

VENTILAÇÃO INDUSTRIAL: UMA FERRAMENTA NA GESTÃO DE RESÍDUOS ATMOSFÉRICOS EM INDÚSTRIAS MOVELEIRAS – ESTUDO DE CASO

Waldir Nagel Schirmer¹

Alison Moura Cortez

Pedro Altamir Kozak

Resumo

O setor de móveis é um grande consumidor de matérias-primas e, como tal, gerador de expressiva quantidade de resíduos sólidos, líquidos e atmosféricos. A natureza dos resíduos depende, exclusivamente, do processo industrial em questão. A fabricação de móveis esteve sempre relacionada a uma expressiva geração de resíduos atmosféricos, principalmente nas etapas de beneficiamento da madeira. No entanto, raramente essas unidades de produção dispõem de um plano de gestão para esse tipo de resíduo. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou propor sistemas de ventilação industrial como técnica de tratamento do material particulado proveniente do sistema produtivo em uma indústria de móveis sob medida. Para isso, dimensionou-se um sistema de Ventilação Local Exaustora (VLE) voltado principalmente à captação desses resíduos. Com a instalação do sistema de VLE, conseguiu-se garantir a qualidade de outros processos, como o de pintura; diminuir o volume de resíduos de varrição na empresa; minimizar os riscos relacionados a poluentes; diminuir os custos relacionados a multas e a mitigação de impactos ambientais e atender conformidades para a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA).

Palavras-chave: Gestão ambiental; Indústria moveleira; Poluição atmosférica; Ventilação local exaustora.

Abstract

Industrial ventilation: a wasteair management tool in furniture industries – case. The furniture sector is a great consumer of raw materials and, thus, generator of an expressive quantity of solid, liquid, and atmospheric wastes. Waste background exclusively depends on the industrial process on hand. The furniture production has

¹ Universidade Estadual do Centro-oeste, Departamento de Engenharia Ambiental. Campus Irati, Rodovia PR 153, Km 07, Bairro Riozinho, Irati (PR), CEP 84.500-000. Tel.: (42) 34213014 e-mail: wanasch@yahoo.com.br

always been related to the largest generation of solid waste, mainly in phases of wood improvement. However, these production units barely arrange a management plan for this kind of waste. Therein, the current work focused on proposing systems of industrial ventilation as tools to treat the particulate matter (PM) from the manufacture processes in a furniture factory. Thus, it was sized a local ventilation to remove these wastes (dust), which assures the quality of other processes (like painting); reduced the volume of sweeping wastes; reduced the risks related to these pollutants exposure, the costs with environmental infraction and improved the company to aim an environmental management system.

Key-word: Atmospheric pollution; Environmental management; Furniture industry; Local ventilation.

INTRODUÇÃO

É sabido que toda atividade industrial gera resíduos. Segundo a Associação Brasileira da Indústria do Mobiliário (ABIMÓVEL), existem no Brasil cerca de 16.112 empresas moveleiras, que geram mais de 189.370 empregos. Admite-se, porém, que este número possa estar entre 50.000 e 70.000, pois existem no setor inúmeras micro e pequenas empresas, atuando de maneira informal, sem qualquer registro. No Sudeste estão localizadas 42,6% das empresas e, a seguir, vem a região Sul, com 40,5% dos estabelecimentos (ABIMÓVEL, 2005 *apud* Nahuz, 2005).

Os principais pólos moveleiros do país são: Bento Gonçalves (RS), São Bento do Sul (SC), Arapongas (PR), Mirassol e Votuporanga (SP), Ubá (MG) e Linhares/Colatina (ES). Deste total, estima-se que não chegam a 5% as empresas que praticam algum esquema de conservação ambiental, como prevenção de impactos ambientais causados pelo seu processo de produção, pelas matérias-primas, insumos e componentes utilizados, e pela geração de resíduos e sua disposição destes (Nahuz, 2005).

Entretanto, a complexa mescla desses resíduos, em diferentes dimensões e granulometrias e distintos graus de contaminação, representam o maior obstáculo à gestão, reciclagem ou reuso dos resíduos neste tipo de atividade. A indústria moveleira emprega no processo de fabricação de móveis o uso de solventes orgânicos como “thinner”, tintas, catalisadores, removedores, laca, colas entre outros reconhecidamente tóxicos, além de produtos e subprodutos de ordem florestal como madeira, chapas de MDF (“Medium Density Fiberboard” ou, traduzindo para o português, chapa de fibra de madeira de média densidade) e compensados, que no processo de manufatura liberam uma considerável concentração de poeiras e material particulado dos mais diversificados tipos e tamanhos.

No processo de produção de móveis, é notável o potencial à poluição decorrente desse tipo de atividade, por resíduos líquidos, sólidos e atmosféricos. Nesse último caso, a ventilação industrial vem se tornando uma ferramenta essencial no controle da poluição do ar. Um controle adequado inicia-se na escolha adequada de equipamentos e procedimentos capazes de realizar a captura ou a diluição destes contaminantes, promovendo a manutenção e o conforto ocupacional.

O objetivo geral deste trabalho é propor sistemas de Ventilação Industrial para os pontos de geração de material particulado e gases distribuídos no processo de manufatura de móveis em uma marcenaria de pequeno porte situada no município de Irati (PR). Com isso, busca-se minimizar os riscos ocupacionais relacionados a poluentes dessa natureza; garantir a homogeneidade e qualidade (não-contaminação) do resíduo (poeira) para posterior reutilização; diminuir o impacto ambiental causado neste tipo de indústria em relação às comunidades vizinhas à unidade; reduzir o risco de multas aplicadas e custos para a mitigação de impactos ambientais. O projeto proposto baseia-se em normas padronizadas internacionalmente para ventilação industrial, nesse caso, especificamente, de ventilação local exaustora (VLE).

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição do processo de manufatura e diagnóstico ambiental atual da empresa

A indústria moveleira fabricante de móveis retilíneos e que se utiliza de produtos de ordem florestal como principal matéria prima, de modo geral, pode ser dividida em indústrias de produção seqüenciada e fabricantes de móveis sob medida. Nesses dois casos, os processos não se diferem muito, tendo como principal resíduo aqueles provenientes de produtos e subprodutos de madeira, o qual gera grande quantidade de aparas, serragem e poeira.

A aquisição de móveis sob medida pelos consumidores é cada vez mais comum por conseguir otimizar espaços, valorizando ainda a estética e a originalidade. Esse ramo da indústria moveleira se utiliza de uma grande variedade de matérias-primas necessárias para atender a esse mercado mais sofisticado, e que implica grande potencial gerador de resíduos sólidos, líquidos e atmosféricos.

O presente estudo está baseado numa marcenaria, empresa familiar de pequeno porte localizada no município paranaense de Irati, situada em bairro residencial. Empregando vinte e cinco funcionários, tem como atividade a produção de móveis sob medida e não se difere das micro e pequenas empresas citadas pela pesquisa da ABIMÓVEL. Também nesse caso, pratica-se um reduzido esquema de conservação ambiental, sem prevenção de impactos ambientais causados pelo seu processo de

produção, pelas matérias-primas, insumos e componentes utilizados, pela geração de resíduos e pela disposição destes.

Os resíduos sólidos da empresa resumem-se, basicamente, à serragem e sobras de material (madeira, compensado, MDF e fórmica), além de cola, silicone, lixa e adesivos, utilizados na fabricação dos móveis. Como líquidos, citam-se solventes orgânicos como “thinner”, tinta, catalisador, removedor, tingidor e laca, empregados no processo de cola-gem e pintura. Entre os vários resíduos sólidos encontrados na fábrica, os resíduos de maior geração são os de madeira, como pó, cepilhos e aparas de painéis.

A partir do fluxograma do processo produtivo (Figura 1), do inventário de resíduos e de observações do processo no “layout” da empresa (Figura 2), determinaram-se os equipamentos que mais contribuíam para a emissão de poluentes atmosféricos.

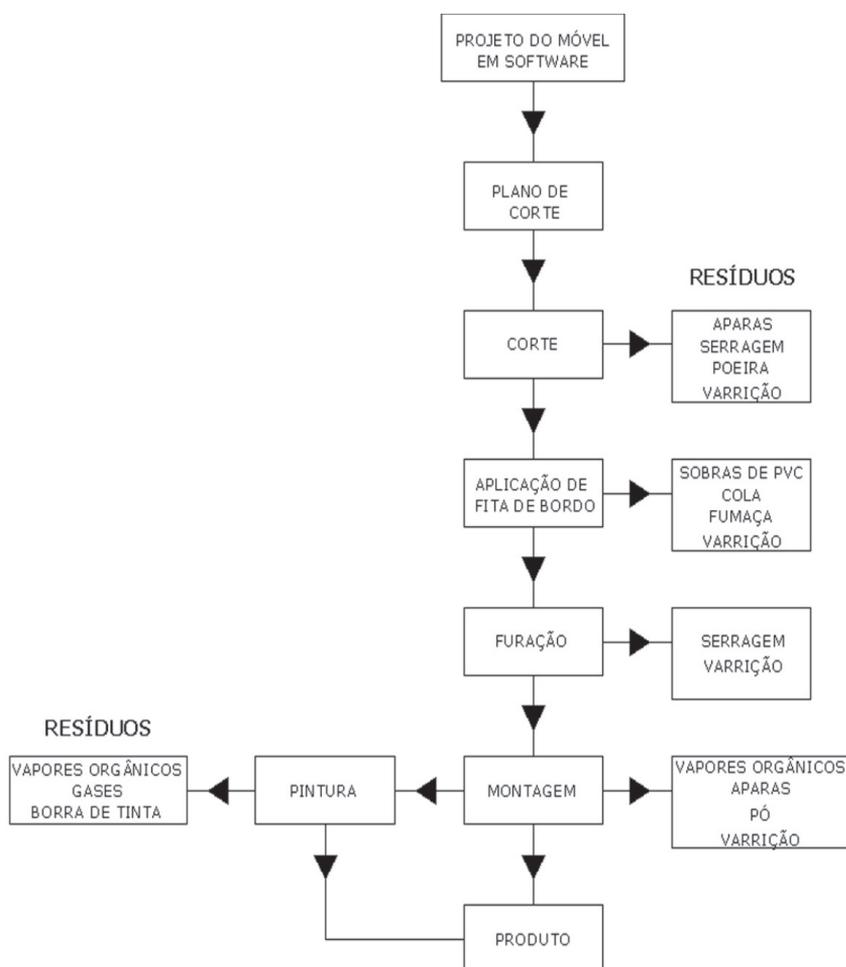


Figura 1 – Fluxograma do processo produtivo.

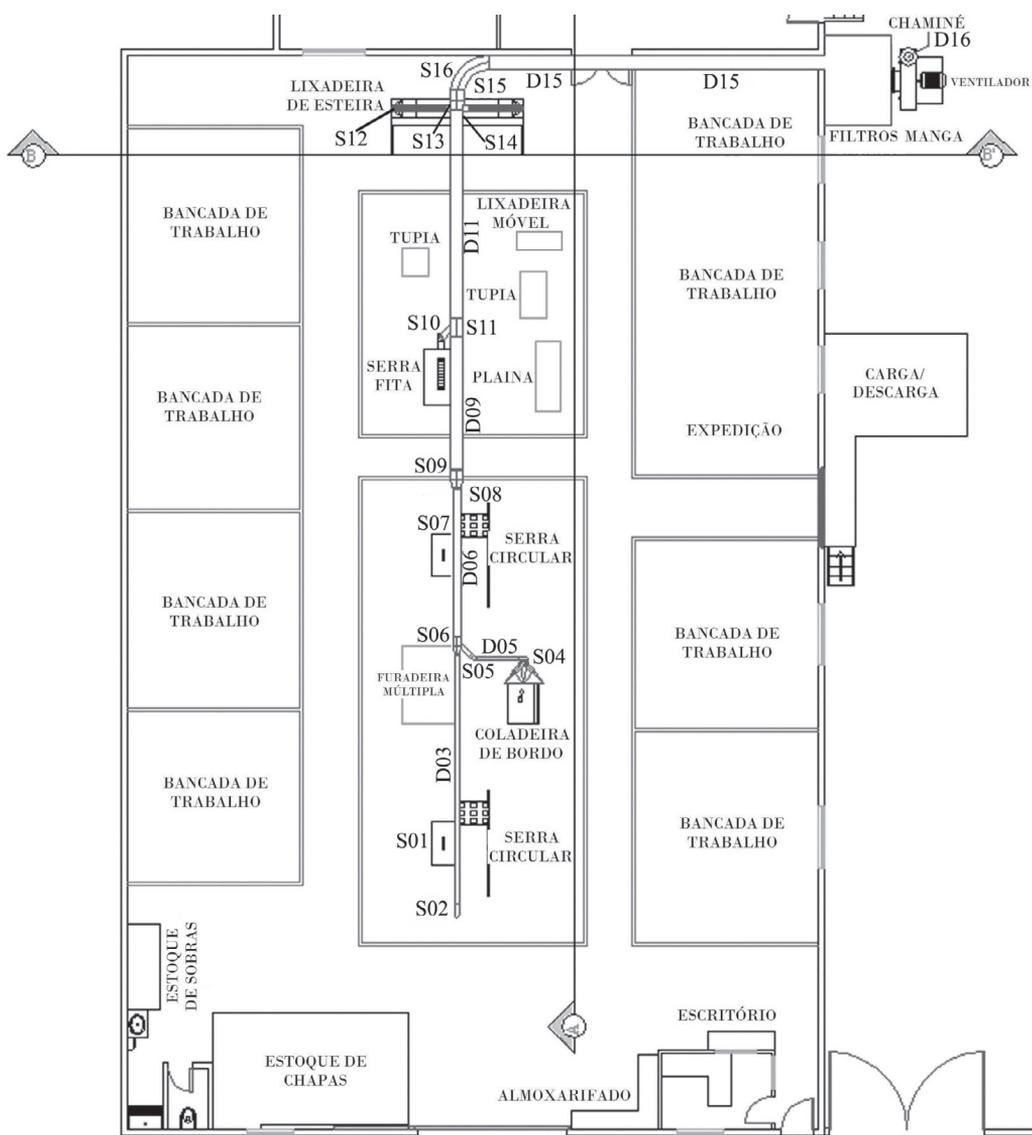


Figura 2 – “Layout” da marcenaria.

Atualmente, o prédio da empresa (galpão) possui apenas duas portas grandes, uma frontal e uma lateral, além de janelas em um dos lados da empresa, propiciando a ventilação (neste caso apenas natural) do recinto. Utilizam-se também exaustores em alguns equipamentos que ajudam no controle de poeiras e serragens oriundas do beneficiamento da madeira, porém com baixa eficiência.

No caso da marcenaria, realizou-se um inventário para avaliar os processos mais passíveis de geração de resíduos através de uma quantificação e qualificação direta nos finais de expedientes de trabalho durante quatro semanas seguidas. A segregação dos resíduos na fonte geradora e a identificação da sua origem são partes integrantes dos laudos de classificação, onde a descrição de matérias-primas, insumos e do processo no qual o resíduo foi gerado devem ser explicitados (NBR-10004, 2004).

O “layout” atual da empresa (Figura 2) possui um sistema de usinagem centralizado e de uso comum a todos os marceneiros, onde são realizados os serviços de corte, acabamento de bordos, furação e lixamento de peças. Em seu entorno, estão localizadas as bancadas de trabalho onde são realizados os trabalhos de montagem e acabamento do móvel. Em espaço reservado, encontra-se o setor de pintura para aplicação de tintas, vernizes, laca, tingidores entre outros.

Lima (2005) observou em estudo no pólo moveleiro de Arapongas, que indústrias que trabalham com derivados de madeira necessitam de um sistema de exaustão para a retirada da poeira que fica na atmosfera e que podem causar poluição do ar, alteração da qualidade dos móveis (no que diz respeito a processos de acabamento e pintura) e problemas de saúde ocupacional.

Entre os poluentes atmosféricos mais encontrados verifica-se grande quantidade de poeiras e vapores orgânicos, considerados poluentes primários segundo sua origem, oriundos do processo de pintura, colagem de bordo e do processo de montagem dos móveis, tendo parte deste material coletado e a uma outra que se dilui no ambiente.

Proposta de gestão dos resíduos atmosféricos

Para o processo de pintura, optou-se pela busca de empresas terceirizadas que fornecessem equipamentos de sistema de VLE eficientes para este tipo de processo. Critérios como tipo de captor, funcionamento, preço, menor geração e facilidade na destinação de resíduos, foram utilizados para a escolha do equipamento e da empresa que fornecem este item.

Os processos de colagem manual de bordo e montagens nas bancadas de trabalho (que se utilizam em sua maioria de adesivos de contato, de espumas de isolamento, massas de calafetar para estruturas de madeira, e solventes de composição orgânica) foram contemplados com técnicas de *tratamento indireto* (redução do resíduo na fonte), buscando-se a substituição por matérias-primas à base de solventes orgânicos por produtos à base d'água.

O projeto de ventilação local exaustora procurou atender aos principais equipamentos geradores de poluentes atmosféricos: serra circular, serra-fita, lixadeira de mesa e coladeira de bordo. Esses equipamentos contemplados no sistema de VLE

e seu dimensionamento seguiram critérios de projeto estabelecidos em Macintyre (1990), Nefussi *et al.* (1988) e pela American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH, mesmo órgão que publica periodicamente tabela com os limites de tolerância de exposição a compostos tóxicos). Em cada equipamento, foram propostos os captosres mais adequados para cada caso (Figuras 3 a 6), considerando-se a facilidade de operação e a eficiência de captura do poluente gerado no referido equipamento (com menor perda de carga e energia) Foram dimensionados todos os dados do sistema (velocidades e vazões de captura do poluente, perdas de carga, pressões cinéticas e estáticas, etc.) desde os captosres até a saída da chaminé.

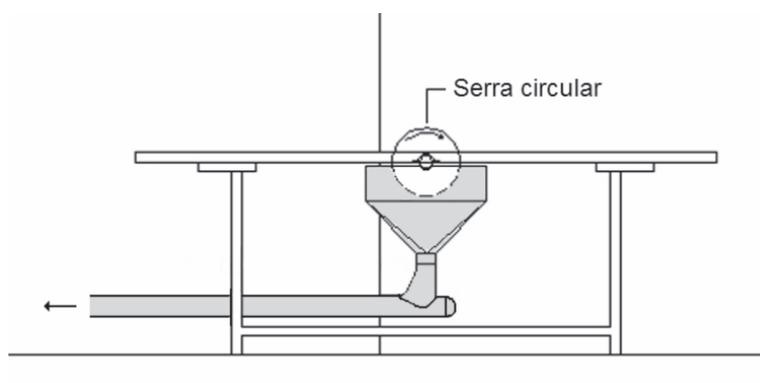


Figura 3 – Esquema do captor para a serra circular

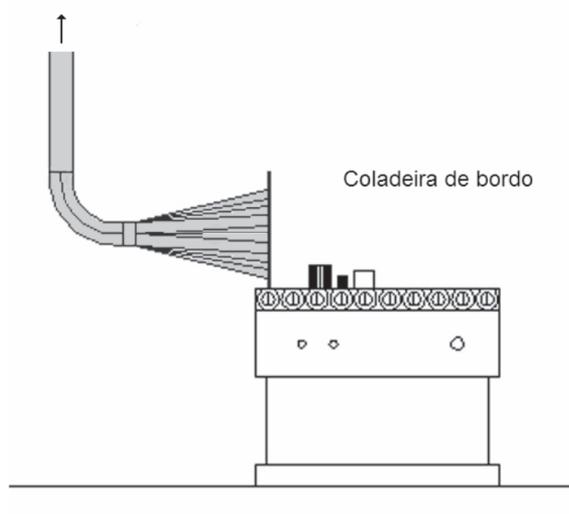


Figura 4 – Esquema do captor (tronco-piramidal) para a coladeira de bordo

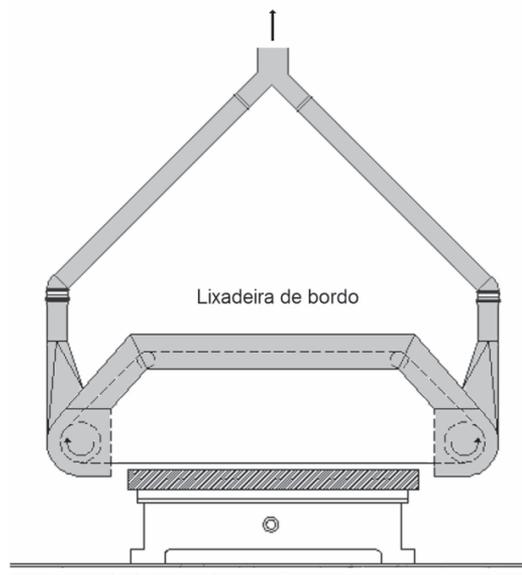


Figura 5 – Esquema do captor para a lixadeira de bordo

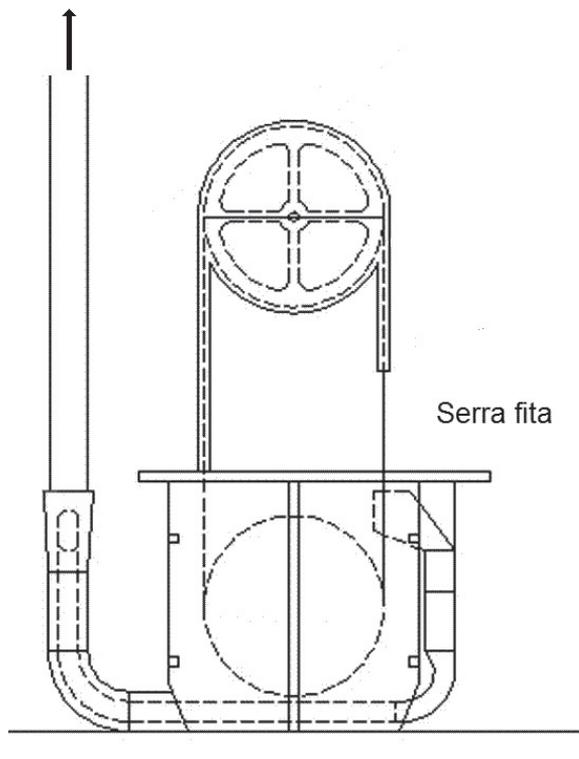


Figura 6 – Esquema do captor para a serra fita

Como a empresa está localizada em área residencial, dimensionou-se a chaminé (duto para a saída do efluente gasoso) conforme critérios previstos na legislação estadual, Resolução SEMA-PR - N°054/06. Em seu Art. 8º, parágrafo primeiro, a referida norma cita que “o lançamento de efluentes à atmosfera, através de dutos ou chaminés [...] deve ser realizado a uma altura mínima de 10 metros acima do solo ou: [...] alínea b) - 5 metros acima da altura da residência mais alta num raio de 300 m [...]”. O ventilador do sistema foi escolhido segundo as características da vazão estimada e da pressão estática.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação dos cálculos teóricos de ventilação, chegou-se ao resultado do dimensionamento do sistema, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados do dimensionamento do sistema.

Equipamento	Q	Trecho	D	Δp_d	Δp_s	Pe_{cap}	Pe
Serra Circular 01	0,17	Cap - S06	108	55	9	31	95
Coladeira de bordo 02	0,47	Cap - S06	158	25	30	44	99
Duto principal	0,64	D06	213	-	-	-	105
Serra circular 03	0,18	Cap-S09	99	34	17	41	92
Duto principal	0,81	D9	241	5	-	-	111
Serra Fita 04	0,33	Cap-S9	140	15	15	79	109
Duto principal	1,14	D11	286	-	-	-	117
Lixadeira de Esteira 05	0,61	S13 S14	174				
	0,35	S12 S13	132	30	45	52	127
	0,22	S12 S13	103				
Duto Principal	1,75	S15-Manga	354	-	-	-	62
Filtro de Manga	1,75	-	-	-	-	-	50
Pressão estática na ent. do Vent.	-	-	-	-	-	-	189
Chaminé	1,75	D16	354	9	37	-	235
<i>Sistema completo</i>							235

Onde: - Q: vazão de ar no sistema (em $m^3.s^{-1}$)

- v: velocidade do ar no sistema (em $m.s^{-1}$)

- Dp_d : perda de carga no duto (ou tramo, em mmCA)

- Dp_s : perda de carga nas singularidades (em mmCA)

- Pe_{cap} : perda de carga no captor (em mmCA)

- D: diâmetro do tramo (duto que liga o captor ao duto principal, em mm)

- Pc: pressão cinética (em mmCA)

- Pe: pressão estática até o duto principal (incluindo captor, dutos, curvas e demais singularidades, em mmCA)

Assim, o motor do ventilador, dimensionado segundo Macintyre (1990), deve possuir uma potência mínima de 6,85 cv e o modelo, com disponibilidade de 1200 a 95.000 m³.h⁻¹ e 30 a 600 mmCA, tendo as seguintes aplicações: exaustão de detritos de máquinas-ferramentas, através de transporte pneumático; exaustão de pó, gases, fumaças, vapores e odores industriais. O valor de potência para o conjunto motor-ventilador encontrado parece estar de acordo a sistemas de ventilação similares conforme Marquezi, Lobato Jr. e Luca (2003) e em Espíndola *et al.* (2002), tendo por base as perdas de carga encontradas.

O equipamento de controle de poluição (ECP) proposto para a captura do material particulado (MP) foi o filtro de tecido, com formato do meio filtrante do tipo manga, com limpeza por jato pulsante. Para a composição do tecido das mangas a serem utilizadas no ECP foi escolhido o poliéster, o que garante uma excelente resistência a misturas gasosas ácidas, à abrasão e a solventes orgânicos (como o sistema não possui uma corrente gasosa com altas temperaturas, este quesito não foi levado em conta). No caso dos filtros de manga, as partículas ficam retidas na superfície do tecido que, de tempos e tempos, necessitam de sua retirada para que não haja a colmatação do filtro que conseqüentemente diminui a eficiência do sistema de ventilação. Os mecanismos de coleta envolvidos neste processo são principalmente a impactação inercial, a difusão, a atração eletrostática e a força gravitacional. Esse sistema está caracterizado em equipamentos de alta eficiência, chegando a alguns casos a 99%. Este tipo de ECP também pôde ser observado no estudo de Lima (2005), no pólo moveleiro de Arapongas, onde a maioria das pequenas e grandes empresas utilizam-se de filtros de manga para controle do material particulado.

Os materiais particulados, quando não coletados eficientemente, podem provocar danos ao processo produtivo (como no caso da pintura) e ao acabamento das peças, riscos à saúde dos funcionários e da população vizinha. Além disso, a serragem e a poeira, devido sua densidade e alta granulometria, depositam-se facilmente no chão e se misturam com outros tipos de resíduos, dificultando a sua segregação e até inviabilizando o possível aproveitamento da serragem (como combustível em caldeiras, por exemplo), sendo necessária a varrição de uma maior quantidade de resíduos espalhados pela fábrica. De acordo com Olandoski (2001, *apud* LIMA, 2005), o preço pago pelo resíduo depende do tipo e do teor de umidade. Em geral, estes resíduos são muito utilizados para gerar energia devido à sua capacidade calorífica. A geração de energia por resíduos é bastante vantajosa, pois economiza outras fontes de energia. No entanto, os resíduos usados para esse fim não devem possuir nenhum elemento químico adicional, caso contrário podem emitir poluentes causando danos ambientais (Banks,

2003 *apud* Lima, 2005). Esse é um dos problemas que a marcenaria avaliada enfrenta. Nesse caso, a inviabilidade dos resíduos de madeira acumulados na marcenaria se dá pela contaminação descrita anteriormente, assim, outras empresas deixam de comprar esses resíduos por estarem contaminados e que desta forma possam trazer danos às caldeiras que proporcionam a queima da biomassa, além da emissão de novos poluentes atmosféricos que necessitariam de tratamentos adequados. Com grande quantidade de resíduos inviabilizados na marcenaria, a destinação destes se dá no pátio da empresa que se situa em área residencial, o que pode acarretar contaminação do solo e o carreamento pelo vento, gerando reclamações por parte da vizinhança.

Em relação ao processo de pintura, optou-se por um captor do tipo cabine. Sua exaustão é feita pelo piso (gradeado) com filtros para retenção da contaminação gerada pelo lixamento a seco das peças ou pela aplicação de produtos pulverizados (“primer”, tinta, poliuretano etc). A vazão é gerada por um turbo ventilador centrífugo impulsionado por um motor de 7,5 cv (produzindo 18.000 m³.h⁻¹ na fase de aplicação).

Para os processos de colagem manual de bordo e montagens nas bancadas de trabalho, optou-se por técnicas de tratamento indireto. Esta técnica busca a substituição de matérias-primas que possuem em sua composição compostos orgânicos, considerados tóxicos, por produtos à base d’água ou composições menos tóxicas. Os processos contemplados com essa técnica foram:

- Colagem de espumas: substituição de colas e adesivos para espumas (com alto teor de orgânicos) por adesivo monocomponente em dispersão aquosa, de secagem rápida. O produto, à base de neoprene, serve para unir muitos substratos (porosos ou não) com mínimo tempo de secagem. Não inflamável quando seco, reduz a formação de névoa e aplicações de quantidades acima do necessário.
- Colagem de materiais isolantes: substituição de adesivos com alto teor de orgânicos por adesivo à base de água, com alto teor de sólidos, de secagem rápida e sensível à pressão, para a colagem de materiais leves como isolamento de fibra de vidro, feltro, lã, papel a superfícies metálicas e outros tipos de superfícies.
- Colagem de “Post Forming (PF)” (laminado decorativo de alta resistência): substituição de colas com alto teor orgânico utilizadas para a confecção de acabamentos PF por adesivo de contato, à base d’água, de alto desempenho.
- Preparação de superfícies de madeira: substituição de massa convencional de base orgânica por massa especial para calafetar assoalhos e preparar superfícies de madeira. Solúvel em água enquanto na fase pastosa, não possui cheiro ou vapores tóxicos.

Através dessa substituição das matérias-primas, consegue-se uma redução significativa na concentração de compostos orgânicos voláteis (COV) no ambiente ocupacional, a minimização de custos para implementação de um sistema de ventilação geral diluidora (VGD), além do atendimento à Resolução ANVISA - RDC N°345/05 que dispõe sobre produtos que contenham substâncias inalantes. Em seu Art. 1° § 3°, afirma que cabe às "...empresas consumidoras das colas, thinner, adesivos e corretivos, [...] identificar métodos e processos que possibilitem a sua substituição gradativa por outros produtos que não contenham substâncias inaláveis e depressoras da atividade do sistema nervoso central (SNC)" (como é o caso da maioria dos compostos utilizados pela marcenaria).

CONCLUSÕES

Devido à localização centralizada dos equipamentos na fábrica, o dimensionamento do sistema de VLE foi facilitado, pois seu desempenho está intimamente ligado às perdas de carga provocadas pelos seus componentes e ao desempenho do conjunto ventilador-motor. Além disso, os custos de implantação e operação do sistema de ventilação também são menores, uma vez que os gastos com material e energia (pelas menores perdas de carga) são proporcionalmente menores.

Com a implantação do sistema de VLE, conseguiu-se ainda garantir a qualidade de outros processos, dada a redução significativa de poeira e serragem no ambiente de produção, além de garantir uma maior qualidade e homogeneidade dos resíduos, possibilitando sua reutilização.

Cabe salientar que alguns equipamentos de usinagem não foram contemplados no sistema de VLE, pois se constatou no inventário de resíduos que estes equipamentos geravam resíduos grosseiros e, desta forma, poderiam danificar o ECP ou mesmo nem serem captados no seu ponto de geração.

Outro aspecto importante a ser destacado em relação à instalação do sistema de VLE diz respeito à dispersão dos contaminantes no ambiente de trabalho, que proporciona a minimização dos riscos associados a poluentes, refletindo diretamente na saúde e no bem-estar dos operadores. Assim, recomenda-se o monitoramento dos poluentes no interior da fábrica e emitidos após o ECP, por profissional habilitado, de modo a verificar e garantir a eficiência do sistema. Um método passível de ser utilizado para a medição de MP é a da Medição Gravimétrica de Material Particulado emitido por pequenas instalações. Tal método está explicitado na Resolução SEMA-PR - N° 054/06, que dispõe sobre estratégias para o controle, preservação e recuperação da qualidade do ar.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DO MOBILIÁRIO (ABIMÓVEL). Panorama do setor moveleiro – Junho 2005. Disponível em: <<http://www.abimovel.org.br>> Acesso em: 06 jul. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). 2004. NBR 10004 - Classificação de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 71p.

BANKS, A. D. Aproveitamento de resíduos da indústria da madeira. 2003. **Revista da madeira**, 69:28-30.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. 2005. Resolução RDC – nº 345, 15 de dezembro de 2005. Dispõe sobre produtos que contenham substâncias inalantes. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=20138&word=>>> Acesso em: 15 ago. 2007.

ESPÍNDOLA, E. A. *et al.* 2002. **Controle de poluição de particulados através do dimensionamento de sistema de ventilação para marcenaria**. Trabalho de conclusão de disciplina (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, 28p.

LIMA, E. G. 2005. **Diagnóstico ambiental de empresas de móveis em madeira situada no pólo moveleiro de Arapongas – PR**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, 150p.

MACINTYRE, A. J. 1990. **Ventilação Industrial e Controle da Poluição**. Rio de Janeiro: Guanabara, 403p.

MARQUEZI, C.; LOBATO Jr, R.; LUCA, E. 2003. **Estudo de caso – madeireira Schappo**. Trabalho de conclusão de disciplina (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, 39p.

NAHUZ, M. A. R. A cadeia produtiva de móveis no Brasil. In: III SEMINÁRIO DE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE EUCALIPTO-SIF, 2005, São Paulo. 18p. Disponível em: <<http://www.sif.org.br/eventos/palestras/2005%2009%20-%20III%20Madetec/Marcio%20Nahuz.pdf>> Acesso em: 30 mai. 2007.

NEFUSSI, N, *et al.* 1988. **Engenharia de ventilação industrial**. São Paulo: CETESB, 422p.

OLANDOSKI, D. P. 2001. **Rendimento, resíduos e considerações sobre melhorias no processo em indústria de chapas compensadas**. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Paraná.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA. Resolução nº 54, 22 de dezembro de 2006. Define critérios para o controle da qualidade do ar. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/meioambiente/res_054_06.pdf> Acesso em: 15 ago. 2007.