg

Ressalva-se que o catalisador utilizado corresponde a um volume de 300 ml por metade do segundo recipiente. E a cola PVAc é utilizada somente quando for a colagem de lâminas em painéis reconstituídos.

5.1 - BATIDA DE COLA TRADICIONAL

Primeiramente, passou-se a análise dos custos da batida de cola antiga, ou seja, a tradicionalmente empregada pela empresa, apresentada na tabela 1.

TABELA 1 – CUSTO DA BATIDA DE COLA TRADICIONAL¹

| Material | Água (3,5kg) | Farinha (3,5kg) | Cola (14kg) | Total (21kg) |
|--------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------|
| Custo (R\$) | 0,016975 | 4,200000 | 46,900000 | <u>51,116975</u> |

FONTE: O autor (2009)

Essa batida de cola tinha um custo de 2,434 reais/kg, normalmente o segundo recipiente continha 21kg de batida de cola com essa formulação, e somente metade recebia inicialmente o catalisador, sendo aproximadamente 300 ml.

Com a adição do catalisador com densidade de aproximadamente 1,119 g/cm³ era aplicado 335 g para uma quantidade de 10,5 kg de cola.

1. Custos referentes à batida de cola fabricada no momento, com custos das quantidades utilizadas.

A tabela 2 apresenta o custo da batida de cola anteriormente empregada com catalisador.

TABELA 2 – CUSTO DA BATIDA DE COLA ANTIGA COM CATALISADOR¹

| Material | Batida de Cola (10,5 kg) | Catalisador (335 g) | Total (10,835 kg) |
|--------------------|-------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Custo (R\$) | 25,557 | 1,273 | 26,83 |

FONTE: O autor (2009)

Com a adição do catalisador, o custo da cola se elevou para 2,476 reais/kg.

Lembrando que se for aplicado em painéis reconstituídos, há a adição da cola PVAc.

A tabela 3 apresenta o custo da batida de cola com catalisador e PVAc.

TABELA 3 – CUSTO DA BATIDA DE COLA COM CATALISADOR E PVAC¹

| Material | Batida de Cola (10,835 kg) | PVAc (10%) | Total (11,918kg) |
|---------------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| Custos (R\$) | 26,83 | 8,668 | 35,498 |

FONTE: O autor (2009)

Com a cola PVAc, o custo da batida de cola aumentou para 2,978 reais/kg.

5.2 - NOVA BATIDA DE COLA

A tabela 4 apresenta a análise dos custos na nova batida de cola.

TABELA 4 – CUSTO DA BATIDA DE COLA NOVA¹

| Material | Água (5 kg) | Farinha (5 kg) | Cola (5 kg) | Total (15 kg) |
|---------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|
| Custos (R\$) | 0,02425 | 6,00000 | 16,75000 | <u>22,77425</u> |

FONTE: O autor (2009)

Com essa formulação, o custo da cola abaixou para 1,518 reais/kg. Normalmente com essa formulação é elaborado 15 kg de batida de cola para cada segundo recipiente, como mencionado anteriormente, esses recipientes são divididos pela metade para aplicação do catalisador. Com a falta de dados

sobre o catalisador, a quantidade não foi alterada, sendo 300 ml para cada metade.

A tabela 5 apresenta os custos na nova batida de cola com catalisador.

TABELA 5 – CUSTO DA BATIDA DE COLA NOVA COM CATALISADOR¹

| Material | Batida de Cola (7,5 kg) | Catalisador (335 g) | Total (7,835 kg) |
|---------------------|------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| Custos (R\$) | 11,385 | 1,273 | <u>12,658</u> |

FONTE: O autor (2009)

O custo da batida de cola, neste estágio, atinge 1,616 reais/kg.

A tabela 6 apresenta o custo da batida de cola com catalisador acrescido da cola PVAc.

TABELA 6 – CUSTO DA BATIDA DE COLA COM CATALISADOR E PVAc¹

| Material | Batida de Cola (7,835 kg) | PVAc (10%) | Total (8,619kg) |
|---------------------|--------------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Custos (R\$) | 12,658 | 6,268 | <u>18,926</u> |

FONTE: O autor (2009)

O custo unitário da batida de cola atinge 2,196 reais/ kg.

5.3 - COMPARATIVO

A tabela 7 apresenta os custos de cada passo das colas.

TABELA 7 – COMPARAÇÃO DE CUSTOS EM CADA ETAPA²

| Materiais | Batida de Cola Antiga | Batida de Cola Nova |
|--|------------------------------|----------------------------|
| Água + Farinha + Cola | 2,434 R\$/ kg | 1,518 R\$/ kg |
| Água + Farinha + Cola+ Catalisador | 2,476 R\$/ kg | 1,616 R\$/ kg |
| Água + Farinha + Cola+ Catalisador + PVAc | 2,978 R\$/ kg | 2,196 R\$/ kg |

FONTE: O autor (2009)

Analisando a tabela 7, percebemos que a batida de cola nova tem uma economia nos custos de, aproximadamente, 35%. Com a adição do PVAc, essa economia cai para 26%.

Com essa mudança, verifica-se que com um latão de 270 kg de resina era fabricado 405 kg de batida de cola, gastando 67,5 kg de farinha de trigo e 67,5 kg de água. Com a nova formulação, esse latão de 270 kg de resina, pode-se fazer 810 kg de batida de cola, consumindo 270 kg de farinha de trigo e 270 kg de água.

6. CONCLUSÃO

- O custo da batida de cola tradicional é elevado.
- A nova batida de cola consome mais farinha de trigo, porém, os custos totais diminuem, principalmente pela redução do consumo de resina.
- Não há acesso aos dados técnicos da resina, do catalisador e da cola PVAc, o que impede uma melhor análise.
- Há falta de aparelhos de medição precisos, o que impossibilita coleta de dados precisos.
- Utilização de temperatura constante de 80°C para prensagem de todos os produtos.

De acordo com as conclusões obtidas, recomenda-se:

- Com a nova batida de cola, fiscalizar se os colaboradores estão aplicando devidamente esses novos parâmetros, como pela verificação da viscosidade, já que esta tem viscosidade maior que a batida de cola tradicional em temperatura ambiente.
- Elaborar tabelas para coleta de dados sobre o consumo da batida de cola em relação à quantidade de painéis fabricados.
- Realizar um estudo sobre a aplicação da cola PVAc, já que com uma cola bem elaborada, esta poderia ser desnecessária ao processo, reduzindo mais os custos.
- Registro contínuo dos dados técnicos, disponibilizando-os para estudos futuros.
- Realização de estudos para análise da temperatura, da pressão e do tempo, com a finalidade de aperfeiçoamento do processo para cada tipo de painel.

BIBLIOGRAFIA

IWAKIRI, Setsuo. **Painéis de Madeira reconstituída**. Curitiba: FUPEF. 2005. 22p, 88p, 123p, 170p.

BALDWIN, R. F. **Plywood and Veneer – Based Products**. San Francisco: Miller Freeman, 1995. 257p.

Revista da Madeira (REMADE)

<http://www.remade.com.br/br/madeira_especies.php?num=231&title=&especie=Pinus-elioti> Acesso em 27/03/2009

Revista da Madeira (REMADE)

<http://www.remade.com.br/br/madeira_especies.php?num=110&title=&especie=Amapá> Acesso em 3/04/2009

Wood Handbook, Forest Products Society. 1999. 10-6p.

KAJITA, Hiromu; SHIRAI, Nobuo; NORIMOTO, Misato. **Recent Research on Wood and Wood-based Materials**. Londres e Nova York: Elsevier Applied Science (1993)

MATTOS, João R. **Espécies de PINUS Cultivado no Brasil**. São Paulo: Grupo editorial Chacaras e Quintais. 6p (Ano[?])

SELLERS, Terry Jr. **Plywood and Adhesive Technology**, Nova York, Marcel Dekker, Inc. 1985, 1p

PIZZI, A. **Wood Adhesive**, Nova York, Marcel Dekker, Inc. 1983, 320p

TSOUMIS, George. **Science na Technology of Wood – Structure, Properties, Utilization**, Nova York, Chapman & Hall. 1991, 388p