

INDICACÕES TÉCNICAS PARA O DIMENSIONAMENTO DO SETOR DE ACABAMENTO DE MÓVEIS DE MADEIRA E DERIVADOS

José Reinaldo Moreira da Silva¹
Lourival Marin Mendes¹
Paulo Fernando Trugilho¹
José Tarcísio de Lima¹

1. INTRODUÇÃO

Segundo Larousse (2001?), dimensionar é simplesmente determinar as dimensões ou determinar as características funcionais que convêm dar a um elemento para que desempenhe convenientemente a função a ele atribuída. No caso de um setor de acabamento de móveis, vulgarmente chamada de cabine de pintura, a segunda definição parece ser mais adequada, pois não é importante somente definir as dimensões, é preciso fazer o levantamento de todas as partes, equipamentos necessários, tipos de produtos utilizados em cada uma das partes, bem como o tamanho e quantidade de peças a serem manipuladas e, assim, poder alocar as áreas com seus equipamentos, visando ao melhor desempenho com máxima segurança dos trabalhadores e dos móveis. Um setor de acabamento bem elaborado deve tornar cada parte

1. Professores do Departamento de Ciências Florestais da UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS(UFLA) Caixa Postal 37, 37.200-000 – Lavras - MG propícia a executar atividades, obtendo máxima produção com melhor qualidade. Ele é formado por um conjunto de áreas e outras partes, com as funções de preparo das peças, preparo dos produtos a serem aplicados, aplicação propriamente dita desses produtos, secagem e embalagem das peças para armazenamento ou expedição e transporte, mantendo sempre as condições ideais de trabalho e evitando contaminações dos móveis. O objetivo fundamental do setor de acabamento é o de melhorar as condições do ambiente de aplicação de seladoras, vernizes ou tintas que, via de regra, são altamente tóxicos ao aplicador, visando também ao aumento de produção, à redução de insumos e à melhoria da qualidade dos móveis acabados. O dimensionamento busca também eficiência do processo e segurança dos trabalhadores e das peças acabadas.

Existem diferentes correntes de pensamentos relacionadas com a localização do setor de acabamento dentro do sistema produtivo de uma fábrica. A primeira corrente prefere alocá-lo distante da área de produção. Esse pensamento se baseia no fato de que a qualidade do acabamento será prejudicada se houver qualquer contato com as outras etapas de produção da peça, por causa da possibilidade de contaminações pelas partículas em suspensão (Senai, 1995). Já a segunda corrente defende a idéia de que a locação do setor de acabamento deve ser o mais próximo da linha de produção, sendo localizado em série na porção final. Esse fato evitará perdas de tempo com o

transporte e, conseqüentemente, a redução do tempo total de produção das peças (Watai, 1995). Cada corrente possui pontos positivos e negativos. O ideal é unir os pontos positivos de cada uma, ou seja, o setor de acabamento deve se localizar o mais próximo possível da linha de produção, sendo necessária a colocação de equipamentos apropriados durante o dimensionamento, a fim de evitar as possibilidades de contaminação por resíduos das etapas anteriores e a redução do tempo total de produção.

Com este presente trabalho objetivou-se descrever as áreas necessárias, com seus respectivos equipamentos e outras partes fundamentais, bem como os fatores que devem ser controlados em cada área de um setor de acabamento de móveis de madeira. Com todas essas informações, é possível dimensionar a cabine de pintura de uma fábrica, justificando-se a sua instalação com os devidos cuidados para se obter segurança e qualidade neste setor empresarial. É importante salientar que um bom profissional do ramo deverá acompanhar todo o processo do dimensionamento.

2. PARTES NECESSÁRIAS DE UM SETOR DE ACABAMENTO DE MÓVEIS

A determinação das partes necessárias a cada segmento do setor de uma empresa é baseada em função da dimensão da maior peça a ser trabalhada e do volume máximo dessas peças produzidas, em um determinado

turno de trabalho. Nesse contexto, tem-se que o setor de acabamento funcional e com segurança de trabalho deve possuir:

2.1. Área de preparo das peças

Nesta área são feitos o lixamento grosso e fino, correção de defeitos, emasseamento e limpeza da peça para receber as demãos dos produtos de acabamento. Nela, é necessário o cuidado especial com a eliminação dos resíduos sólidos, que são as poeiras provenientes do lixamento. Além disso, deve-se evitar contaminações das peças com produtos oleosos ou à base de silicone, os quais prejudicarão a aderência dos produtos na peça de madeira.

2.2. Área de preparo de produtos

Consiste em um espaço reservado para o armazenamento de pequenas quantidades de cada componente dos produtos (bases, catalizadores, diluentes, aceleradores e retardantes de cura e corantes) a serem preparados para aplicação num determinado turno de trabalho. É necessário conter, também, armários para colocação de equipamentos de segurança individual (EPI's) e materiais de limpeza dos equipamentos de aplicação.

Eliminar a entrada de partículas em suspensão nessa área é o ponto de maior importância, pois a interação dessas partículas com os produtos durante o preparo pode causar o entupimento dos equipamentos de aplica-

ção, a alteração da reação de cura, prejudicando a qualidade final da película formada.

2.3. Área de aplicação de produtos

É a área que exige cuidados mais rigorosos de todo o setor de acabamento, isto é, controle das condições atmosféricas (umidade relativa e temperatura), da luminosidade e do percentual de partículas em suspensão (exaustão e insuflação). Todas essas características devem ser cuidadosamente calculadas para se obterem segurança, alta produtividade e melhor qualidade.

2.4. Área de secagem dos produtos

É o local destinado ao móvel após receber a aplicação do acabamento, que pode ser o selador, a tinta ou o verniz. Exige também grandes cuidados no controle das condições atmosféricas (umidade relativa e temperatura) e do percentual de partículas em suspensão (exaustão e insuflação), que devem ser cuidadosamente calculadas, promovendo uma secagem regular e uniforme em toda a película do acabamento. Além disso, essa área deverá promover um planejamento do tempo de rotação dos produtos, obtendo-se, assim, alta produtividade, alta qualidade e segurança.

2.5. Cortina d'água

É uma fina camada de água, formando um filme contínuo, que circula através de um conjunto motobomba. Sua função é a precipitação das impurezas em suspensão no ambiente. Para tal, é necessária a adição de óleo solúvel em concentração, em volume, de 0,5% à água

2.6. Câmara de exaustão

Sua função é a ligação entre a área de aplicação e o tubo de saída do ar que contém o motor-exaustor. Não existe uma dimensão padrão, apenas tem-se que promover facilidade de condução do ar. Para tal, as suas paredes, confeccionadas em chapas metálicas ou alvenaria, são dispostas em forma de ângulos, isto é, fecham-se até atingir o diâmetro do tubo de exaustão.

2.7. Caixa de retenção de resíduos

É uma caixa d'água com fluxo contínuo, contendo, pelo menos, duas divisórias com alturas diferente da borda da caixa. Dessa forma, a água é forçada a realizar um movimento alternado de passagem por baixo e depois por cima dessas divisórias, cuja função é separar os resíduos coletados pela cortina de água.

Um dos grandes problemas do setor de acabamento está no destino a ser reservado para a água e resíduos sólidos da caixa de retenção no momento de sua limpeza. A água, na maioria dos casos, é apenas lançada nas redes fluviais públicas, esgotos, sem qualquer tipo de tratamento e

redes fluviais públicas, esgotos, sem qualquer tipo de tratamento e recuperação. O resíduo sólido também é lançado em terrenos baldios sem nenhum tipo de tratamento. Existem algumas empresas que vêm tentando se desenvolver na utilização desses resíduos sólidos para produção de energia, através de sua queima, gerando vapor para alimentar outras etapas da produção. Também existem estudos de tratamento da água e seu reaproveitamento, eliminando-se a necessidade de novas captações. Nesse caso, tem-se o circuito fechado ou semifechado.

2.8. Área para alocação de compressores

Consiste em um espaço protegido contra os raios solares e chuvas, onde se coloca o(s) compressor(s). Sua localização é a mais próxima possível da área de aplicação, evitando grandes extensões de tubos transportadores de ar comprimido.

3. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS NA PINTURA DE MADEIRA E DERIVADOS

3.1. Equipamento para aplicação

O dimensionamento dos equipamentos para aplicação dos produtos é baseado nos fatores da produção, como quantidade, forma e dimensão dos móveis, qualidade exigida e capital disponível pela empresa para aquisição.

Os equipamentos mais utilizados são as pistolas de pressão, cortinas, rolos ou máquinas automáticas chamadas de sputzatrice.

3.2. Compressores e reservatórios de ar comprimido

Como os equipamentos mais utilizados na aplicação são de origem pneumática, torna-se necessária a aquisição de compressores e reservatórios de ar comprimido. Durante a aplicação em pistola de pressão, são necessários, em média, 1200 litros de ar comprimido por litro de produto aplicado. Conhecendo-se o volume de produto aplicado por unidade de área das peças (gramatura), pode-se chegar ao volume total de ar a ser produzido e armazenado por um certo turno de trabalho. De posse desse valor, pode-se buscar fornecedores que possuem tabelas específicas a cada situação.

3.3. Filtros de ar

Durante a aplicação, são utilizados grandes volumes de ar comprimido que entram em contato direto com o produto de acabamento e que também são lançados sobre as peças. Por esse motivo, esse ar deve ser filtrado para retirada de impurezas e umidade que são adquiridas durante o processo de compressão. Sua capacidade de filtragem é especificada pelo fabricante e é baseada no fluxo de ar exigido.

3.4. Exaustores

São responsáveis pela limpeza do ambiente e afetam a qualidade da película acabada. Seu dimensionamento é baseado num fluxo de ar dentro do ambiente que possui um valor otimizado, em média, 2,0 m/s. Conhecendo-se as dimensões do ambiente, pode-se calcular o volume de ar presente e, assim, determinar a potência do motor e as dimensões, os número e os ângulos das pás das hélices que promoverão o fluxo de ar necessário. O ponto de liberação dos gases deve ser o mais alto possível, evitando-se grandes poluições ao ambiente.

3.5. Insufladores

Os equipamentos denominados de insufladores possuem a função de pressurizar o ambiente, impedindo a entrada de partículas indesejáveis provenientes dos outros ambientes da fábrica. Seu dimensionamento é baseado na manutenção do fluxo de ar de 2,0m/s e considerando-se o fato de que deve possuir um poder de colocação de ar 15 a 20% superior ao de retirada do exaustor. Deve-se colocar filtros no ponto de coleta do ar a ser introduzido no ambiente, fato que evitará problemas de má qualidade da película acabada. Deve-se também determinar o local apropriado de coleta do ar. De maneira geral, deve ser o mais alto possível, mas de preferência abaixo do ponto de saída da exaustão, como objetivo de evitar possíveis contaminações. Se possível, a abertura (boca) do tubo deverá ser direcionada para uma

região mais distante de ruas ou avenidas com fontes de poeira e outras partículas não desejadas.

3.6. Conjunto motobomba

É o equipamento responsável pela execução do fluxo constante de água entre a caixa de retenção e a cortina de água. Seu dimensionamento é relacionado a uma vazão que permite esse fluxo constante e está relacionado à área abrangida pela cortina, definindo o volume de água que permanece em circulação, em litros por segundo.

4. MATERIAIS UTILIZADOS NO ACABAMENTO DE MADEIRA E DERIVADOS

No setor de acabamento de uma indústria madeireira, são comumente utilizados os seguintes produtos:

4.1. Massas

São produtos pigmentados de alto teor de sólidos e consistência grossa. Utilizados para corrigir pequenas imperfeições na madeira, como enchimento de nós e rachaduras (Senai, 1995; Costa Júnior, 1997?).

4.2. Seladoras

São produtos químicos encontrados geralmente na forma líquida, cuja função é cobrir e fechar os poros e espaços intercelulares da madeira, preparando-a para receber tingimentos e acabamento final, também existem seladoras que servem como acabamento final (Tintas Coral, 1994). O aspecto da superfície após o selamento é de uma película uniforme, nivelada e transparente, realçando a grã da madeira. Existem tipos especiais de seladoras chamados de “*primers*”, que possuem pigmentos com a finalidade de cobrir madeiras que não possuem beleza natural agradável ou madeiras que, durante o preparo da superfície, tenha sofrido o processo de emasseamento para retirada de depressões ou cobrimento de furos de insetos e nós.

4.3. Vernizes

É uma solução de goma, essência ou óleo secativo, empregados para recobrir madeiras, que secam parcialmente pela oxidação dos componentes oleosos ou resinosos (Watai, 1995). É um dos mais famosos tipos de acabamento, que embeleza e protege a madeira (Compêndio..., 1992). São produtos presentes em duas formas: líquida ou sólida. Na segunda forma, ele será dissolvido para sua utilização, principalmente pela adição de álcoois. Os vernizes podem ser aplicados sobre os seladores ou tingidores. Existe uma grande variedade de tipos de vernizes e a sua escolha deve ser feita observando-se as características desejadas, tais como o nível de brilho e o tempo de secagem (Compêndio..., 1992).

4.4. Tintas

É a dispersão de um ou mais pigmentos em uma película sólida, ou mistura de sólido e líquido e que, quando estendida em película fina, seca, formando um filme aderente ao substrato (Compêndio..., 1992). São também conhecidos vulgarmente como tintas os vernizes que contêm pigmentos. São normalmente utilizadas sobre os “*primers*”, alterando totalmente a aparência da madeira.

5. CUIDADOS NECESSÁRIOS AO PREPARO DOS PRODUTOS DE ACABAMENTOS DE MADEIRA E DERIVADOS

Geralmente, todos os produtos de acabamento encontrados no mercado possuem um guia (bula) contendo as informações necessárias para se poder executar as preparações de forma adequada e correta. Contudo, é importante ficar atento às seguintes informações complementares:

1. não misturar partes de produtos de dois ou mais fabricantes;
 2. não introduzir acessórios de medição (colheres, copos,...) em dois ou mais tipos diferentes de produtos, sem antes proceder à limpeza (lavagem e secagem) do mesmo;
 3. somente executar a mistura na seqüência correta e em local limpo;
 4. observar o tempo de espera entre a preparação e a utilização;
 5. observar a data de validade dos componentes e da mistura;
-

6. observar a necessidade de diluição;
7. verificar a necessidade de filtrar a solução.

6. CARACTERÍSTICAS NECESSÁRIAS DO LOCAL DE APLICAÇÃO E DE SECAGEM DOS ACABAMENTOS

Estas características estão relacionadas com a interferência das condições ambientais e de limpeza da sala de aplicação e da área destinada à secagem que, na maioria das vezes, têm ação conjunta com a aplicação. São eles:

6.1. Luminosidade

O processo de aplicação de produtos de acabamento requer grande habilidade do operador, tanto no sentido do manuseio dos equipamentos, como também na detecção dos defeitos de aplicação e da superfície preparada. Para que o operador tenha pleno domínio, o ambiente de aplicação deve lhe fornecer condições ideais de luminosidade. O setor de acabamento superficial é considerado uma área de difícil percepção com contrastes médios. Assim, a luz artificial deve ser usada para substituir ou suplementar a luz natural (Watai, 1995). A energia luminosa necessária deve ser fornecida, como uso de lâmpadas e auxílio de luminárias, que são elementos de sustentação através dos quais se obtêm melhor rendimento luminoso, proteção

contra intempéries, possibilidade de ligação a rede elétrica, além do aspecto visual agradável e estético (Creder, 1986). No Quadro 1 verificam-se os níveis de iluminação recomendados dentro de uma fábrica (Watai, 1995).

QUADRO 1. Índices de intensidade de iluminação em função do tipo de tarefa desenvolvida no setor

Intensidade lumínica (lux)	Característica das tarefas desenvolvi- das
2000	grande dificuldade de percepção com pouco contraste
1000	percepção difícil com contraste moderado
500	percepção difícil com contraste médio
300	comuns, com contraste moderado
100	comuns e casuais

Fonte: Watai, 1995.

6.2. Exaustão

Todos os contaminantes do ar devem ser eliminados por meio de um sistema de exaustão, que visa a coletar impurezas (pó ou partículas estranhas e excesso de produtos aplicados) e lançá-las para o exterior, conservando um ambiente limpo. É necessário dimensionar corretamente esse sis-

tema, pois valores subestimados promoverão uma retirada insuficiente das partículas estranhas, permitindo sua deposição sobre a película aplicada; por outro lado, valores superestimados poderão promover uma exaustão do produto de acabamento destinado à peça (Senai, 1995; Watai, 1995).

6.3. Insuflação

Pela necessidade da exaustão (exposto acima), pode-se imaginar que a área de aplicação poderá sucnionar partículas estranhas de outros ambientes da fábrica. Tal procedimento promoveria uma alta contaminação dessa área e conseqüentemente da película acabada. Para evitar esse fenômeno, é necessária a pressurização da área de aplicação, que nada mais é do que a instalação de sistemas de insufladores. Este sistema tem o objetivo de sucção do ar filtrado do exterior que é jogado para o interior da sala, tornando a pressão atmosférica local mais pesada, fato que impediria a entrada de partículas estranhas oriundas de outro setor da fábrica. No cálculo de dimensionamento da insuflação e exaustão, deve-se ter em mente a velocidade do fluxo de ar obtido, que é aconselhável por volta de 2,0 m/s e cuja taxa de insuflação deve ser superior à de exaustão em 10 a 20% (Senai, 1995; Watai, 1995).

6.4. UR - umidade relativa interna

Esta característica interfere diretamente na velocidade de secagem e cura do produto aplicado. Valores de umidade relativa acima de 75% são considerados impróprios para a prática da aplicação. O efeito de altas umidade é intensificado, quando utiliza-se um produto cuja secagem é baseada na evaporação de solventes, pois a água em excesso presente no ar se precipitará sobre a superfície da peça, uma vez que possui maior dificuldade de evaporação que o solvente. Para minimizar esse efeito, aconselha-se o uso de retardante de cura, evitando-se a saída do solvente antes da saída da água (gota precipitada). Já os baixos valores de umidade relativa aceleram a secagem, sendo mais problemáticos em produtos cuja cura seja feita por meio de reações químicas (Senai, 1995).

6.5. Temperatura

O efeito da temperatura é semelhante ao da umidade relativa, pois atua no processo de secagem e cura da película. O efeito de altas temperaturas é mais drástico para a secagem dos produtos de cura por meio de reações químicas, sendo as altas temperaturas um catalizador que acelera o processo, mas Senai (1995) cita que a temperatura não deve ser maior que 20°C. No Brasil, o efeito das baixas temperaturas não é muito significativo, pelo fato de não atingirem valores muito baixos na maior parte do ano.

6.6. Circulação do ar

É um efeito da ação conjunta entre a exaustão e insuflação. Seu efeito afeta, também, a velocidade de cura e secagem da película.

7. CONTROLE DE QUALIDADE DO PROCESSO DE ACABAMENTO

Qualidade é o conjunto de características de uma superfície que a distingue das outras e determina a sua natureza. Numa escala de valores, a qualidade permite avaliar e, conseqüentemente, aprovar, recusar ou aceitar o estado final da peça (Ferreira, 1988).

Quando se pensa na qualidade do produto final, deve-se pensar de duas maneiras: a primeira refere-se à sua mensuração, ou seja, a determinação da qualidade desejada e mediante medições periódicas, verificar se o padrão preestabelecido é obtido; já a segunda refere-se à qualidade do produto como o resultado do somatório dos controles (inspeção) de todas as etapas do processo no local de trabalho, às condições ambientais do setor de aplicação (UR, temperatura e circulação do ar) e à aplicação propriamente dita.

O setor de trabalho deve oferecer condições ideais para que o seu operário execute as suas funções, sendo:

7.1. Características necessárias do local de aplicação do produto

Estas características estão relacionadas com a interferência das condições ambientais e de limpeza da sala de aplicação e da área destinada à

secagem, conforme já mencionado (luminosidade, temperatura, exaustão, insuflação, circulação de ar, etc...).

7.2. Máquinas e equipamentos

Estes devem apresentar-se em perfeitas condições para que o operário cumpra a sua função, resultando em uma melhor qualidade do produto final e na sua segurança.

7.3. Segurança e saúde no trabalho

Segundo Muylaert (1994), os riscos de acidentes estão presentes em todos os locais de trabalho e em todas as demais atividades humanas, comprometendo a segurança e a saúde das pessoas e a produtividade da empresa. Caçador (1997) também conclui que a segurança do trabalhador é uma exigência legal e necessária ao cotidiano da empresa, sendo facilmente cumprida por meio de simples planos de orientação e treinamento do trabalhador quanto aos seus atos e às suas posturas corretas no exercício de suas atividades.

O primeiro passo quando se pensa em segurança é a elaboração de planos, treinamento e orientação do funcionário quanto aos seus atos e suas posturas (Caçador, 1997).

A empresa sempre deve oferecer cursos de reciclagem à sua mão-de-obra. Assim, o empregador conseguirá manter o seu empregado sempre

mais estimulado em sua função, tendo seus atos e posturas mais seguras e corretas no desempenhar de suas atividades.

O controle e planejamento do ritmo de trabalho, ou seja, da quantidade de material que entra e sai do setor de acabamento também se faz em importantes como medida de segurança no trabalho, evitando-se, assim, atos despreparados ou mesmo impensados do funcionário, que poderá causar algum tipo de acidente.

O uso de equipamentos de proteção individual (EPI) é um recurso usualmente empregado para a segurança do trabalhador no exercício de suas atividades de trabalho. Os EPI's são empregados quando os recursos de ordem geral não são aplicáveis ou não se encontram disponíveis para a neutralização de riscos que comprometam a segurança e saúde do trabalhador. Em qualquer circunstância, o “uso do EPI será tanto mais útil e trará tantos resultados quanto mais correta for a sua indicação”. Essa indicação não é difícil, mas requer certo critério nos aspectos de identificação e avaliação do risco contatado e na indicação do EPI apropriado (FundaCentro, 1983; 1996).

No setor de acabamento de móveis, a utilização dos EPI's deve ser feita oferecendo a seguinte proteção (FundaCentro, 1983):

7.3.1. Proteção visual e facial

Em atividades que trabalham com madeira, o autor recomenda o uso de óculos constituídos por uma armação convencional e lentes endurecidas, sendo esses chamados de “óculos contra impactos”. Ele funciona como uma barreira física, mas não pode ter efetiva redução no poder de transparência, pois a visão do operador afeta diretamente a qualidade a ser obtida. Recomenda-se o uso de óculos de segurança, modelo ampla visão, com furos laterais para ventilação.

7.3.2. Proteção respiratória

São empregados os chamados “aparelhos purificadores”, ou seja, são as máscaras a filtro.

Esse equipamento, às vezes, é tido com incomodo, dificultando a respiração do operador, além de aumentar a temperatura na região facial. Tal propriedade se deve à falta de costume na utilização, que é rapidamente superada após pouco tempo de uso. A recomendação de uso das máscaras baseia-se em duas classificações para a madeira, sendo a dura e a macia, em que os índices toleráveis (TLV) são de 1 e 5 miligramas de partículas sólidas por metro cúbico de ar (mg/m^3), respectivamente. No Quadro 2 verificam-se as indicações de protetores respiratórios para trabalhos em madeiras.

QUADRO 2. Indicação de uso de protetores respiratórios para trabalhos em madeiras

Tipo de Protetor Respiratório	Concentração de Partículas no Ar (Mg/m³)
Respirador semifacial sem manutensão	Até 10 vezes o TLV
Máscara facial inteira	Entre 10 E 100 vezes o TLV

Fonte: 3M do Brasil, 2001?.

É importante saber que os respiradores encontrados no mercado possuem restrições de uso baseadas na concentração de oxigênio do ambiente e nos valores de IPVS (imediatamente perigoso à vida e à saúde). Esses elementos devem ser respeitados conforme indicado pelos fabricantes.

7.3.3. Proteção para a cabeça

O principal elemento protetor utilizado é o capacete de segurança, sendo esse um dispositivo rígido, constituído de um casco feito de plástico rígido, fibra de vidro reforçada com poliéster ou ligas de alumínio, e uma suspensão, sendo muito usado contra impacto e penetração. Contudo, o ambiente de acabamento, se bem dimensionado possui um teto adequado cuja possibilidade de quedas de materiais é quase nula. Nesse caso, é indicado o uso de bonés de tecidos, evitando-se contaminações dos fios de cabelos pe-

los componentes dos produtos, principalmente os metais pesados como o chumbo.

7.3.4. Proteção auricular

O ruído é um elemento de ataque individual que atua acumulativamente, produzindo efeitos psicológicos e, posteriormente, fisiológicos, na maioria irreversíveis. Deve-se fazer o possível para eliminar ou reduzir a intensidade de ruído do meio e, se todos os métodos de controle empregados falharem, o último recurso será adotar o empregado de um protetor auricular.

No setor de acabamento, notam-se ruídos provenientes da saída do ar comprimido pelos equipamentos de aplicação e pelo sistema de exaustão e insuflação. Para esses ruídos, existem dois tipos de protetores, os de inserção, que são colocados na entrada do canal externo do ouvido e dividem-se em dois grupos: os moldáveis e os moldados e os circum-auriculares, que envolvem e isolam o ouvido externo.

7.3.5. Proteção para o tronco

Conforme já mencionado, o dimensionamento adequado do setor de acabamento torna o meio menos agressivo. Contudo, o uso de proteção para o tronco é recomendado evitando-se contaminações da pele pelos produtos químicos e o ataque direto do ar comprimido, pois esse poderá causar trombozes na circulação periférica do aplicador. O vestuário adequado, cuja es-

colha depende do risco em questão, pode ser classificado segundo o material de confecção ou o tipo de risco ao qual oferece proteção. Verifica-se muito o uso de conjuntos de jaqueta e calça ou macacões confeccionados em lona.

7.3.6. Proteção para os membros inferiores e superiores

Os pés são um ponto bastante vulnerável e bastante propício aos acidentes de trabalho. O calçado deve ser escolhido com relação à superfície do local de trabalho, com um solado apropriado a esse. Outro ponto crítico de proteção dos pés é a biqueira, pois a grande maioria dos acidentes com os pés ocorre por choque contra obstáculos, na parte dianteira dos calçados, podendo ser devido a: degrau, canto vivo, queda de um corpo sobre o pé e pressão estática sobre o pé, como, por exemplo, a passagem de uma roda de algum veículo, etc.

Observa-se a necessidade de uso de luvas para proteger as mãos do contato direto com produtos químicos. Eles podem causar irritações e queimaduras. No mercado, são encontradas as luvas de borracha, sendo as mais utilizadas aquelas na forma de pasta ou gel. Nesta, é importante notar a sua base de constituição, sendo necessário evitar a presença de silicone que afeta negativamente na qualidade da superfície acabada.

Existem normas técnicas internacionais que contêm as recomendações relativas ao uso de EPI's, suas definições, tipos e classes, materiais, requisitos gerais, físicos e detalhados. A melhor recomendação do conjun-

to de EPI's necessária a uma determinada empresa depende de uma avaliação detalhada das condições do local de trabalho, do tipo de produto aplicado, do tamanho e da quantidade do produto final requerido.

8. DIMENSIONAMENTO DO SETOR DE ACABAMENTO

Conforme mencionado, existem partes básicas que uma cabine de pintura segura e funcional deve possuir. A seguir, serão descritas peculiaridades do dimensionamento de cada uma.

8.1. Área de preparo das peças

O dimensionamento da área destinado ao preparo e retoques finais da peça para receber a aplicação do produto é definido pelas dimensões da maior peça produzida, bem como do número produzido, isto é, número de postos de trabalho ou número de peças trabalhadas de uma única vez por funcionários diferentes. Essa área deve ser localizada o mais próximo possível da área de aplicação do produto. Contudo, deve-se ter cuidado, evitando-se contaminações. Para tal, exige um eficiente sistema de exaustão.

8.2. Área de preparo de produtos

Em função da quantidade de produto a ser armazenado e preparado por turno de trabalho, definem-se as dimensões da área de preparo de produtos. Geralmente, utiliza-se uma mesa de 1,20 m por 2,00 m. Ela é suficiente para o preparo e controle das propriedades da mistura, fato que define parâmetros de qualidade. Na Figura 1 encontra-se um esquema da área de preparo dos produtos.

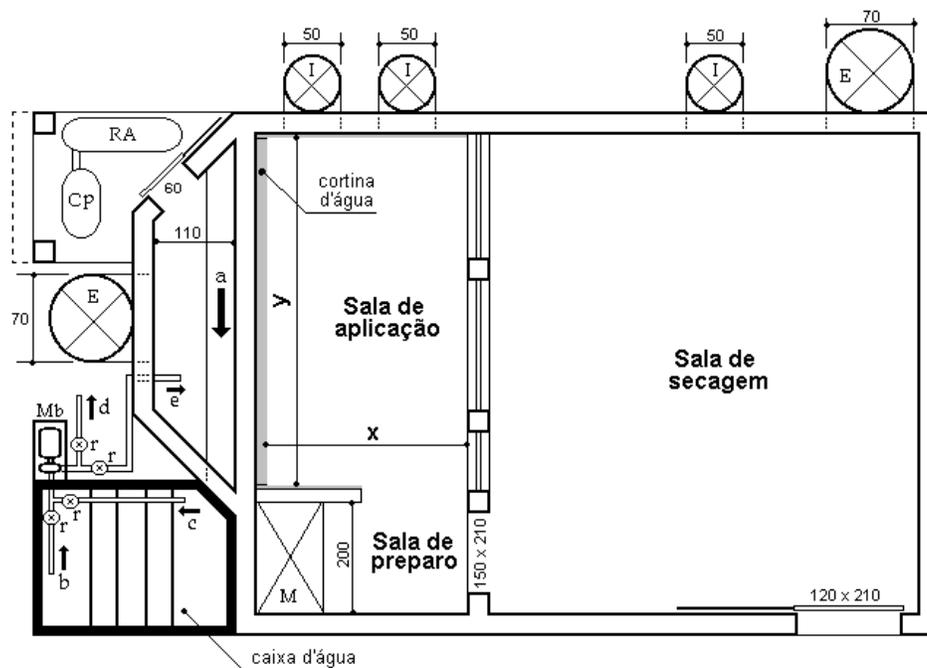


FIGURA 1. Esquema de um setor de pintura. Nota-se a presença das três principais áreas: sala de preparo, sala de aplicação e sala de secagem. X e Y representam as dimensões; a, b, c, d, e são as direções de fluxo da água; r são os registros; Mb é o conjunto moto-bomba; RA é o reservatório de ar; Cp é o compressor de ar; E são os exaustores; I são os insufladores; M é a mesa de preparo dos produtos.

8.3. Área de aplicação de produtos

Observa-se na Figura 1 a apresentação da área de aplicação de produtos. Conforme mencionado, essa área exige cuidados no controle da umidade relativa, da temperatura e das partículas em suspensão. Todos esses fatores podem ser controlados por um sistema adequado de exaustão e insuflação. Existem equipamentos para medir a velocidade de circulação do ar e o volume de ar a ser deslocado, mantendo a recomendação de circulação de 2,0 m/s. Normalmente os fabricantes dos motores possuem uma tabela para facilitar. Já a luminosidade é determinada com o auxílio do Quadro 1, sendo considerada área para realização de tarefas de percepção difícil com contraste médio, exigindo no mínimo 500 lux.

O uso de portas entre a área de preparo das peças e a área de aplicação é um fator que dificulta o trabalho e movimentação das peças; nesse caso, deve-se implantar um eficiente sistema de insuflação na área de aplicação. Esse torna o ar mais pesado, impedindo o deslocamento de partículas sólidas.

8.4. Área de secagem dos produtos

Com intuito de promover secagem regular e uniforme em todas as partes do produto, o uso de exaustores e insufladores é indispensável. Um outro fator importante é o volume de ar contido nessa sala, pois afeta no poder de troca e saída de diluentes. Semelhante à sala de aplicação, pode-se

utilizar tabelas fornecidas pelos fabricantes. Deve-se também evitar fluxos de ar superiores a 2,0 m/s, pois esses causam secagens rápidas e desuniformes entre camadas dos produtos, produzindo películas irregulares. Na Figura 1 verifica-se o esquema de uma sala de secagem.

8.5. Cortina d'água

Nas Figuras 2 e 3 encontram-se as características de uma cortina d'água para o setor de acabamento. Conforme anteriormente mencionado, sua função é a precipitação das impurezas para a separação. A determinação do comprimento da cortina de água (Figura 2-Z) depende da maior peça a ser processada nesse ambiente, e a sua altura corresponde à altura que um operador poderá alcançar com o braço estendido, geralmente utiliza-se de 1,80 a 2,00 m.

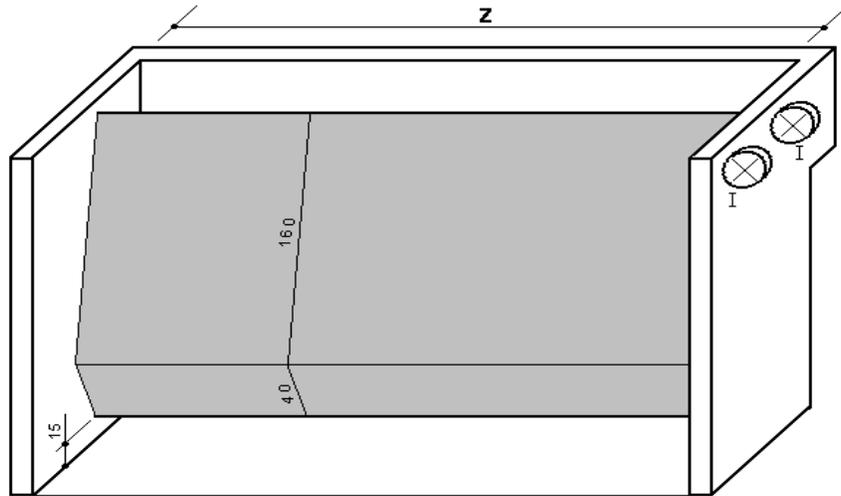


FIGURA 2. Esquema de uma cortina de água com as dimensões sugeridas
 Z é o comprimento calculado em função da maior peça a ser trabalhada.

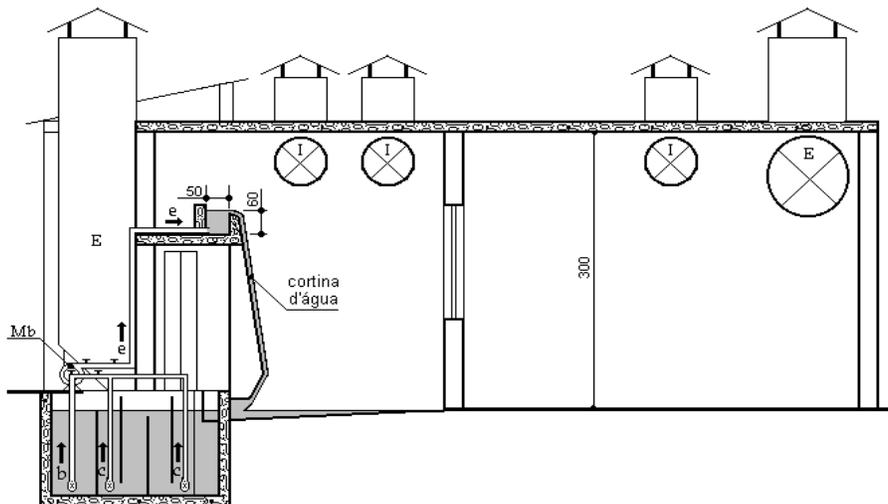


FIGURA 3. Vista lateral em corte da área de acabamento; sendo b, c, e são as direções de fluxo da água; Mb é o conjunto motobomba; E são os exaustores; I são os insufladores.

8.6. Câmara de exaustão

Na Figura 1 verifica-se, com clareza, a câmara de exaustão, situada atrás da área de aplicação. Nela está situada o tubo de saída do ar com o motor-exaustor. Ela também possui a finalidade de limpeza da passagem até a caixa reservatório. Nota-se que ela possui livre circulação do ar, facilitando o trabalho do exaustor.

8.7. Caixa de retenção de resíduos

Na Figura 4 ilustra-se a perspectiva de uma caixa reservatório com a finalidade de separar os resíduos coletados pela cortina de água. Nota-se que os separadores são constituídos de ardósia de 1 polegada de espessura e alternadas na altura, fato que força a passagem da água por cima e por baixo, permitindo a aglomeração dos resíduos mais leves que a água. Esses resíduos ficam na superfície da lâmina de água, podendo ser facilmente retirados.

Normalmente, existe uma relação de 1,5 vez o comprimento em relação à altura da caixa. O volume deve ser aquele que permite um fluxo constante de água para formação da cortina, que depende da área da cortina e do volume de aglomeração dos resíduos.

9. LITERATURA CONSULTADA

CAÇADOR, S. S. **Segurança e saúde no trabalho das indústrias madeireiras de Lavras/MG**. Lavras: UFLA, 1997. 83 p. Monografia

COMPÊNDIO de informação técnica para a indústria do mobiliário. [S.l.]: Alternativa Editorial, 1992. 198 p.

COSTA JÚNIOR, J. S. **Tecnologia ligada à produção de móveis de madeira**. Ubá: SENAI, [1997?]. 81 p.

CREDER, H. **Instalações elétricas**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1986. 439 p.

FERREIRA, A. B. de H. **Pequeno dicionário brasileiro da língua portuguesa**. 11. ed. Rio de Janeiro: Gamma Editorial, [199-?].

FUNDACENTRO pesquisa acidentes nas madeireiras do Pará. **Madeira e cia**, Curitiba, v. 3, n. 24, p. 7-8, out. 1996.

FUNDACENTRO. **Equipamentos de proteção individual**. São Paulo, 1983. 92 p.

LAROUSSE: **grande dicionário larousse cultural da língua portuguesa**. São Paulo: Nova Cultural, [2001?]. 928 p.

MUYLAERT, R. (Ed.). **Mapa de riscos de acidentes do trabalho: guia prático**. São Paulo: RMC Comunicação, 1994. 61 p.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Acabador de móveis**. Ubá, 1995. 29 p.

WATAI, L. T. **Tecnologia básica em acabamento de madeiras**. São Paulo: IPT, 1995. 103 p.

TINTAS CORAL. **Noções básicas em aplicação para madeira.** Santo André, 1994. 9 p.

ÍNDICE

1. Introdução.....	5
2. Partes Necessárias de um Setor de Acabamento de Móveis.....	7
2.1. Área de preparo das peças.....	8
2.2. Área de preparo de produtos	8
2.3. Área de aplicação de produtos	9
2.4. Área de secagem dos produtos	9
2.5. Cortina d'água.....	10
2.6. Câmara de exaustão.....	10
2.7. Caixa de retenção de resíduos.....	10
2.8. Área para alocação de compressores.....	11
3. Equipamentos Utilizados na Pintura de Madeira e Derivados.....	11
3.1. Equipamento para aplicação.....	11
3.2. Compressores e reservatórios de ar comprimido	12
3.3. Filtros de ar	12
3.4. Exaustores	13
3.5. Insufladores	13
3.6. Conjunto motobomba.....	14
4. Materiais Utilizados no Acabamento de Madeira e Derivados.....	14
4.1. Massas	14
4.2. Seladoras	14
4.3. Vernizes.....	15

4.4. Tintas	16
5. Cuidados Necessários ao Preparo dos Produtos de Acabamentos de Madeira e Derivados	16
6. Características Necessárias do Local de Aplicação e de Secagem dos Acabamentos	17
6.1. Luminosidade	17
6.2. Exaustão	18
6.3. Insuflação	19
6.4. UR - umidade relativa interna	19
6.5. Temperatura	20
6.6. Circulação do ar	20
7. Controle de Qualidade do Processo de Acabamento	21
7.1. Características necessárias do local de aplicação do produto	21
7.2. Máquinas e equipamentos	22
7.3. Segurança e saúde no trabalho	22
7.3.1. Proteção visual e facial	23
7.3.2. Proteção respiratória	24
7.3.3. Proteção para a cabeça	25
7.3.4. Proteção auricular	26
7.3.5. Proteção para o tronco	26
7.3.6. Proteção para os membros inferiores e superiores	27
8. Dimensionamento do Setor de Acabamento	28
8.1. Área de preparo das peças	28
8.2. Área de preparo de produtos	28

8.3. Área de aplicação de produtos	30
8.4. Área de secagem dos produtos	30
8.5. Cortina d'água	31
8.6. Câmara de exaustão.....	33
8.7. Caixa de retenção de resíduos	33
8.8. Área para alocação de compressores.....	34
9. Literatura Consultada	35